Федеральное агентство научных организаций
(ФАНО России)
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ЗАЩИТЫ ПОЧВ ОТ ЭРОЗИИ»

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ЗАЩИТЫ ПОЧВ ОТ ЭРОЗИИ

Сборник докладов

Международной научно-практической конференции и Школы молодых ученых, посвящённых Году экологии и 50-летию выхода Постановления о борьбе с эрозией почвы

13-15 сентября 2017 года

Курск – 2017

УДК631.58:631.6.02

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ЗАЩИТЫ ПОЧВ ОТ ЭРОЗИИ. Сборник докладов Международной научно-практической конференции и Школы молодых ученых, посвященных Году экологии и 50-летию выхода Постановления о борьбе с эрозией почвы, ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ, Курск, 13-15 сентября 2017 г., Курск: ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», 2017. -305 с.

URGENT PROBLEMS OF AGRICULTURE AND SOIL EROSION CONTROL. Proceedings of the International Scientific Conference and School of Young Scientists and Specialists devoted to the Year of Ecology and the50th Anniversary of the Issue of the Decree on Soil Erosion Control, FSBSI ARRIAF&SEC**,** Kursk, September 13-15, 2017. Kursk: Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russia Research Institute of Arable Farming and Soil Erosion Control", 2017. - 305 pps.

Представленные в сборнике доклады посвящены Году экологии и 50-летию выхода Постановления о борьбе с эрозией почвы. Особое внимание уделено эрозии почв как глобальной угрозе для Человечества и проблемам защиты почв от эрозии. Представлены научно-методические основы разработки системы управления эрозионно-гидрологическими процессами, противоэрозионной организации территории при проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Показан прогресс в моделировании эрозии почвы за последние 50 лет. Проанализированы развитие эрозии почвы и борьба с ней в Молдове. Рассмотрены проблемы энерго- и ресурсосбережения в земледелии, современные перспективные агротехнологии, влияние различных агрогенных факторов и технологий на агроэкологическое состояние и продуктивность почв, способы и резервы повышения почвенного плодородия. Важное внимание уделено изучению органического вещества и агрофизических свойств пахотных почв.
Сборник включает 65 докладов. Доклады даются в авторской редакции.
Предназначен для научных сотрудников, специалистов сельского хозяйства.

Papers presented in the volume are devoted to the Year of Ecology and the 50th Anniversary of the Issue of the Decree on Soil Erosion Control. Special attention is payed to soil erosion as a global threat to the humanity and problems of soil erosion control. Scientific and methodical principles of the development of the system of erosion-hydrological processes control, anti-erosion territory organization when designing adaptive landscape farming systems are presented. The progress in modeling soil erosion for the last 50 years is shown. Soil erosion development and erosion control in Moldova are analyzed. Problems of energy and resource saving in agriculture, modern promising agricultural technologies, influence of different agrogenic factors and technologies on agroecological condition and productivity of soils, methods and reserves of soil fertility improvement are discussed. Great attention is payed to the study of soil organic matter and agrophysical properties of arable soils. The volume comprises 65 papers. All the papers are in the author's edition. It is useful for agricultural scientists and specialists.

Редакционная коллегия:
Д.В.Дубовик, врио директора ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ,
профессор РАН, доктор сельскохозяйственных наук
Г.Н. Черкасов, главный научный сотрудник, член-корреспондент РАН,
профессор, доктор сельскохозяйственных наук
Н.П. Масютенко, зам. директора ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ по научной работе,
профессор, доктор сельскохозяйственных наук
Ответственные за выпуск:
М.Ю. Дегтева, учёный секретарь ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ, кандидат биологических наук,
В.Г. Вавин, кандидат биологических наук, зав. отделом,
Н.В. Рязанцева, руководитель группы координации НИР, кандидат сельскохозяйственных наук
Компьютерная верстка: **В.В. Олешицкий**
Перевод **Л.Е. Тарасовой**
ISBN – 978-5-905622-61-8

© ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», 2017 г.

УДК 631.459

ЭРОЗИЯ ПОЧВ – ГЛОБАЛЬНАЯ УГРОЗА ДЛЯ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

Д.В. Дубовик
ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск
vniizem@mail.ru

Почва является уникальным природным образованием, а её главное свойство – плодородие, основой для получения подавляющей массы продуктов питания человека. Но почва подвергается постоянному негативному прессингу. С одной стороны, это естественный природный процесс, вызванный воздействием осадков и ветра, а с другой, возрастающая деятельность человека, усугубляющая природные явления. Результатом постоянного «давления» на почву является её деградация.

Как отмечается в докладе Продовольственной и сельскохозяйственной организации объединенных наций (FAO) «Состояние почвенных ресурсов мира» [1], разработанном Межправительственной группой экспертов FAO, в которую входят около 200 почвоведов из 60 стран мира – «Состояние почв в мире резко ухудшается вследствие их эрозии, снижения содержания питательных веществ в почвах, потери органического углерода, заиления почв и других угроз».

В докладе обозначены десять основных угроз для почвы: эрозия почв, потеря органического углерода, дисбаланс питательных веществ, закисление, загрязнение, заболачивание, уплотнение, герметизация, засоление, утрата биоразнообразия. Как видим, эрозия почв стоит на первом месте среди глобальных проблем.

Основным выводом доклада звучит то, что в мире эрозия уносит от 25 до 40 млрд. тонн верхнего слоя почвы ежегодно, что значительно снижает урожайность сельскохозяйственных культур. Ежегодные потери производства зерновых вследствие эрозии составляют до 7,6 млн. тонн ежегодно. Без принятия мер по снижению эрозии к 2050 г. потери зерна могут составлять более 253 млн.т, что эквивалентно 1,5 млн. км^2 сельскохозяйственных угодий, и равняется площади всей пахотной земли такой страны, как Индия.

Кроме того, в докладе отмечается, что население планеты увеличилось до 7,3миллиардов человек сегодня, а более 35% поверхности суши, не покрытой льдом, была переведена под земли сельскохозяйственного назначения.

В результате почвы, которые были очищены от естественной растительности для выращивания сельскохозяйственных культур или выпаса скота, страдают от резкого повышения эрозии и серьезных потерь углерода, питательных веществ и снижения биоразнообразия.

Урбанизация тяжелым бременем ложится на почвы. Стремительный рост городов и промышленности привел к деградации огромных территорий, в том числе путем загрязнения почвы избыточным содержанием солей и тяжелых

металлов; повышения кислотности, их уплотнения под тяжелой техникой; и постоянной герметизации под асфальт и бетон.

Рост промышленного производства ведет к усилению выбросов парниковых газов в атмосферу, что приводит к изменению климата. Изменение климата, приводящее к повышению температуры на Земле, усиливает такие негативные явления, как засухи, наводнения, штормы, что способствует ускорению эрозии почв.

Большой вклад в развитие эрозионных процессов вносит сокращение площади лесов. По данным доклада «Глобальная оценка лесных ресурсов»[2], если в 1990 году площадь лесов в мире составляла 4128 млн. га, или 31,6% от всей суши Земли, то в 2015 году этот показатель составил 3999 млн. га, или 30,6%. За последние 25 лет было потеряно 129 млн. га лесов, что составляет площадь, сопоставимую с территорией Южной Африки.

В России проблемы эрозии почв также стоят довольно остро. По данным государственного учета, общая площадь эродированных, дефлированных, эрозионно- и дефляционноопасных сельскохозяйственных угодий составляет 130 млн. га, в том числе пашни 84,8 млн. га, пастбищ - 28,7 млн. га. В целом по стране в составе эродированных сельскохозяйственных угодий средне- и сильноэродированные почвы занимают 26%. Доля эродированных и дефлированных почв постоянно растет. В течение последних 20 лет темпы их прироста достигли 6-7% каждые 5 лет. В результате эрозии и дефляции почв недобор урожая на пашне достигает 36%, на других угодьях - до 47%. Наблюдается смещение на юг границы кислых почв, снижение содержания гумуса и элементов питания в почвах сельскохозяйственных угодий практически во всех регионах России. К настоящему времени 31% пахотных земель имеет повышенную кислотность, 46%-низкое содержание гумуса, 22%- недостаток подвижного фосфора и 10% - подвижного калия. Около 100 млн. га в пределах 35 субъектов Российской Федерации занимают районы, подверженные опустыниванию и засухам, или потенциально опасные в этом отношении [3].

Эти проблемы почв возникли не вчера, и не одно десятилетие назад. Угроза почвам от эрозии существовала всегда, но особенно остро она встала в связи с интенсификацией земледелия и необходимостью получения большего количества сельскохозяйственной продукции.

Поэтому 50 лет назад было принято Постановление ЦК КПСС, Совмина СССР от 20.03.1967 №236 «О неотложных мерах по защите почв от ветровой и водной эрозии». В документе указано: «Считать борьбу с ветровой и водной эрозией почв одной из важнейших государственных задач в системе мер, принимаемых для дальнейшего развития сельскохозяйственного производства в стране».

Согласно данному Постановлению необходимо было осуществлять в районах с распространением водной эрозии обработку почвы и посев сельскохозяйственных культур поперек склона, контурную вспашку, углубление пахотного слоя и применение других способов обработки почвы,

уменьшающих сток поверхностных вод;почвозащитные севообороты, полосное размещение сельскохозяйственных культур,залужениекрутых склонов, выращивание полезащитных лесных полос, облесение оврагов, балок, песков, берегов рек и водоемов, строительство противоэрозионных гидротехнических сооружений.

В районах распространения ветровой эрозии необходимо было вводить почвозащитные севообороты с полосным размещением посевов и паров, кулисы, залужение сильноэродированных земель, буферные полосы многолетних трав, снегозадержание, закрепление и облесение песков и других, непригодных для сельскохозяйственного использования земель, выращивание полезащитных лесных полос, а также безотвальную обработку почвы с оставлением стерни на поверхности полей.

В горных районах необходимо устройство противоселевых сооружений, террасирование, облесение и залужение склонов, регулирование выпаса скота, меры по сохранению горных лесов.

Планировалось создание 324 тыс. га полезащитных лесных полос, облесение и закрепление оврагов, балок и песков на площади 827 тыс. га, террасирование крутых склонов на площади 89 тыс. га.

Отдельным пунктом отмечена необходимость внедрения в колхозах, совхозах и других сельскохозяйственных предприятиях научно обоснованных систем земледелия, предотвращающих ветровую эрозию почв, особое внимание уделялось применению новой технологии обработки почвы и возделыванию сельскохозяйственных культур, созданию, где это необходимо, полезащитных лесонасаждений, а также разработке и освоению в каждом хозяйстве комплексных проектов внутрихозяйственного землеустройства с противоэрозионной организацией территории.

Для научно-методического обеспечения мероприятий, предусмотренных Постановлением, был создан ряд научных институтов и подразделений.

В 1967 году был создан Государственный научно-исследовательский институт земельных ресурсов МСХ СССР, одной из основных задач которого была разработка научных основ проектирования противоэрозионных мероприятий.

В том же году на географическом факультете МГУ создана под руководством Н.И. Маккавеева «Проблемная лаборатория эрозии почв и русловых процессов».

В 1970 году в г. Курске начал работать Всесоюзный научно-исследовательский институт защиты почв от эрозии.

В 1974 году в г. Луганске - Украинский научно-исследовательский институт защиты почв от эрозии.

В 1982 году на факультете почвоведения МГУ открыта первая в стране кафедра эрозии почв.

В годы перестройки и в связи с распадом Советского Союза масштабные работы по борьбе с эрозией были приостановлены, хотя в 1992 году было принято Постановление Правительства РФ «О государственной комплексной

программе повышения плодородия почв России». В ней большое место отводилось проблеме эрозии почв.

В данном Постановлении в комплексе мер по борьбе с эрозией почв первостепенное место отводилось организационно-хозяйственным, агротехническим, гидротехническим и лесомелиоративным мероприятиям. Отмечалась необходимость развивать контурно-мелиоративное и ландшафтное земледелие с введением почвозащитных севооборотов и размещением культур с учетом крутизны склонов, нарезкой границ полей, рабочих участков, дорог по горизонталям местности или под углом к ним, выполнением комплекса гидротехнических, лесо-лугомелиоративных, противоэрозионных мероприятий. Такое земледелие должно было быть внедрено в первую очередь на землях с крутизной склонов более 2°.

К сожалению, экономический кризис 90-х годов двадцатого века не позволил полностью реализовать положения этой программы. Она была дополнена в 2000 году, но активный передел земли новыми собственниками не способствовал её воплощению в жизнь по всей стране.

Поэтому спустя 50 лет после принятия первого Постановления «О неотложных мерах по защите почв от ветровой и водной эрозии» проблема весьма актуальна.

По данным Росреестра, на 1 января 2016 года площадь земель сельскохозяйственного назначения в России составила 383,7 млн. га.

Общая площадь эродированных, дефлированных и дефляционноопасных сельскохозяйственных угодий России составляет свыше 50%, причем доля эродированных и дефлированных почв продолжает неуклонно увеличиваться. Снижается содержание гумуса и элементов питания в почвах сельскохозяйственных угодий практически во всех регионах России. Расширяется площадь регионов, испытывающих опустынивание ландшафтов и деградацию почв. Нарастают площади почв, засоленных, загрязненных и захламленных промышленными и бытовыми отходами [4].

За счет водной эрозии на пашне плодородие почв снизилось на 30-60%. Площадь оврагов превышает 1 млрд. га, темпы оврагообразования составляют 10-15 тыс. га. Вследствие распашки земель в земледельческой зоне России появилось 80-90% оврагов. Здесь их насчитывается более 2 млн., общей протяженностью около 300 тыс. км и площадью свыше 6 млн. га. Площадь под оврагами и балками ежегодно увеличивается на 80-100 тыс. га [4].

Современная сельскохозяйственная наука располагает эффективными приемами защиты почв от деградации. За последние годы разработано новое стратегическое направление в земледелии — адаптивно-ландшафтные системы земледелия, в максимальной степени учитывающие рельеф местности, почвенный и растительный покров, биоклиматический потенциал территории.

Цели устойчивого развития определяют необходимость восстановления деградированных почв. Есть всеобщее согласие касательно того, что мы

должны укрепить и в полной мере раскрыть потенциал почвы таким образом, чтобы иметь возможность не только поддерживать производство продуктов питания, но также, чтобы запасти и обеспечить более чистую воду, сохранить биоразнообразие, сократить выбросы углерода и повысить устойчивость в условиях изменения климата. Это цель, которая требует повсеместного внедрения рационального управления почвенными ресурсами [5].

В заключение можно привести слова профессора Вашингтонского университета Дэвида Р. Монтгомери[6]:«Продление срока жизни нашей цивилизации потребует такой перестройки сельского хозяйства, чтобы изменилось само отношение к почве, чтобы в наших глазах она перестала быть просто одной из составляющих производственного процесса, а превратилась бы в живой фундамент материального благосостояния».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Состояние почвенных ресурсов мира. -доклад Продовольственной и сельскохозяйственной организации объединенных наций (FAO). – Рим, 4 декабря, 2015.
2. Глобальная оценка лесных ресурсов 2015. Как меняются леса мира? - Рим, Италия, Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций. 2-я ред., 2016. – 48 с.
3. Проблемы деградации и восстановления продуктивности земель сельскохозяйственного назначения в России/ Под редакцией академиков Россельхозакадемии А.В. Гордеева, Г.А. Романенко. – М.: Росинформагротех, 2008. – 67 с.
4. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2015 году». – М.: Минприроды России; НИА-Природа, 2016. – 639 с.
5. Добровольные руководящие принципы рационального использования почвенных ресурсов. Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций. - Рим, Италия, 2017. – 16 с.
6. Дэвид Р. Монтгомери Почва. Эрозия цивилизаций. - Анкара, Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций, Субрегиональное отделение по Центральной Азии, 2015. – 409 с.

УДК 631.459

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАЩИТЕ ПОЧВ ОТ ЭРОЗИИ В РОССИИ

Г.Н. Черкасов

ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск

vniizem@mail.ru

Приведены меры по обеспечению защиты почв от эрозии, обоснованные наукой и практикой, показаны причины, вызывающие деградацию земель и пути их устранения, выбор и размещение противоэрозионных мероприятий на водосборе, влияние противоэрозионных мероприятий на валовый сбор зерна.

Одной из главных проблем в земледелии России остается защита почв от эрозии. Эрозия не только является причиной снижения плодородия почв и продуктивности земель, но и способствует ухудшению экологической ситуации на территории в целом. Происходит заиление и загрязнение рек и водоемов почвогрунтами, смываемыми удобрениями и пестицидами. Заиление рек приводит к переувлажнению пойменных земель и исключению их из сельскохозяйственного оборота. В связи с этим, в регионах

интенсивного проявления эрозии почв, одним из которых является ЦЧР, приоритетное значение в повышении продуктивности земель и охраны окружающей среды имеют противоэрозионные мероприятия, мелиорация деградированных земель.

Проблема проектирования противоэрозионных мероприятий активно разрабатывалась в СССР в 70-80-е годы XX века. 20 марта 1967 г. было принято Постановление ЦК КПСС, Совмина СССР «О неотложных мерах по защите почв от ветровой и водной эрозии». И это вполне обоснованно, так как только в Российской Федерации более 30% сельскохозяйственных угодий подвержено водной и ветровой эрозии. Постановлением предусматривалось «Считать борьбу с ветровой и водной эрозией почв одной из важнейших государственных задач в системе мер, принимаемых Партией и Правительством для дальнейшего развития сельскохозяйственного производства в стране».

Во исполнение этого Постановления в соответствии с приказом Министерства сельского хозяйства СССР от 27 марта 1970 г. № 76 в г. Курске в том же году начал работать Всесоюзный научно-исследовательский институт защиты почв от эрозии, переименованный затем во Всесоюзный научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии (ВНИИЗиЗПЭ).

Уже в 1970 году Главным управлением землепользования и землеустройства МСХ СССР были выпущены разработанные совместно с ГИЗР и Почвенным институтом им. В.В. Докучаева «Указания по проектированию противоэрозионных мелиораций». В 1971г. Республиканский проектный институт по землеустройству (Росгипрозем) выпустил «Указания по составлению генеральной схемы противоэрозионных мероприятий на область, край и автономную республику РСФСР». Эти Указания были использованы при разработке генеральных схем для многих регионов страны. Полученный при этом опыт проектирования был затем обобщен Всесоюзным НИИ защиты почв от эрозии в работе «Основные положения методики обоснования мероприятий по защите почв от водной эрозии для генеральной схемы использования земельных ресурсов страны на длительную перспективу».

Были разработаны Генеральные схемы по защите почв от эрозии, которые стали основой разработки проектов противоэрозионного землеустройства хозяйств, разработки и внедрения научно обоснованных зональных почвозащитных систем земледелия.

Освоение проектов противоэрозионного землеустройства и почвозащитных систем земледелия способствовало не только снижению эрозионных процессов, но и повышению валовых сборов сельскохозяйственных культур к 1990 году (таблица 1). Из данных таблицы видно, что в 1990 г. было собрано зерна на 28% больше, чем в 1970-е годы. В 1980-е годы активно внедрялись противоэрозионные агротехнические,

лесомелиоративные мероприятия, осваивались проекты почвозащитных систем земледелия.

Таблица 1. Динамика валовых сборов зерна в РФ

Продукция	Средние сборы по годам, млн. т		
	1975	1980	1990
Зерно	91,3	97,2	116,7

В областях ЦЧР, где эродированность пашни составляла около 20% общей площади, урожайность зерновых культур увеличилась на 61%.

В Курской области, где каждый пятый гектар пашни на склонах подвержен эрозии, освоение проектов землеустройства и почвозащитных систем земледелия, позволило в 1990 г. получить в среднем урожайность зерновых 28,3 ц/га, сахарной свеклы – 264 ц/га, что на 9,2 ц/га (44%) и 87,0 ц/га (49%) больше, чем в 1977 г.

Методические разработки, составленные генеральные схемы, схемы на водосборы и проекты на отдельные хозяйства не потеряли своего значения и до настоящего времени, однако они требуют значительной корректировки в связи с глобальным изменением климата и, следовательно, с изменением характера и интенсивности эрозионных процессов, а также ввиду накопления новых данных по закономерностям эрозии почв и методам защиты их от эрозии в различных почвенно-климатических условиях и повышения уровня исследований в области охраны почв вообще.

Защита почв от эрозии и создание высокопродуктивных агроландшафтов является важнейшей задачей фундаментальных и прикладных исследований отечественного земледелия. Правильному решению этих актуальных задач способствует адаптивно-ландшафтное земледелие. Это направление было отражено в концепции развития земледелия на выездной сессии ВАСХНИЛ в Курске 16-18 января 1991 года (Каштанов А.Н.,1992).

Разработка и освоение адаптивно-ландшафтных систем земледелия решает задачи адаптации систем земледелия к природно-экологическим особенностям территории с учетом ресурсного потенциала агроландшафтов, выполняет требования рационального природопользования и эффективного использования природных и антропогенных ресурсов.

От состояния агроландшафтов зависит не только сохранение окружающей среды, но и обеспечение населения качественными продуктами питания.

Земледелие, в котором не обеспечивается охрана окружающей среды от загрязнения, считается экстремальным. По обобщенным данным, размеры миграции питательных веществ поверхностным стоком на склоновых землях определяются слоем стока, ориентацией склона и его морфометрическими характеристиками, уровнем плодородия почвы, дозами, сроками и способами внесения удобрений, их растворимостью и миграционной способностью, состоянием поверхности пашни.

В нашем институте на базе опытного хозяйства в полевых стационарных опытах, расположенных на склонах $3\text{-}5^0$ (Чуян Г.А. и др.,1985 г), проведены

исследования по оценке выноса биогенных элементов с талым стоком на разных агрофонах.

На склоне северной экспозиции по сравнению с южной в связи с большим слоем стока смыв растворенных питательных веществ возрастал на неудобренном фоне на 43% по азоту, на 22% по фосфору и 23% по калию, на удобренном - соответственно на 72, 64 и 12%.

Оценка выноса питательных веществ удобрений показала, что на склоне северной экспозиции в сравнении с южной вынос фосфора со стоком возрастал больше, чем в два раза, азота - в три раза и калия - почти в четыре раза, что связано с большими (в 2-3 раза) объёмами стока на склоне теневой экспозиции (таблица 2).

Таблица 2. Влияние экспозиции склона на вынос питательных веществ удобрений стоком талых вод (среднее за 5 лет).

Экспозиция склона	Вынос элементов питания удобрений, кг/га		
	N	P205	K20
Южная	0,39	0,05	0,10
Северная	1,18	0,12	0,38

Наиболее существенные изменения в химизме стока вызывают удобрения. При их внесении в стоке талых вод увеличивается концентрация ионов хлора на 70%, сульфатов - на 44%, кальция - на 38%, натрия - на 51%, повышается кислотность стекающей воды, возрастает доля биогенных элементов за счет удобрений.

Потери удобрений со стоком талых вод при внесении полного минерального удобрения под зябь не превышали 1% от дозы и значительно усиливались при внесении их на поверхность мерзлой почвы. Внесение удобрений способствовало уменьшению стока талых вод с зяби на 10%.

Потери питательных веществ происходят и при смыве мелкозема. Их размеры определяются интенсивностью эрозионных процессов. По итогам шестилетних наблюдений на стоковых площадках, размещенных по всей длине склона крутизной до 5° ежегодный смыв почвенной массы с одного гектара составил 2,7–3,2 тонны, в том числе 132-153 кг гумуса, 5,6–6,5 кг валового азота и 3,6–4,2 кг валового фосфора (таблица 3).

Таблица 3. Влияние систематического применения минеральных удобрений на потери питательных веществ при эрозии почвы (среднее за 6 лет).

Варианты	Слой стока мм	Вынос мелкозема т/га	Вынос с мелкоземом валовых форм кг/га			Вынос с водой ($N+P_2O_5+K_2O$), кг/га
			гумус	N	P_2O_5	
без удобрений	25	3,17	153	6,5	4,2	1,46
N82P76K76 ежегодно	24	2,71	132	5,6	3,6	1,84

При этом на фоне систематического внесения удобрений размеры общих потерь веществ сокращались на 14-15%, что связано с большим накоплением удобренными посевами биомассы и лучшим закреплением почвы корнями растений.

На основании разработанной в институте методики (Чуян Г.А. и др., 1985) проведен расчет потерь питательных веществ с пахотных земель в ЦЧО. В среднем на территории ЦЧО ежегодно теряется 1441 тыс.т. органического вещества, 109,6 тыс. т. азота, 55,8 тыс. т. фосфора и 251,3 тыс. т. калия.

Мелиорация эродированных и заовраженных земель является заключительным этапом работ, и прежде чем приступить к нему, следует устранить причины, вызывающие деградацию земель. А именно, осуществить систему мероприятий по регулированию стока воды на пашне, задержанию или деконцентрации стока воды перед поступлением в овраги (балки) и безопасному сбросу его на дно оврагов и балок (табл. 4).

Таблица 4. Схема проведения противоэрозионных мероприятий на водосборе.

Этап	Мероприятия
Регулирование стока талых и ливневых вод на пашне	Водорегулирующие лесные полосы с валами-канавами, валы-террасы, агротехнические противоэрозионные приемы
Закрепление вершин оврагов, регулирование стока воды на границе пашня-бровка балки и безопасный сброс воды в гидрографическую сеть	Водозадерживающие или водоотводящие валы, прибалочные лесные полосы с валами-канавами, залуженные водотоки и т.д.
Мелиорация сильносмытых почв и заовраженных земель	Коренное и поверхностное улучшение природных кормовых угодий, выполаживание и залужение оврагов, облесение сильносмытых и размытых земель, оползней

Проблема выбора и размещения противоэрозионных мероприятий достаточно хорошо разработана к настоящему времени и есть реальные перспективы дальнейшего совершенствования методики их проектирования. Однако практическая реализация проекта встречает трудности экономического характера. Дело в том, что затраты на проведение противоэрозионных мероприятий оказываются значительно больше, чем немедленная прибыль от их применения. Даже в засушливых районах, где противоэрозионные мероприятия одновременно служат накоплению влаги в почве, не все из них окупаются прибавкой урожая в том же году. Лесомелиоративные мероприятия, например, а тем более гидротехнические, окупаются только через много лет. Землепользователь может ожидать прибыль от проведения комплекса почвозащитных мероприятий в среднем через 5-10 лет. Лишь немногие землепользователи могут позволить себе такие затраты.

В то же время ясно, что, в конечном счете, при длительном землепользовании почвозащитные мероприятия себя окупят и обеспечат прибыль землепользователю. Выиграет при этом и государство в целом, т.к. сохранится почва как элемент биосферы и необходимое условие жизни человека.

При дальнейшем совершенствовании методов проектирования противоэрозионных мелиораций, а также при землеустройстве в целом следует исходить из адаптивно-ландшафтных принципов. Необходимо поставить проектирование противоэрозионных мероприятий на количественную и далее на компьютерную основу. Уже сейчас имеются значительные достижения в этой области.

В современных условиях успешное земледелие может обеспечить экологическая оптимизация агроландшафтов, предусматривающая оптимальное соотношение и расположение полей, луговых, лесных и других угодий, имеющих важное значение для функциональной эффективности и стабильности ландшафта.

В условиях перехода к земледелию на ландшафтной основе возрастает роль агролесомелиорации как одного из ведущих средств обеспечения оптимизации природопользования, экологической устойчивости агроландшафтов, особенно в лесостепной и степной зонах. Правильно организованная система лесных насаждений способствует улучшению водного и теплового режимов территории, сокращению смыва почвы и повышению продуктивности земель.

В развитых индустриальных странах фермеры получают существенную финансовую дотацию от государства. Система дотаций и льготных кредитов дает государству возможность стимулировать внедрение фермерами почвозащитных технологий. Опыт США и ряда других стран свидетельствует о высокой эффективности такой политики.

Таким образом, для реализации на практике достижений в области охраны почв от эрозии необходимо, прежде всего, принимать меры общегосударственного характера, обеспечивающие финансирование почвоводоохранной деятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Постановление ЦК КПСС, Совмина СССР «О неотложных мерах по защите почв от ветровой и водной эрозии», 20. 03. 1967г., № 236
2. Каштанов А.Н. Земельная реформа и пути развития земледелия. Сб. материалов сессии ВАСХНИЛ «Земельная реформа и проблемы развития земледелия в СССР» ВАСХНИЛ, 1992. С. 32-43.
3. Чуян Г.А., Бойченко З.А., Тур О.П. Методические рекомендации по оценке выноса биогенных элементов поверхностным стоком. - М.: ВАСХНИЛ. - 1985. - 32 с.

УДК 634.0.6:634.0.266

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭРОЗИОННО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ[1]

А.Т. Барабанов
ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук»,
г. Волгоград
a.barabanov2011@yandex.ru

Рассматриваются методология и методические подходы к исследованиям в адаптивно-ландшафтном земледелии, даётся анализ статистических и генетических методов изучения эрозионно-гидрологических процессов, которые позволили создать теоретические и эмпирические модели, служащие основой для разработки систем управления эрозионно-гидрологическим процессом.

The methodology and methodical approaches to research in adaptive-landscape agriculture, are discussed, the analysis of statistical and genetic methods for studying erosion and hydrological processes that helped to create theoretical and empirical models which serve as the basis to develop systems for erosion and hydrological process control is given.

Для управления эрозионно-гидрологическим процессом с целью защиты почв от эрозии необходимо применять в земледелии адаптивно-ландшафтный подход. Он предусматривает назначение каждому земельному выделу свою программу функционирования в единой системе агроландшафта. В применяющейся сейчас системе земледелия агроландшафтный подход почти не используется. Интенсивные технологии и системы земледелия (в частности, паровая) могут обеспечить (и обеспечивают) высокую продуктивность сельскохозяйственных культур ценою огромных потерь почвенного плодородия вследствие эрозии, дефляции и дегумификации.

Целью адаптивно-ландшафтного земледелия является создание условий для такой деятельности, которая обеспечила бы достижение высокой продуктивности агроландшафтов без нарушения экологического баланса территории. Адаптивно-ландшафтное земледелие должно представлять собой систему управления агроландшафтов, построенную на основе знания закономерностей функционирования природных систем. Стратегия создания системы ландшафтного земледелия должна быть нацелена на максимальное воссоздание эрозионно-гидрологического режима естественного (девственного) ландшафта или хотя бы приближение к нему. Основными направлениями в восстановлении природного равновесия являются

1*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Администрации Волгоградской области, проект «Оптимизация регулирования весеннего паводка на основе разработки высокоточного прогноза поверхностного стока талых вод в бассейне Волжско-Камского каскада водохранилищ, способствующего снижению отрицательного экологического влияния на Волго-Ахтубинскую пойму: экологические, социальные аспекты–улучшение условий жизни людей и животных» № 16-16-34001.*

целенаправленное улучшение водно-физических свойств почв (в первую очередь структуры и водопроницаемости) и повышение противоэрозионной устойчивости почвы. Для этого необходим пересмотр идеологии систем земледелия; смена приоритетов (на первое место ставится борьба с деградацией почв, а на второе – получение продукции) и методических подходов.

Методологической основой наших исследований в ландшафтном земледелии на склонах является система методов, заимствованных из разных наук (почвоведения, земледелия, агролесомелиорации, гидрологии, математики, географии, физики, химии и др.) [1]. Сейчас широко распространены два главных направления: статистический и генетический. Использование их и элементов системного подхода при проведении многофакторных исследований позволили нам выявить не только влияние отдельных природных и антропогенных факторов на функционирование ландшафтов, но и их взаимодействия. Классическая методика полевого опыта, которая предусматривала подбор объектов на ровных участках с одинаковым почвенным покровом на удалении от лесных полос и других лесонасаждений, не могла быть применена на склонах, где складывались очень пестрые агроэкологические и почвенно-эрозионные условия.

На основе разработанных во ВНИАЛМИ новых методов выполнены обширные исследования по экспериментальной оценке природных факторов эрозионно-гидрологического режима территории водосборов и антропогенных приемов управления им (обработка почвы, лесо-лугомелиоративные мероприятия и гидротехнические приемы), обобщены собственные и литературные данные экспериментов, выполнен анализ полученной информации, обоснованы и проверены новые теоретические положения, объясняющие физику эрозионно-гидрологического процесса, созданы и апробированы физические и математические модели.

Применительно к целям создания системы управления эрозионно-гидрологическим процессом во ВНИАЛМИ (ныне ФНЦ агроэкологии РАН) получен очень большой объем многолетней научной информации.

Автор [2] на основе анализа собственного экспериментального материала и обобщения литературных данных по влиянию природных факторов на поверхностный сток талых вод в лесостепной, степной и полупустынной зонах европейской части РФ из всего многообразия факторов (десятки и даже сотни у некоторых авторов) выявить наиболее существенно влияющие на него. Ими являются только снегозапасы, увлажнение мерзлой почвы и глубина её промерзания. Остальные можно не учитывать при оценке стока. В результате анализа был открыт закон лимитирующих факторов стока талых вод. Он формулируется так: «**При некотором минимальном значении одного из трех лимитирующих факторов (снегозапасы, глубина промерзания и влажность почвы) поверхностный сток не формируется независимо от уровня двух других».** Если почва талая или промёрзла до глубины не более 50 см, сток не формируется независимо от уровня её

увлажнения и количества снегозапасов. При увлажнении верхнего (0-50 см) слоя почвы до уровня менее 70-130 мм (по зонам) сток не формируется независимо от глубины промерзания почвы и снегозапасов. При уровнях факторов выше лимитирующих, сток зависит от увлажнения почвы и запасов воды в снеге. Для этих случаев разработаны модели формирования стока. Они опубликованы в работе [3].

Опираясь на выявленные закономерности и связи, можно рассчитывать поверхностный сток талых вод по уравнению (патент № 2347222 [4]:

(1)

где Y – слой стока с сельскохозяйственных угодий, мм; Yai– слой стока с i-того агрофона (зябь, озимые, многолетние травы и др.), который определяется по уравнениям связи стока с природными факторами, мм [3];Sai – соответственно площадь этих агрофонов, га.

Е. А. Гаршиневым [5] в развитие разработок А. С. Козменко и Г. П. Сурмача уточнены условия образования эрозионно-аккумулятивных форм рельефа, разработана логико-графическая схема эволюции склонов в ходе эрозионно-аккумулятивного процесса. Им обосновано, что форма склонов является адекватным выражением этого процесса, и предложено выражать функцию формы склона посредством логистического уравнения (логофункции – ЛФ), описывающего связь отметок склона с их длиной. Таким образом, найдено универсальное математическое выражение для описания выпукло-вогнутых склонов как результата проявления эрозионно-гидрологического процесса [3]:

$$H = (H_{max} – H_{min}) / (1 + \exp(-a + bL)) + H_{min}, \quad (2)$$

где H, H_{max}, H_{min} – текущая отметка, максимальная и минимальная асимптоты поверхности склона; L – расстояние от водораздела; a и b – параметры.

По его мнению, закон, описывающий форму склона и эрозионно-аккумулятивный процесс, един. На этой основе им разработано уравнение для расчета смыва [3]:

$$W_т = L[K]h^s(\varphi_1 P^2)^m L^n, \quad (3),$$

где L – коэффициент, учитывающий размерность, пропорциональность и противоэрозионную стойкость агрофона; [K] – произведение коэффициентов, учитывающих почвенные условия и эффективность почвозащитных приёмов;h – слой стока;$\varphi_1 = bc\varphi / \Delta H$; $c = \exp(a)$; $\Delta H = H_{max} – H_{min}$; $\varphi = \exp(-bL)$;m, n,s -($m \approx 1…2$; $L \approx 0{,}5…1$; $s = 0{,}96$).

Для целей ландшафтного земледелия важно добиться снижения эрозии до допустимого предела, когда интенсивность почвообразования превышает интенсивность эрозии. Используя это уравнение, рассчитывается положение точки на склоне, где величина смыва достигает допустимого предела. В этой точке предусматривается создание первой лесополосы или другого противоэрозионного рубежа. Затем выполняется расчет следующих рубежей.

Расчет расстояний между лесополосами выполняется по уравнению [6]:

$$L_{mni} = (L_{di}+L_b) \leq L_{ci} \leq L_{p,} \quad (4)$$

где L_{di} – отрезок склона, на котором смыв достигает допустимой величины, м i – порядковый номер лесной полосы и межполосного пространства, L_b – ширина прилегающих к опушкам лесополосы поясов, где темпы почвообразования превышают темпы смыва, м, L_{ci} – расстояние между основными лесными полосами с учетом уменьшения дальности их ветрорегулирующего влияния на склонах, м, L_p – расстояние между лесными полосами на участке с эрозией ниже допустимой величины.

Эти и другие теоретические и эмпирические модели служат основой для разработки систем управления эрозионно-гидрологическим процессом. Создание такой системы сводится к решению общей задачи оптимального управления ландшафтом и реализуется путем последовательного решения частных задач (рисунок): расчет поверхностного стока по уравнению 1, расчет смыва почвы по уравнению 2, расчет расстояний между стокорегулирующими лесополосами (рубежами) по уравнению 3, осуществление адаптивно-ландшафтной организации территории землепользования.

Рисунок. - Технология разработки системы управления эрозионно-гидрологическим процессом и адаптивно-ландшафтное обустройство территории водосборов (обозначение символов уравнений приведено в тексте).

Выполненные теоретические разработки и созданные математические

моделивлияния природных факторов на формирование поверхностного стока талых вод и смыва почвы позволили нам разработать высокоэффективные приемы, технологии и систему управления эрозионно-гидрологическим процессом в системе земледелия. Основой (каркасом) адаптивно-ландшафтной системы земледелия является противоэрозионная организация землепользования которая предусматривает типизацию земель (выделение контуров по однородным агроэкологическим условиям) и определение характера их использования, а также применение на них соответствующих технологий, приемов и мероприятий, обеспечивающих нормальное функционирование агроэкосистем. Критериями для выделения разных групп земель являются: характер гидрологических и эрозионных процессов, состояние почв, местонахождение в рельефе, доступность для механизации и др. В рамках этой организации определяется система севооборотов, структура посевных площадей, система обработки почвы и почвозащитные технологии возделывания сельскохозяйственных культур, система лесомелиоративных мероприятий, система удобрений и защиты растений, лугомелиоративные и гидротехнические мероприятия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Барабанов А.Т., Гаршинев Е. А. Методика изучения способов сочетания лесомелиорации с другими элементами систем земледелия при контурной организации территории. – Волгоград, 1987. – 45 с.
2. Барабанов А.Т., Панов В. И. К вопросу о прогнозе поверхностного стока талых вод в лесостепной и степной зонах //Аридные экосистемы, 2012.–Том 18. – № 4 (53). – С. 22-27.
3. Барабанов А. Т. Закономерности формирования поверхностного стока талых вод, его прогноз и регулирование // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2012. – № 1.
4. Способ прогнозирования поверхностного стока талых вод (соавт. А.Т. Барабанов, Е. А. Гаршинев, К.Н. Кулик): пат. № 2347222 РФ, заявитель и патентообладатель ГНУ ВНИАЛМИ. – Заявка № 2009126879/12; заявл. 24 июля 2006 г., опубл. 20.02. 2009 г.Бюл. №5. – 3 с.
5. Гаршинев Е. А. Эрозионно-гидрологический процесс. Теория и модели. – Волгоград: ВНИАЛМИ. – 1999. – 196 с.
6. ГаршиневЕ.А. Противоэрозионная лесомелиорация и эволюция эрозионно-гидрологического процесса: автореф. дис…. доктора с.-х. наук. – Волгоград, 1995. – 48 с.

УДК 631.6.02

ПРОГРЕСС ЗА 50 ЛЕТ В МОДЕЛИРОВАНИИ ЭРОЗИИ ПОЧВЫ

Ю.П. Сухановский, С.И. Санжарова, В.А. Вытовтов,
А.В. Прущик, А.Г. Титов
ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск
soil-er@kursknet.ru

Изложено развитие физического и математического моделирования эрозии почвы за 50 лет. Проведено сравнение полученных результатов с лучшими зарубежными аналогами. Описано введение в эксплуатацию экспериментальных установок аэрогидродинамического комплекса ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии, а также проведённые на них исследования.

В 30-х годах прошлого века в США в больших масштабах проявилась ветровая и водная эрозия почвы. По инициативе президента США Рузвельта была создана Служба охраны почв и начались на государственном уровне исследования и принятие мер по защите почв от эрозии. Была создана сеть метеорологических станций, включающих стоковые площадки для наблюдений за эрозией почвы. Эта сеть существует в настоящее время. Аналогичное произошло в Советском Союзе, но позже на три десятилетия. 50 лет назад было принято Постановление ЦК КПСС и СовМина СССР от 20.03.1967 № 236 “О неотложных мерах по защите почв от ветровой и водной эрозии”. В Постановлении указано, что борьба с эрозией почв является одной из важнейших государственных задач, решаемых за счёт государственного бюджета. Было предусмотрено проведение научных исследований, разработка проектов противоэрозионных мер и их внедрение.

В защите почв от эрозии особое место занимает моделирование эрозионных процессов. Это понятие включает в себя разработку моделей этих процессов и использование моделей для исследования самих процессов (фундаментальные исследования) и для принятия необходимых практических мер (прикладные исследования). В пользу необходимости заниматься моделированием существует принцип: эксперименты лучше проводить на моделях, а не на природе и не на обществе.

Все исследования условно делят на теоретические и экспериментальные. Математическое моделирование относят к теоретическим исследованиям, а физическое моделирование – к экспериментальным. Главной особенностью физического моделирования является то, что эксперименты проводят в управляемых условиях на физических моделях (макетах), а полученные результаты, применяя критерии подобия, используют для оригиналов. Например, физическим моделированием является продувка в аэродинамических трубах моделей (макетов) самолётов, автомобилей и др. Для экспериментальных исследований эрозии почвы чаще всего использовали разные конструкции дождевальных установок, гидравлических каналов (гидролотков) и аэродинамических труб.

Прошедшие 50 лет можно условно разделить на два характерных периода: первый – с момента принятия Постановления (1967 г.) и до ввода в эксплуатацию аэрогидродинамического комплекса ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии (1988 г.). Второй период – по настоящее время. Далее проведено сравнение исследований в СССР и затем в России с аналогичными исследованиями в США, которые были лидером в этой области.

Первый период с 1967 г. – исследования эрозии почв. Для первого периода характерно следующее. В США основное внимание было уделено математическому моделированию дождевой эрозии (для решения практических задач). Продолжалось накопление данных наблюдений на стоковых площадках сети метеорологических станций, проводился статистический анализ этих данных, предлагались эмпирические зависимости для эрозионных потерь почвы. В 1978 г. при разработке широко известного эмпирического Универсального уравнения эрозионных потерь почвы (USLE) были использованы данные в количестве 10 тыс. годо-пунктов. Также проводили экспериментальные исследования с использованием дождевальных установок для вариантов, которые не входили в программу метеорологических станций. Большое внимание уделяли экспериментальным исследованиям удара дождевых капель о почву. В 1970-х годах американские учёные пришли к выводу: необходимо разрабатывать физически обоснованные (на основе фундаментальных принципов) математические модели дождевой эрозии. Такая работа началась в университетах разных штатов. Координатором была Национальная лаборатория эрозии почв. Территория США была подвержена в значительно меньшей степени эрозии почвы при снеготаянии, чем территория СССР.

В СССР не было подобной сети для наблюдений за дождевой эрозией и эрозией при снеготаянии. В мире больше внимания уделяли дождевой эрозии. Поэтому в СССР экспериментальные и теоретические исследования были ориентированы чаще на разработку физически обоснованных математических моделей дождевой эрозии, которые не были доведены до широкого практического использования. Для расчёта потерь почвы использовали простые эмпирические зависимости для единичных событий (для слоя стока одного дождя или для одного периода весеннего снеготаяния). Для расчёта среднемноголетних потерь почвы принимали слой стока, соответствующий определённой вероятности превышения. К сожалению, не проводили оценки погрешностей математических моделей (по причине отсутствия необходимых данных наблюдений за смывом почвы).

В СССР и в США десятилетия существовала нерешённая проблема: как данные, полученные при дождевании, использовать для естественных дождей? Для решения этой проблемы необходимо было найти критерии подобия для дождевых осадков, т.е. отсутствовало физическое моделирование.

Второй период с 1988 г. – экспериментальные исследования. В 1988 г. была создана лаборатория моделирования эрозионных процессов. Перед ней

была поставлена задача – ввести в эксплуатацию экспериментальные установки аэрогидродинамического комплекса ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии. Эти установки (кроме дождевальной) были уже спроектированы и изготовлены сотрудниками ВНИИЗиЗПЭ.

К тому времени сложились два противоположных представления об этих установках. Первое – они нужны для понимания эрозионных процессов и для принятия адекватных мер по защите почв от эрозии. Второе – установки не нужны, а затраты на их создание причинили вред народному хозяйству. Эти противоположные представления объединяло одно – не было известно, что дальше делать с установками. Решение этой задачи возложили на созданную лабораторию. Нужно было в короткий срок решить две сложных проблемы: первая – разработать методологию проведения экспериментальных исследований на этих установках; вторая – обеспечить (исходя из методологии) установки измерительными системами (приборами) и ввести их в эксплуатацию. Специалистов по этим проблемам не было. Ниже приведено краткое описание того, что было сделано для этих установок.

Необходимо заметить, что в то время только начали появляться персональные компьютеры типа “Искры” производства Курского завода “Счётмаш”. Внешним носителем памяти были магнитные ленты для кассетных магнитофонов. Не было специалистов для работы на этих компьютерах.

Аэродинамическая труба замкнутого типа спроектирована и изготовлена под руководством Мясникова Юрия Алексеевича (канд. техн. наук по специальности механизация). По заказу нашей лаборатории Агрофизический институт изготовил датчики измерения мгновенных скоростей воздушного потока (на основе терморезисторов) с выводом сигнала на самописец. Пискунов Андрей Николаевич заменил самописец на аналого-цифровой преобразователь и разработал программное обеспечение. Это позволило записывать значения мгновенных скоростей в память персонального компьютера и в дальнейшем проводить анализ огромного количества этих данных. Для аэродинамической трубы были измерены эпюры скоростей и степень турбулентности воздушного потока. Используя эту же измерительную систему, были проведены аналогичные измерения в полевых условиях. Результаты показали, что в обоих случаях степень турбулентности была примерно одинаковой. Это показывает высокое качество воздушного потока, создаваемого установкой. После этого началось проведение экспериментов на аэродинамической трубе (влияние на воздушный поток разных конструкций лесных полос, ориентации склона, стерни, а также определение критических скоростей для отрыва частиц).

Дождевальная установка. До 1988 г. планировалось изготовить дождевальную установку (ДУ) с использованием электрических клапанов для образования прерывистых струй воды, которые распадались на водяные капели. Проведённый лабораторией анализ привёл к выводу, что нужно отказаться от такой конструкции по причине высокой электрической

опасности при работе персонала и низкой надёжности работы большого количества клапанов. Был изобретён простой способ образования капель воды одинакового размера. На основе этого способа была довольно быстро изготовлена ДУ с площадью орошения 5х5 $м^2$ (капли падали с одинаковой высоты). Это дало возможность начать проводить эксперименты на 3-х гидролотках (каждый размером 5х5 $м^2$) под названием “Агроплощадка”. Позднее на этом же принципе были изготовлены три лабораторно-полевые ДУ, на которые получены патенты на изобретение. Эксперименты с использованием ДУ проводили в лабораторных и в полевых условиях Курской области, Ставропольского и Краснодарского края (исследовали влияние разных факторов на смыв почвы и на впитывающую её способность, а также, совместно с лабораторией агрохимии, исследовали вынос со склона биогенных веществ и радионуклидов). Полученные экспериментальные данные были также использованы при поиске критериев подобия для искусственных и естественных дождей, а также при изобретении новых более совершенных конструкций дождевальных установок.

Морозильная камера с гидролотком для исследования эрозии почвы при весеннем снеготаянии (его размеры: длина 3,0 м, ширина 1,5 м, высота 0,75 м, объём 3,3 $м^3$). По заказу нашей лаборатории Агрофизический институт разработал и изготовил систему для измерения температуры на разной глубине почвы в гидролотке. Сигналы датчиков после аналого-цифрового преобразователя записывались в памяти компьютера. Динамику температуры в разных точках почвенного образца можно было наблюдать на дисплее в реальном времени, находясь не в морозильной камере, а в комфортном помещении. Также для гидролотка по нашему заказу гидрофизическая лаборатория Государственного гидрологического института разработала и изготовила устройство для измерения влажности почвы на основе радиоактивного изотопа цезий-137. Ими же было разработано для нас программное обеспечение для расчёта динамики влажности и температуры в почве гидролотка. Используя эту компьютерную программу, можно было планировать эксперимент и сравнивать измерение с расчётом. После этого начались эксперименты, которые дали много информации о процессах замораживания почвы и её оттаивания при наличии поверхностного потока охлаждённой воды.

Гидролоток “Малый”. Потоки воды, стекающие по поверхности почвы и создающие ручейковую сеть, были изучены слабо. При разработке математических моделей эрозии почвы в то время использовали зависимости из гидравлики открытых потоков воды (каналов с большой глубиной по сравнению с ручейковыми руслами). Для характеристики потоков используют два основных критерия: число Рейнольдса (течение ламинарное, турбулентное или в переходной области) и число Фруда (течение бурное или спокойное). Эти величины в определённых случаях могли быть критериями подобия. На этой установке начались исследования формирования ручейковых русел и гидравлики потоков воды в этих руслах. Также были

проведены исследования по выносу из почвы растворимых форм биогенных веществ.

Гидролоток ПЭС (ПротивоЭрозионная Стойкость почвы). Конструкция гидролотка и методика проведения экспериментов разработаны кафедрой эрозии почв МГУ. Установка предназначена для определения критической (размывающей) для почвы донной скорости потока воды, которая характеризует противоэрозионную стойкость почвы. Эта установка была изготовлена ранее в другой лаборатории ВНИИЗиЗПЭ и перевезена в аэро-гидродинамический комплекс. Для измерения эпюр скоростей (их распределений по глубине потока воды) мы изготовили миниатюрные трубки Пито. Первые эксперименты показали недостатки конструкции и методики. Для их устранения на стеклянном дне гидролотка мы создали шероховатость, а для оценки донной скорости стали использовать измеренные эпюры скоростей (раньше использовали зависимости, которые не соответствовали измеренным эпюрам). Для многих разных почвенных монолитов определены размывающие скорости. Также были найдены инженерные решения, которые обеспечили использование этой установки для размыва замороженных почвенных монолитов охлаждённой водой до +1 ÷ +2^{o}C. Получены ценные данные для понимания эрозии оттаивающих почв.

Было организовано перспективное направление исследований (Горин Владимир Борисович, канд. техн. наук) – применение фотограмметрического метода для оценки объёмов эрозионных размывов и оценки шероховатости поверхности почвы. Использовали аэрофотоаппарат АФА-39 и автоматизированный стереокомпаратор фирмы “К. Цейс Йена” с устройством сопряжения с персональным компьютером. По специальной компьютерной программе для выбранных точек на снимке рассчитывали 3-х мерные координаты. Эти координаты точек можно использовать для решения разных задач. Мы оценивали геометрическую шероховатость поверхности почвы. Проводили стереофотосъёмку поверхности почвы и оценивали её шероховатость до и после дождевания. Также проводили стереофотосъёмку с дельтаплана (оператор - Таланов Сергей Петрович). Фотографировали участки полей ОПХ ВНИИЗиЗПЭ, на которых были эрозионные размывы почвы.

Все указанное выше было сделано за 5-6 лет. После развала СССР, по причине прекращения финансирования и увольнения сотрудников, не успели ввести в эксплуатацию два гидролотка – “Водосбор” и “Секционный”. По этой же причине были прекращены работы почти по всем экспериментальным направлениям. Осталось только дождевание стоковых площадок (расширяли круг решаемых задач, уменьшали затраты на проведение экспериментов и изобретали новые дождевальные и вспомогательные установки).

Второй период с 1988 г. – математическое моделирование. Разработка математических моделей всегда ориентирована на решение конкретных задач. При вводе установок в эксплуатацию перед математическим

моделированием была поставлена первая задача: найти критерии подобия для дождей.

Задача № 1: поиск критериев подобия для искусственных и естественных дождей. По аналогии с известным в гидродинамике физическим моделированием было использовано понятие “подобные дожди”. Это разные дожди, которые при выпадении на одну и ту же почву производят одинаковый эффект (в нашем случае одинаковый смыв почвы со стоковой площадки).

Нужно было найти такую характеристику дождя, при одинаковом значении которой разные дожди образуют одинаковый смыв почвы. Эта характеристика и является критерием подобия дождей относительно смыва почвы.

Используя понятие “поток энергии” в механике сплошных сред, была получена эрозионная характеристика (A) дождя с постоянной интенсивностью (I) и с одинаковыми диаметрами (d) и скоростью падения (V) капель: $A=\rho V I^2 t/2$, здесь ρ - плотность воды; t – продолжительность дождя. Скорость V можно рассчитать с высокой точностью, зная d и высоту падения капель. Все значения параметров дождя можно оценивать, не прибегая к дорогостоящему оборудованию для определения спектров дождевых капель (распределений их по размеру и скорости падения). Используя зависимость для A, для естественных дождей была получена зависимость для эрозионного индекса дождя AI (2002, 2003). Они связаны соотношением: AI(т-м/га) = 2,3x$10^4$$A$(Дж/м^2). Было доказано, что A и AI являются критериями подобия не только относительно смыва почвы, но и относительно впитывающей способности почвы. Используя соотношение между ними, можно зависимости, полученные по данным дождевания, использовать для любых естественных дождей (заменив A на AI). Разработку конструкций новых ДУ проводили на основе этих критериев.

Это был результат выше мирового уровня. Мы первыми нашли критерии подобия. Используя критерии, дождевание стоковых площадок стало методом дождевания в физическом моделировании дождевой эрозии почвы.

Задача № 2: разработка физически обоснованной математической модели дождевой эрозии почвы. К началу второго периода нам и американским коллегам было понятно, что такая модель должна включать в себя 4 модели. Три модели для единичного дождя должны описывать формирование поверхностного стока, отрыв потоком почвенных частиц и транспортирующую способность потока. Поскольку выпадение дождя является случайным событием, то необходима ещё одна модель, которая должна описывать случайный характер параметров дождевых осадков. Такого типа в США была разработана (и разрекламирована) модель WEPP (WaterErosionPredictionProject – проект прогнозирования водной эрозии, 1995 г.), которая должна была заменить эмпирическое уравнение (USLE). На 1993 г. затраты на разработку этой модели составили примерно 20 млн. долларов США.

После вынужденного большого сокращения экспериментальных исследований больше внимания стали уделять математическому моделированию водной эрозии почвы. Существует искушение – взять готовую модель (с программным обеспечением) и проводить по ней свои расчёты. Однако, прежде необходимо решить две проблемы: первая – доказать, что модель можно использовать для рассматриваемых условий; вторая – обеспечить исходными данными.

Отсутствие решений этих проблем относительно применения модели WEPP для условий России привело к выводу – необходимо разработать свою модель. Такая модель была разработана (2010 г.).

Мы достигли уровня лидера (США) в этом направлении, т.е. многолетнее отставание было устранено.

Задача № 3: разработка физически обоснованной математической модели эрозии почвы при снеготаянии. В проекте WEPP была предусмотрена разработка такой модели, но американским коллегам не удалось это сделать. В рамках Российско-Германского проекта "Волга-Рейн" (1997-2006 гг.) немецкие коллеги упорно настаивали на разработке такой модели. Сначала мы разработали физически обоснованную модель ручейковой эрозии при снеготаянии (2004). Расчёты, используя эту модель, занизили суммарные потери почвы на 33% по сравнению с измеренными на водосборе "Шеферталь" (площадь 1,44 км^2, расположен в 150 км к юго-западу от Берлина). На основе этой модели была разработана уже физически обоснованная модель, описывающая эрозию почвы при снеготаянии (2008 г.).

Это был результат также выше мирового уровня. Мы сделали то, что не смогли сделать американские коллеги – лидеры в области моделирования эрозии почв.

Задача № 4: разработка метода для проверки математических моделей эрозии почвы. В СССР и в России не было сети метеорологических станций, подобных сети в США. Поэтому нет необходимых данных наблюдений для проверки математических моделей водной эрозии почвы. А без проверки опасно использовать модели (и не только модели). Нужен был другой подход к проверке, основанный на имеющейся информации о том, что произошло и за какое время. Такая информация была об изменении за 200 лет мощности гумусового слоя и запасов гумуса в почвах Курской области, подверженных эрозии.

Мы пришли к выводу: чтобы проверить эрозионные модели, необходимо сначала разработать комплексную математическую модель, описывающую динамику трёх почвенных процессов: эрозии, почвообразования и трансформации органического вещества. Такую модель мы разработали (2011 г.). Расчёты показали, что модель за 200 лет занизила мощность гумусового слоя на 13%. Это хороший результат, поскольку мощность этого слоя изменялась (уменьшалась) практически только за счёт эрозии.

Такая проверка является новым элементом в современной методологии математического моделирования эрозии почвы.

Задача № 5: разработка метода долгосрочного прогнозирования эрозии почвы и её последствий. Принятие решений основано на прогнозах. Прогнозирование основано на комплексной модели, описывающей динамику мощности гумусового слоя и запасов гумуса. Можно задавать исходное состояние почвы и сценарий её использования. Результатом расчётов является долгосрочная динамика состояния почвы. Разработанные прогнозы для разных сценариев использования чернозёмов Курской области привели к выводам: 1) при современном земледелии можно только существенно замедлить сокращение оставшихся почвенных ресурсов; 2) эрозионные потери почвы практически невозможно восстановить.

Комплексную модель можно использовать для оценки долгосрочных последствий применения разных технологий при производстве растениеводческой продукции.

Этот результат превышает мировой уровень, поскольку такого рода комплексная модель разработана впервые.

За время проведения активных экспериментальных исследований аэро-гидродинамический комплекс посетило много разных представителей и делегаций из Австралии, стран Азии, Европы и Америки. Были договорённости о проведении совместных исследований и международных мероприятий на базе нашего комплекса. Экономический кризис нарушил все планы.

В настоящее время, по данным РИНЦ, опубликованные работы лаборатории цитированы в 91 журнале, включая 33 англоязычных журнала, издаваемых в разных странах.

Заключение. В “Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации” (Указ Президента РФ от 1.12.2016 г. № 642) определены стратегические проблемы и задачи, решение которых обеспечит развитие государства в будущем. Главным принципом стратегии является рациональное использование всех видов ресурсов. От почвенных ресурсов, которые стремительно сокращаются, зависит продовольственная безопасность и окружающая среда. Для разработки стратегии необходима методология, включающая прогнозирование последствий принимаемых решений. Изложенные выше экспериментальные исследования и моделирование представляют собой развитие методологии для разработки стратегии рационального использования оставшихся почвенных ресурсов.

В Стратегии определено, что в долгосрочной перспективе особо актуальные исследования будут связаны с пониманием природных процессов. Наши исследования связаны с пониманием трёх почвенных процессов: эрозии, трансформации органического вещества и почвообразования.

Таким образом, за прошедшие 50 лет прогресс в моделировании эрозии почвы произошёл в направлении, которое в 2016 году было определено Стратегией.

УДК 631.459

ЭРОЗИЯ ПОЧВЫ В МОЛДОВЕ И ЗАДАЧИ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ВСЕХ СТРАН ДО 2030 ГОДА

Е.С. Кухарук
Институт Почвоведения, Агрохимии и Охраны Почв «Николае Димо»,
г. Кишинэу
ecostrategii@yahoo.com

Охрана земель от эрозии является одним из главных условий для улучшения экономической и экологической ситуации, которая осуществляется на основе научных исследований в мониторинговых полигонах и принципов, излагаемых в различных государственных программах.

Сохранение почвенного покрова, минимализация эрозионных процессов, повышение плодородия почв – один из пунктов Целей Устойчивого Развития, принятых ООН для всех стран мира на 2016-2030 годы.

Почвы являются основным природным ресурсом Молдовы, на использовании которого базируется 75% национальной экономики. Для решения проблем, связанных с потерей сельскохозяйственных земель, интенсивной деградацией почв и ухудшением экологической ситуации, в Молдове были начаты работы по мониторингу качества состояния земельных ресурсов.

Информация о проявлении природных и антропогенных факторов, интенсивности и характере эрозионных процессов была получена путем основания в различных районах страны полигонов для проведения мониторинговых исследований эрозии почв. Природные и антропогенные условия определяют интенсивность процессов почвообразования и, одновременно, степень развития процессов деградации почвенного покрова, а также возникновение различных экологически опасных ситуаций [1]. Экологически опасная ситуация – это ситуация, характеризующаяся наличием негативного изменения состояния окружающей среды под влиянием антропогенных и природных воздействий, сопровождаемых социальными и экономическими потерями [2].

Борьба с эрозией почв может быть успешной только в результате осуществления органической связи противоэрозионных мероприятий с региональными системами сельского хозяйства.

На основе изучения факторов деградации разрабатываются зональные системы противоэрозионных мероприятий, направленных на защиту почв от деградации и повышение плодородия смытых почв.

Расчлененный рельеф и ливневый характер выпадения осадков вызывают интенсивное проявление эрозии почв, и борьба с деградацией земель возможна только в условиях противоэрозионной организации территории и соблюдения необходимого комплекса агротехнических, гидротехнических и фитомелиоративных противоэрозионных мероприятий [3].

Особенностью почвенного покрова земельного фонда с/х назначения Молдовы является преобладание в его структуре чернозёмов (78.4%), которые вместе с лугово-чернозёмными почвами (3.6%) занимают до 82% от общей площади. Вторыми зональными почвами по площади распространения, являются серые лесные (6.5%).

В настоящее время активное развитие эрозии в Молдове связано с большой антропогенной нагрузкой на склоновые земли. Основными антропогенными факторами развития деградации почвенного покрова являются предельная распаханность территории, рубка лесополос, обработка почв вдоль склонов, неправильное размещение дорожной сети, недостаточная защищенность почв растительным покровом, чрезмерная доля пропашных культур в полевых севооборотах, влияние агротехники на уплотнение почвы и несоблюдение противоэрозионных мероприятий.

Приватизация земель привела к усилению процессов деградации почв. Чрезмерное раздробление производственных участков, размещение их вдоль склонов, хозяйствование в условиях экономического кризиса не позволяет новым собственникам осуществлять элементарные мероприятия по охране, мелиорации и рациональному использованию земель [4].

Эрозия почв является главным фактором деградации сельскохозяйственных земель Молдовы. Динамика площадей эродированных земель с/х назначения Молдовы приведена в таблице.

Таблица. - Динамика площадей эродированных почв на землях сельскохозяйственного назначения Молдовы

Степень смытости почв	1965		1995		2015	
	Тыс. га	%	Тыс.га	%	Тыс.га	%
Несмытые	1517.4	71.9	1287	61.0	1461	60
Слабосмытые	302.4	14.3	485.3	23.0	504.8	23
Среднесмытые	195.6	9.3	244.6	11.6	259.3	12
Сильносмытые	96.2	4.5	94.2	4.4	114.2	5
Всего смытых	594.2	28.1	824.1	39.0	878.3	40

Пораженность сельскохозяйственной территории Молдовы эрозией, судя по данным таблицы, увеличилась с 28% в 1965 г. до 40% в 2015 г. Средний прирост площади эродированных земель за 50 лет составляет 5.7 тыс. га ежегодно. Наличие больших площадей слабосмытых почв (505 тыс. га) указывает на большую потенциальную возможность дальнейшего усиления процесса эрозии на землях сельскохозяйственного назначения Молдовы.

Основные принципы борьбы с деградацией земель. Устойчивое социально-экономическое развитие Молдовы возможно только при поддержании на длительное время качественного состояния и производительной способности почв, используемых в сельском хозяйстве, путем предупреждения и борьбы с процессами их деградации [5].

Первый принцип стратегии борьбы с деградацией земельных ресурсов состоит в установлении проблем, причин и осуществлении в определенной последовательности необходимых действий на основании данных кадастра и

мониторинга качественного состояния почвенного покрова. Государство должно предоставить в распоряжение землепользователей объективные данные о качестве почвенного покрова приватизированных участков.

Второй принцип стратегии состоит в использовании земель в соответствии с понятием «экологический лимит территории», характеризующим возможность возобновления природных ресурсов. Этот принцип реализуется через нормы и стандарты, утвержденные законом. Обязательным условием является возмещение экономическими агентами ущерба, причиненного в результате деградации почв и других природных ресурсов и восстановление их качества.

Стандарты и нормы «экологического лимита» устанавливают критерии благоустройства территории, учитывающие необходимость поддержания экологического равновесия, охрану, мелиорацию и рациональное использование почв для обеспечения сельскохозяйственной и лесной деятельности, гарантируя им социально-экономическую стабильность и жизнеспособность на длительное время. Третьим основным принципом стратегии борьбы с деградацией почв и повышения их плодородия является внедрение на всей территории Молдовы системы устойчивого земледелия для сохранения природных ресурсов и, в первую очередь, плодородия почв, приспособления системы «растение – животное» к окружающей среде и поддержания продуктивности почв на высоком уровне в течение длительного времени.

Задачи, которые необходимо решать для реализации перечисленных принципов, следующие:

- разработка и утверждение стандартов и экологических норм по рациональной сельскохозяйственной эксплуатации земель в пределах природных ландшафтов;
- структуризация и реконструкция ландшафтов таким образом, чтобы стимулировать природные процессы, способствующие восстановлению плодородия почв;
- стимулирование исследований в рамках показательных проектов для создания моделей высокоэффективных сельскохозяйственных ферм, в которых бы поддерживалось природное равновесие, соблюдались бы оптимальные нагрузки на почвы с учетом особенностей каждой агропочвоклиматической зоны и системы ландшафта, чтобы не допустить развития процессов деградации;
- использование традиционного опыта в гармонии с современными технологиями рационального использования почв;
- создание на государственном и местном уровнях единой иерархической системы управления, контроля, охраны земельного фонда и регламентации земельных отношений;
- введение финансовой, бюджетной и законодательной системы, благоприятной как для социально-экономического благосостояния

населения, так и для охраны окружающей среды и природных (почвенных) ресурсов;
- государственное регулирование деятельности экономических агентов через законы, стандарты и единые нормы по охране окружающей среды и почвенного покрова;
- изменение политики рынка и цен, которая обеспечивала бы средства для охраны почвенного покрова;
- практическая реализация совокупности юридических, политических и экономических механизмов по регулированию и стимулированию на государственном и местном уровнях проведения мероприятий по охране, мелиорации и рациональному использованию почв, в первую очередь, налоговых и экономических (снижение или отмена земельного налога, предоставление выгодных кредитов);
- установление, внедрение и слежение за мерами по предупреждению и борьбе с различными формами деградации почв, с учетом технологической и финансовой ответственности;
- создание инфраструктуры для материально-технического обеспечения работ по мелиорации деградированных земель;
- создание необходимой инфраструктуры для обучения, воспитания и пропаганды, которая способствовала бы освоению местным населением необходимых навыков для предотвращения и борьбы с деградацией, охраны и рационального использования почв.

Выводы

Для комплексной системы мониторинга эрозионных процессов и борьбы с эрозией почв необходимы гидрологические и эрозионные исследования почв на склоновых землях. Гидрологические исследования дают более точное представление о размерах противоэрозионных работ и максимальных объемах твердых и жидких стоков. Эрозионные исследования почв проводятся в рамках почвенного картографирования, результаты которого составляют основу для организации противоэрозионных мероприятий территории и оценки техногенно-экологической безопасности Молдовы и её аграрных экосистем.

Данная работа выполнена в рамках проекта: UNDP «Evaluation of eroded soil's improvement in the Nistru river for organic farming and poverty reduction», nr. 00094646, 09.2016-02.2017.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Программа освоения деградированных земель и повышения плодородия почв. Часть 1. Мелиорация деградированных земель: [программа / отв. ред. С.В. Андриеш]. – Ch.: Pontos, 2005. –с. 7-29.
2. Бринчук М.М. Экологическое право: учеб. 2-е изд. / Бринчук М.М. - :Юристь, 2003. – 556 с.
3. Eroziunea solului si metode de combatere: îndrumar / [Cnstantinov I., Krupenikov I., Boaghe L., Dobrovolschi G.]. – Ch.: Tipografia Centrală, 2003. P. 34-57.
4. Лях Т.Г. Освоение деградированных земель и повышение плодородия почв - основа устойчивого развития сельского хозяйства Молдовы: сб. статей по материалам

междунар. конф. «Управление бассейном трансграничной реки Днестр в рамках бассейнового Договора», 20-21 сентября 2013 г., Кишинев, / Eco-Tiras.- Ch.: Elan Poligraf, 2013. – P. 223-227.
5. Программа освоения деградированных земель и повышения плодородия почв. Часть II. Повышения плодородия почв: [программа / отв. ред. С.В. Андриеш]. – Ch.: Pontos, 2005. – С. 7-30.

УДК 631.417:631.445.4

ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ЧЕРНОЗЁМНЫХ ПОЧВ ЦЧР ПРИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ: ТРАНСФОРМАЦИЯ, УСТОЙЧИВОСТЬ И ПУТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ

Н.П. Масютенко
ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск
vninp@kursknet.ru

Органическое вещество чернозёмов отличается своей уникальностью. Вопросы его изучения и трансформации были всегда в центре внимания почвоведов. Работы многих ученых посвящены исследованию гумусовых веществ чернозёмов Центрально-Чернозёмного района и их трансформации в процессе сельскохозяйственного использования (Докучаев В.В.,1883; Тюрин, 1937; Кононова, 1963; 1972; Орлов, 1974; Пономарева, Плотникова, 1980; Адерихин, 1964; Ахтырцев, 1987; Когут, 1982, 1998; Наконечная, Явтушенко, 1989; Опенлендер, 1978; Щербаков, Шевченко, 1986 и многие др.).

В.В. Докучаев (1883) придавал большое значение гумусу как компоненту, исключительно важному для генетической диагностики почв, и как источнику плодородия. В.В. Докучаев установил географические закономерности гумусообразования, составил карту изогумусовых полос чернозёмной зоны Европейской части Российской империи. По В.В. Докучаеву, чернозёмная зона по содержанию гумуса распадается на пять полос, вытянутых с северо-востока на юго-запад, изменяющихся с запада на восток: на юго-западе 4-5%,в центральных районах – 7-10%, в Заволжье – 10-16%.

Для сравнительного изучения качества органического вещества типичных почв СССР И.В. Тюриным был предложен метод определения фракционно-группового состава гумуса, который в различных модификациях успешно используется и до настоящего времени для решения генетических и классификационных задач почвоведения (1965). Чернозёмы характеризуются максимальным относительным и абсолютным содержанием группы гуминовых кислот, а содержание гуминовых и фульвокислот в них почти одинаково, тогда как в подзолистых почвах содержание фульвокислот в 2-3 раза и более превышает таковое гуминовых кислот.

М.М. Кононова (1963) отмечала, что, с одной стороны, “преобладание в составе гумуса чернозёмов гуминовых кислот сложной природы со слабовыраженными гидрофильными свойствами придает гумусу облик

инертности", а с другой стороны, "… органическая часть почвы в процессе освоения и окультуривания, несомненно, меняется…".

Детальное изучение содержания, состава и свойств органического вещества чернозёмов было проведено В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой (1980). Они считали, что "в химическом смысле гумус чернозёмов можно считать наиболее совершенным почвенным органо-минеральным новообразованием". Его органический компонент, возможно, приближается по своей химической структуре к индивидуальным химическим соединениям, настолько определённы его химические свойства, однороден в пределах гумусового горизонта его состав, и резко он отличается от состава и структуры исходных растительных остатков. В его составе абсолютно преобладают черные гуминовые кислоты, связанные с Са. Среди гуминовых кислот разных типов почв они отличаются максимальным содержанием углерода, наивысшей оптической плотностью, наибольшей растворимостью в воде, максимально выраженным сродством с Са".

В современных условиях необходимо исследование трансформации органического вещества почвы под влиянием сельскохозяйственного использования. С вопросами трансформации органического вещества почвы тесно связана проблема его устойчивости. Цель данной работы - исследование трансформации и устойчивости органического вещества в чернозёмных почвах ЦЧР, определение путей регулирования их гумусного состояния.

Наши исследования проводились в многофакторном полевом опыте, заложенном в опытном хозяйстве ВНИИЗиЗПЭ в 1984 году, в бессменных посевах, в агроландшафтах (пашня, луг, лесополоса, залежь) на склонах северной и южной экспозиции и водораздельном плато, в Центрально-Чернозёмном государственном биосферном заповеднике на чернозёме типичном мощном в некосимой степи, на пастбище и в бессменном пару. Объектами исследований были чернозёмы типичные и выщелоченные тяжело- и среднесуглинистые разной степени эродированности, сформированные на лессовидных отложениях суглинистого гранулометрического состава богатых Са и основными элементами питания. Содержание гумуса определяли по методу И.В.Тюрина в модификации Б.А. Никитина со спектрофотометрическим окончанием по Д.С.Орлову и Н.М. Гриндель (Б.А. Никитин, 1983), лабильные гумусовые вещества и их состав – в 0,1н вытяжке NaOH по методике Почвенного института с предварительным компостированием(1984), групповой и фракционный состав гумуса – по схеме И.В. Тюрина в модификации В.В. Пономарёвой и Т.А. Плотниковой (1980), негумифицированное органическое вещество (НОВ) – методом монолитов с последующим отмыванием на ситах (Доспехов и др., 1987), гранулоденсиметрический анализ - по методу Шаймухаметова, Травниковой (1984).

Проведенные нами исследования показали, что в настоящее время содержание гумуса в чернозёмных почвах ЦЧР в зависимости от подтипа

колеблется от 5,0% в южных до 8,2% в типичных чернозёмах. В пахотных почвах интенсивность и величина трансформации органического вещества почвы определяется видом землепользования, системой земледелия, эрозионными процессами.

При сельскохозяйственном освоении целинные почвы на плакорах в условиях дефицитного баланса гумуса вследствие недостаточного поступления в почву свежего органического вещества, повышенной минерализации его и гумусовых веществ из-за обработок потеряли20-30% гумуса, при насыщении севооборотов пропашными, недостаточном возделывании многолетних трав, потеряли 30-45% гумуса. На склонах в условиях интенсивного проявления эрозионных процессов потери гумуса в пахотных почвах могут достигать свыше 70% от запасов его в целинной почве.

Увеличение степени агрогенного воздействия на чернозём типичный в ряду: лесополоса > залежь > зерновой севооборот > зернотравяной севооборот > зернопаропропашной севооборот>бессменный пар, - приводит к снижению содержания и запасов гумуса в слое 0-25 см, соответственно, в 1,4 и 1,2 раза от 6,7% до 4,65% и от 164,8 до 137,7 т/га.

В чернозёме типичном мощном среднегумусном тяжелосуглинистом на пашне в слое 0-25 см уровень содержания гумусовых веществ ниже, чем на целине, на 39-52% в зависимости от степени эродированности почв и местоположения их в рельефе (табл.1).

Таблица 1. Содержание гумуса в чернозёме типичном в зависимости от использования и степени эродированности (в слое 0-25 см)

Угодье	Степень эродированности	Гумус, %
Целина	неэродированный	9,24±0,15
Пашня	неэродированный	5,65±0,25
	слабосэродированный	4,95±0,25
	среднеэродированный	4,44±0,20

Фракционно-групповой состав гумуса чернозёма типичного изучаемых угодий в зависимости от степени агрогенной нагрузки имеет свои особенности. При минимальной агрогенной нагрузке в лесополосе и на залежи в слое почвы 0-25 см эти особенности определяются видом растительности. В лесополосе по сравнению с залежью и пашней с севооборотами отмечено снижение содержания гуминовых кислот и гуминовых кислот, связанных с кальцием, повышение содержания фульвокислот и гуминовых кислот, связанных с подвижными окислами. Бессменное возделывание многолетних трав способствует высокому содержанию в составе гумуса гуминовых кислот в слое почвы 0-25 см за счет повышенного содержания всех их фракций. В почве на пашне с зернопаропропашным севооборотом по сравнению с залежью в составе гумуса в слое 0-25 см чернозёма типичного наблюдается снижение содержания гуминовых кислот и фульвокислот и увеличение

негидролизуемого остатка (гумина), что свидетельствует о замедлении процессов гумусообразования и об усилении минерализации гумуса.

Нами установлено, что при увеличении антропогенных нагрузок на почву в зависимости от вида использования изменяется содержание органического вещества в чернозёме типичном, соотношение его компонентов и особенно активного пула. Увеличение степени агрогенного воздействия на чернозём типичный в ряду: лесополоса > залежь > зерновой севооборот > зернотравяной севооборот > зернопаропропашной севооборот >бессменный пар, - приводит к снижению содержания лабильных гумусовых веществ (ЛГВ) в слоях почвы 0-25 см и 25-50 смв 2,6-3,1 раза, а запасов негумифицированного органического вещества в 3,0-4,2 раза.

Содержание лабильных гумусовых веществ в слое 0-20 см чернозёма типичного в слабоэродированной почве снижается на 24%, а в среднеэродированной - на 45% по сравнению с неэродированной. Особенно резкое снижение ЛГВ (на76%) отмечается в слое 30-40 см среднеэродированной почвы по сравнению с неэродированной, а в слабоэродированной – в слое 50-60 см на 42%.

Проведенное обобщение материалов собственных экспериментальных исследований позволило выявить следующие закономерности агрогенной трансформации содержания, состава и природы лабильных гумусовых веществ чернозёмов (Масютенко, Когут, Татошин, 1990; Масютенко, 2012; Когут, Артемьева, Масютенко, 2017):

1. Под влиянием длительного применения удобрений и гидротермических условий года достоверно увеличивается содержание и состав лабильных гумусовых веществ, содержание азота в препаратах лабильных гуминовых кислот снижается. На содержание лабильных гумусовых веществ гидротермические условия года влияют в большей степени, чем удобрения.
2. Дифференциация лабильных гумусовых веществ в пахотном слое при безотвальной обработке, по сравнению со вспашкой, выражена более значительно, чем общего содержания гумуса.
3. При безотвальной обработке максимальная концентрация лабильных гумусовых веществ отмечается в 0-10 см слое и достоверно превосходит таковую при отвальной.
4. Содержание азота в лабильных гуминовых кислот при безотвальной обработке в слое 0-10 см было достоверно ниже, чем таковое при отвальной.

Одним из направлений оценки трансформации органического вещества при сельскохозяйственном использовании почв является изучение продуктов взаимодействия органических и минеральных составляющих почв. Образование таких продуктов обусловливает прочность закрепления компонентов органических (гумусовых) веществ и направление их изменения под влиянием агротехнических приемов. Методы физического фракционирования и, в частности, метод гранулоденсиметрического фракционирования, предложенный М. Шаймухаметовым с соавторами (1984)

и использованный в данной работе, позволяют выделить эти компоненты в наименее измененном виде по отношению к естественному состоянию.

Доля илистых фракций в типичном чернозёме составляет 29,6-33,6%, а легких фракций - 3,4-10,8% от массы почвы. При увеличении антропогенной нагрузки на почву количество легких фракций снижается. Это свидетельствует о том, что масса легких фракций более подвержена трансформации под воздействием антропогенных нагрузок, чем таковая илистых фракций. Если в почвах целинной степи и пастбища масса легких фракций составляет от массы илистой фракции 27-36%, то на пашне с севооборотом и в бессменном пару в 2,7-3,0 раза меньше (10-12%). Однако небольшая масса легкой фракции из-за высокой концентрации углерода во фракции с плотностью < 1,8 г/см^{3}аккумулирует в себе на целине и пастбище 28,5-33,3% общего органического углерода почвы, а на пашне с севооборотом и бессменным паром - на 16-20 относительных процентов меньше (табл.2). Следует отметить, что 39-51% углерода легкой фракции чернозёма типичного представлено трудноразлагаемым органическим веществом. На бессменном пару илистые фракции чернозёма типичного обеднены органическим С по сравнению с целиной.

Таблица 2. Содержание органического С в почве
и в гранулоденсиметрических фракциях чернозёма типичного, %

Вариант	Содержание органического С в почве, %	Фракция	С фракции, % от		
			массы фракции	массы почвы	$С_{орг}$ почвы
Целинная степь	5,44	<1мкм	9,29	1,65	30,3
		1-2мкм	11,67	1,62	29,8
		1,8-2г/см³	7,84	0,30	5,5
		< 1,8г/см³	33,17	1,55	28,5
		остаток	0,21		
Пастбище	5,02	<1мкм	8,46	1.50	29,9
		1-2мкм	11,11	1.33	29,5
		1,8-2г/см³	8,24	0.45	9,0
		< 1,8г/см³	31,63	1.67	33,3
		остаток	0,17		
Севооборот	3,43	<1мкм	5,95	1,16	33,8
		1-2мкм	8.71	1,23	35,9
		1,8-2г/см³	5,69	0,09	2,6
		< 1,8г/см³	38,20	0,95	27,7
		остаток	0,11		
Бессменный пар	3,05	<1мкм	5.82	1.10	36,1
		1-2мкм	8,39	1.18	38,7
		1,8-2г/см³	4,92	0.07	2,3
		< 1,8г/см³	36,76	0.75	24,6
		остаток	0,11		

По мере увеличения интенсивности антропогенного воздействия наряду с уменьшением содержания общего углерода в почве увеличивается количество органического углерода в илистых фракциях, т.е. органического

вещества, прочно связанного с минеральной частью почвы (глинистыми минералами и оксидами – гидрооксидами Fe и Al).

С вопросами трансформации органического вещества почвы – тесно связана проблема его устойчивости. Понятие "устойчивости" в природе относительно. Более общим понятием является "изменчивость", представляющее всякое движение и взаимодействие, переход из одного состояния в другое. Устойчивость же представляет изменчивость в пределах определенной области. Под устойчивостью органического вещества почвы понимается способность его многокомпонентной системы поддерживать структуру и стабильное функционирование в относительно неизменном состоянии (в определенных пределах изменчивости) в условиях возмущающих внешних воздействий. Управляемыми возмущающимися внешними воздействиям и для органического вещества пахотных почв являются агрогенные факторы: севообороты, система удобрений, обработка почвы и т.п.

Исходя из положений Д.С. Орлова (1990) и А.Д. Фокина (1995) о наличии двух групп компонентов почвы, обладающих противоположными свойствами и обеспечивающими её устойчивость, и представлений об органическом веществе почвы как открытой системе, состоящей из инертного гумуса, лабильных гумусовых веществ, негумифицированного органического вещества (НВ) следует, что каждый её компонент, относясь либо к инертно-устойчивым структурам, либо к лабильным составляющим, играет определенную роль в устойчивости его структуры и функционировании. Инертно-устойчивым компонентом системы является инертный гумус, а лабильными – лабильные гумусовые вещества и негумифицированное органическое вещество.

Система органического вещества, сформировавшаяся в целинной почве, является саморегулирующейся и устойчивой в данных динамически равновесных условиях. Рассмотрим соотношения между её компонентами. Органическое вещество чернозёма типичного мощного тяжелосуглинистого на целине на 68-74% состоит из инертно-устойчивого компонента (инертного гумуса) и на 26-32% из лабильной части (ЛГВ и НВ). В составе собственно гумусовых веществ лабильные гумусовые вещества составляют 11-17%, а инертный гумус – 83-89%. Лабильная часть органического вещества почвы на 55-57% представлена ЛГВ и на 43-45% НВ.

По-видимому, постоянство и высокая интенсивность притока энергии и вещества в целинную почву (органическое вещество почвы является диссипативной системой), а также установившиеся соотношения между компонентами органического вещества в ней обеспечивают высокий уровень содержания гумуса, стабильную структуру и функционирование системы органического вещества почвы. Для повышения устойчивости органического вещества пахотного чернозёма типичного следует стремиться к значениям соотношений его компонентов в целинной почве. На основе этих отношений можно рассчитать требуемое оптимальное содержание негумифицированного

органического вещества, обеспечивающее устойчивость собственно гумусовых веществ. Нами разработан показатель устойчивости органического вещества почвы, показывающий какой процент составляет фактическое содержание негумифицированного органического вещества в почве от требуемого.

Органическое вещество в зависимости от содержания в нем НВ может характеризоваться разной степенью устойчивости в зависимости от вида сельскохозяйственного использования. В чернозёме типичном на залежи и лугу оно отличается очень высокой и высокой устойчивостью, а на пашне в агроэкосистеме зернопаропропашного севооборота – слабой устойчивостью. Очень слабая устойчивость органического вещества почвы наблюдается на пару (УОВ = 27%). Оптимальной устойчивостью (УОВ = 106%) обладает органическое вещество чернозёма типичного в агроэкосистеме зернотравяного севооборота под клевером.

Потери гумуса в почве происходят как в результате эрозии, так и в результате преобладания процессов минерализации над гумификацией. В настоящее время баланс гумуса в почве в целом по области и в России остается отрицательным. Падение содержания и качества органического вещества в почве, его дефицит приводит к ухудшению структурно-агрегатного состояния почвы, ухудшению агрохимических и биологических свойств почвы, падению урожаев сельскохозяйственных культур, частичной утрате экологических функций почвы, т.е. её деградации, снижению уровня почвенного плодородия и ухудшению экологического состояния, повышению зависимости урожаев от погодных условий, понижению устойчивости земледелия.

Дальнейшее ведение земледелия в условиях дефицита баланса гумуса усугубляет проблему снижения плодородия почв и, соответственно, продуктивности земель.

В основу регулирования гумусного состояния чернозёмных почв положен принцип его оптимизации:

- достижение оптимально допустимого соотношения содержания инертного и лабильного гумуса, негумифицированного органического вещества и общего содержания гумуса в почве,
- уравновешенность процессов минерализации и гумификации органического вещества в почве,
- снижение минерализации гумуса в результате применения почвозащитных обработок,
- поддержание в почве на оптимальном уровне содержания негумифицированного органического вещества,
- повышение эффективности гумификации свежего органического вещества, поступающего в почву, путем обеспечения в нем оптимального соотношения C:N,
- регулирование кислотно-основного состояния почв.

Выбор путей и приемов регулирования предлагается производить на количественной основе с учетом начального гумусного состояния почвы, их критических и оптимальных параметров, степени его деградации, уровня планируемых урожаев сельскохозяйственных культур, реальных возможностей и ресурсов хозяйства для каждого конкретного поля.

Предложен дифференцированный подход регулирования гумусного состояния чернозёмных почв в зависимости от степени его деградации. На эродированных почвах этому должно предшествовать проведение противоэрозионных мероприятий. На сильнодеградированных почвах рекомендуется лугомелиорация, агролесомелиорация. На пахотных среднедеградированных почвах рекомендуется посев многолетних бобовых трав или разовое внесение высоких доз органических удобрений. На пахотных слабодеградированных почвах рекомендуется внесение в почву органических удобрений (навоз, компост, торф, солома и др.), возделывание в севооборотах многолетних бобовых трав, сидератов, пожнивных и промежуточных культур, в том числе на зелёное удобрение; минимализация обработки.

Таким образом, интенсивность и величина трансформации органического вещества чернозёмов в процессе сельскохозяйственного использования, его устойчивость определяется видом землепользования, степенью эродированности, системой земледелия(севооборот, система удобрений, система обработки и т.д.) и экспозицией склона. Во фракционно-групповом составе гумуса в пахотных чернозёмах выявлено снижение содержания гуминовых и фульвокислот и увеличение негидролизуемого остатка. С увеличением интенсивности антропогенного воздействия в чернозёме типичном наряду с уменьшением содержания общего углерода в составе органического вещества начинает преобладать органическое вещество, прочно связанное с минеральной частью почвы. Это может свидетельствовать о замедлении процессов гумусообразования и об усилении минерализации гумуса.

В пахотных чернозёмах по сравнению с целинными наряду с уменьшением содержания гумуса, лабильных гумусовых веществ, резким снижением содержания негумифицированного органического вещества изменяются соотношения между компонентами органического вещества: увеличивается доля инертного гумуса, сокращается – лабильной части, а в ней в большей степени – негумифицированного органического вещества, что приводит к снижению устойчивости органического вещества чернозёмов.

Предложены пути регулирования гумусного состояния чернозёмных почв.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Адерихин П.Г. Изменение плодородия чернозёмов Центрально-Черноземной полосы при окультуривании //Доклад к VIII Международному конгрессу почвоведов. – М.: Наука, 1964. – С. 36.

2. Ахтырцев Б.П. Гумус эродированных чернозёмов //Органическое вещество пахотных почв: Научн. тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. –М. 1987. –С. 109-117.
3. Докучаев В.В. «Русский чернозём: Отчет Вольного экономического общества». Спб., 1883; 2-е изд. М.: Сельхозгиз. - 1952.
4. Доспехов Б.А., Васильев И.П., Туликов А.М. Практикум по земледелию. М.: Колос, 1987. -383 с.
5. Дьяконова К.В. Оценка почв по содержанию и качеству гумуса для производственных моделей почвенного плодородия / Состав. рекомендаций Дьяконова К.В. – Почвенный институт им. В.В. Докучаева, М.: ВО "Агропромиздат", 1990.-32с.
6. Когут Б.М. Изменение содержания, состава и природы гумусовых веществ при сельскохозяйственном использовании типичного мощного чернозёма. Автореф. дис. … канд. с.-х. наук. - М.: Почвенный институт, 1982. – 24 с.
7. Когут Б.М. Трансформация гумусового состояния чернозёмов при их сельскохозяйственном использовании //Почвоведение. – 1998. №7. – С. 794-802.
8. Когут Б.М., Артемьева З.С., Масютенко Н.П. Органическое вещество русского чернозёма от Докучаева до наших дней. /В сборнике: Чернозёмы Центральной России: генезис, эволюция и проблемы рационального использования. Сборник материалов научной конференции, посвященной 80-летию кафедры почвоведения и управления земельными ресурсами и 100-летней истории Воронежского государственного университета, 2017. – С.271-276.
9. Кононова М.М. Органическое вещество почвы. Его природа, свойства и методы изучения. М.: Изд-во АН СССР, 1963. - 314 с.
10. Масютенко Н.П. Трансформация органического вещества в чернозёмных почвах ЦЧР и системы его воспроизводства. – М.: Россельхозакадемия, 2012. - 150 с.
11. Масютенко Н.П., Когут Б.М., Татошин И.Ф. Закономерности влияния обработок почвы на содержание, состав и природу гумусовых веществ чернозёмов //Прогноз развития эрозионных процессов и устойчивость агроландшафтов и воздействию естественных и антропогенных факторов: Сб. науч. тр. ВНИИЗиЗПЭ. – Курск, 1990. – С. 86-101.
12. Наконечная М.А., Явтушенко В.Е. Потери гумуса на склоновых землях ЦЧО //Почвоведение. – 1989. №5. – С. 19-26.
13. Никитин Б.А. Уточнения к методике определения гумуса в почве //Агрохимия. – 1983. №8. – С. 101-106.
14. Опенлендер И.В. Групповой и фракционный состав гумуса эродированных чернозёмов и серых лесных почв ЦЧО //Почвоведение. – 1978. №4. – С. 42-46.
15. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв. – М.: Изд-во МГУ, 1974. 333 с.
16. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Гумус и почвообразование (методы и результаты изучения). Л.: Наука, 1980. - 232 с.
17. Тюрин И.В. Органическое вещество почвы и его роль в плодородии. – М.: Изд-во “Наука”, 1965.- 320 с.
18. Шаймухаметов М.Ш., Травникова Л.С. Способ извлечения из почвы поглощающего комплекса // Авторское свидетельство №1185238. Госком. СССР по делам изобретений и открытий. Заявка №3732977. Приоритет изобретения 30.03.1984.
19. Щербаков А.П., Шевченко Г.А. Гумусное состояние чернозёмов ЦЧО //Почвоведение. – 1984. №8. – С. 50-57.

УДК 633: 631.5: 631.58

РОЛЬ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР БЕЗ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

В.К. Дридигер, Р.С. Стукалов, Р.Г. Гаджиумаров
ФГБНУ Ставропольский НИИСХ, Михайловск
dridiger.victor@gmail.com

На чернозёме обыкновенном зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края изучено влияние растительных остатков на содержание гумуса, продуктивной влаги и плотность почвы, урожайность и экономическую эффективность сои, озимой пшеницы, подсолнечника и кукурузы в севообороте при их возделывании без обработки почвы в сравнении с традиционной технологией возделывания с рекомендованной научными учреждениями системой обработки почвы.

Onordinary chernozem zones of unstable moistening of Stavropol Krai the influence of plant residues on humus content, productive moisture and soil density, productivity and economic efficiency of soy, winter wheat, sunflower and corn in a crop rotation at their no-till cultivation in comparison with conventional technology of crop cultivation using tillage system recommended by scientific institutions.

***Ключевые слова**: традиционная технология, технология без обработки почвы, соя, озимая пшеница, подсолнечник, кукуруза, севооборот, продуктивная влага, плотность почвы, урожайность.*

В нашей стране всё большее распространение получают технологии возделывания сельскохозяйственных культур без обработки почвы [1, 2, 3]. При этом многие зарубежные авторы [4, 5] утверждают, что при этой технологии обязательным является наличие растительных остатков возделываемых культур на поверхности почвы. В то же время в отечественной литературе данные о роли растительных остатков в технологии возделывания полевых культур без обработки почвы отсутствуют.

Поэтому целью наших исследований является изучение влияния растительных остатков возделываемых культур на содержание гумуса, продуктивной влаги, плотность почвы, наличие дождевых червей, урожайность и экономическую эффективность возделывания сои, озимой пшеницы, подсолнечника и кукурузы без обработки почвы в первой ротации полевого плодосменного четырёхпольного севооборота.

Исследования проводятся на опытном поле Ставропольского НИИ сельского хозяйства, расположенного в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края. Годовая сумма эффективных температур здесь составляет 3000-3200 ^{0}C, продолжительность безморозного периода 180 дней. Годовое количество осадков колеблется от 540 до 570 мм, за вегетационный период выпадает 350-400 мм, ГТК = 0,9-1,1 [6].

Почва опытного участка – чернозём обыкновенный среднемощный тяжелосуглинистый слабогумусированный, со средней обеспеченностью подвижным фосфором и обменным калием. Годы исследований различались по количеству осадков. В 2013 и 2014 гг. выпало 652 и 626 мм, что на 98 и 72

мм больше, а в 2015 и 2016 гг. на 26 и 53 мм меньше многолетних значений.

Исследования проводятся в стационарном опыте, где севооборот (соя – озимая пшеница – подсолнечник – кукуруза) с традиционной технологией (контрольный) и такой же севооборот с возделыванием культур без обработки почвы развернуты в пространстве всеми полями. В течение четырёх лет исследований (2013-2016) на всех полях обеих севооборотов поочерёдно возделывали все культуры – прошла первая ротация севооборотов.

Основная обработка почвы в контрольном севообороте под яровые культуры включала лущение стерни в 2 следа и зяблевую вспашку на глубину 20-22 см. Под озимую пшеницу проводили двукратную обработку дисковой бороной (8-10 см) и предпосевную культивацию. В варианте возделывания культур без обработки почвы ни основная, ни какие-либо другие обработки не проводили, но за 5-7 дней до посева яровых культур делянки опрыскивали гербицидом сплошного действия из группы глифосатов, перед посевом озимой пшеницы (после сои) гербициды не применяли.

На одной половине делянок под все культуры удобрения не вносили, на второй половине вносили рекомендованные научными учреждениями дозы минеральных удобрений. Посев озимой пшеницы и сои по традиционной технологии проводили рядовой дисковой сеялкой СЗ-3,6, подсолнечника и кукурузы – пропашной сеялкой Оптима; по необработанной почве все культуры высевали сеялкой Gimetal (производство Аргентина), оборудованной гофрированными дисками (турбодисками) и двухдисковыми сошниками для посева семян и внесения удобрений.

Учеты и наблюдения проводили общепринятыми методами. Агрофизические показатели почвы определяли по методике Б.А. Доспехова, И.П. Васильева, А.М. Туликова [7]. Количество дождевых червей в почве (весной в мае) и их распределение по слоям почвы определяли по М.С. Гилярову [8]. Повторность опыта 3-х кратная, площадь делянки 300, учетная 90 м^2.

Во время уборки растительные остатки всех культур измельчались комбайном и равномерно распределялись по делянкам. В течение ротации севооборотов в среднем за год в пересчёте на 1 га севооборотной площади по традиционной технологии поступало 5,62, по технологии без обработки почвы – 6,36 т растительных остатков возделываемых культур. Больше всего побочной продукции остается после уборки кукурузы – от 7,5 до 8,9 т/га и озимой пшеницы – 6,3-7,3 т/га, по сое и подсолнечнику её существенно меньше.

На контрольном севообороте при вспашке после уборки озимой пшеницы, подсолнечника и кукурузы растительные остатки заделывались в почву, поэтому после этих предшественников к моменту посева следующей культуры севооборота на поверхности растительных остатков не было. Только перед посевом озимой пшеницы после сои, где проводилось двукратное дискование почвы в среднем за годы исследований оставалось 0,59 т/га побочной продукции сои, или 20,0% от первоначального её

количества.

При возделывании полевых культур без обработки почвы к посеву озимой пшеницы на поверхности оставалось 3,33 т/га растительных остатков сои, или 99,4% от первоначального их количества. Такая высокая их сохранность объясняется коротким промежутком времени от уборки сои до посева озимой пшеницы –10-15 дней.

К посеву яровых культур весной следующего года сохраняется значительно меньше растительных остатков – от 48,3 до 70,8%, остальная их часть разлагается микроорганизмами. Больше всего разлагается остатков озимой пшеницы – 51,7%, меньше всего подсолнечника – 29,2%. Обусловлено это соприкосновением соломы и половы озимой пшеницы с почвой, где и происходит их разложение почвенными микроорганизмами. Стебли же подсолнечника, которые составляют основную часть побочной продукции, скашиваются на большей высоте, и у них нет контакта с почвой, что и предопределяет их более высокую сохранность к посеву следующей культуры – кукурузы. Кроме того, уборка озимой пшеницы происходит в июле, подсолнечника – в сентябре, поэтому для разложения остатков озимой пшеницы остаётся значительно больше тёплых дней, когда активны микроорганизмы, чем после уборки подсолнечника.

При возделывании изучаемых культур без обработки почвы их растительные остатки сохраняются на поверхности делянки в течение двух-трёх лет, что способствует постепенному формированию на поверхности поля слоя органического вещества, который оказывает существенное влияние на накопление и сохранение влаги, и другие агрофизические свойства почвы.

Так, перед уходом в зиму на вариантах опыта с отвальной обработкой, в слое почвы 0-30 см в среднем за ротацию севооборота содержалось 18-20 мм продуктивной влаги, тогда как в необработанной – 38-40 мм, или в 2 раза больше. Такие различия в содержании продуктивной влаги в верхнем слое почвы перед уходом в зиму объясняются чрезмерной вспушённостью вспаханной почвы на глубину её обработки, что приводит к потерям влаги от физического испарения, тогда как в более плотной почве складываются оптимальные условия для её накопления и сохранения [9].

После обработки дисковой бороной в два следа на глубину 8-10 см и предпосевной культивации после сои, под озимой пшеницей в это время содержалось 31-32, в необработанной почве – 37-38 мм доступной влаги, разница составила всего 6 мм, или 18,7-19,3%. Она получена за счёт меньшего содержания влаги в слое 0-10 см, который обрабатывался дисковыми орудиями. Аналогичные результаты при сравнении различных способов обработки почвы с необработанной, получены и другими исследователями [10].

Растительные остатки оказывают существенное влияние на накопление снега в зимнее время. Наши наблюдения показали, что на обработанной почве в среднем по всем культурам севооборота мощность снежного покрова составляла 15,6 см с колебаниями от 14,8 до 17,0 см, тогда как по

необработанной – 31,2 см (от 20,8 до 40,0 см), или в 2 раза больше (таблица 1).

Таблица 1. Влияние технологии возделывания сельскохозяйственных культур на накопление снега в зимний период, см (среднее за 2012-2016 гг.)

Растительные остатки	Технология		Прибавка	
	традиционная	без обработки почвы	см	%
Кукуруза	14,8	27,8	13,0	57,8
Соя	16,0	20,8	3,2	37,8
Пшеница	14,8	36,2	21,4	144,6
Подсолнечник	17,0	40,0	23,0	135,3
Среднее	15,6	31,2	15,6	100,0

Расчёты показали, что толщина снежного покрова связана не только с количеством растительных остатков (r=0,444), но и их высотой над поверхностью почвы (r=0,611). Следовательно, при анализе роли растительных остатков в накоплении снега на фоне разных обработок или без обработки почвы, необходимо учитывать особенности культур и способы их уборки. Так, больше всего снега накапливали остатки подсолнечника, скошенные на высоте 83 см, и меньше всего сои, которую убирают на низком срезе.

В свою очередь от количества и высоты стерни зависит скорость схода снежного покрова весной. При наступлении положительных температур воздуха на необработанной почве с большим количеством растительных остатков снег таял на 8-12 дней дольше, чем на фоне различных обработок. Поэтому весной продуктивной влаги в метровом слое необработанной почвы по культурам содержалось существенно больше (на 14,5-20,4%), чем по обработанной почве (таблица 2).

Таблица 2. Влияние технологии возделывания полевых культур на содержание продуктивной влаги весной в слое 0-100 см, мм (среднее за 2013-2016 гг.)

Технология	Культура				**Среднее**
	соя	пшеница	подсолнечник	кукуруза	
Традиционная	138	138	141	132	**137**
Без обработки почвы	159	158	167	159	**161**
Прибавка: мм	21	20	26	27	**24**
%	15,2	14,5	18,4	20,4	**17,5**
НСР $_{0,95}$	9,1	9,8	11,5	8,5	-

В течение вегетации содержание продуктивной влаги снижалось под всеми культурами, но в фазе колошения озимой пшеницы и цветения яровых культур разница в содержании влаги в почве увеличилась в среднем по

севообороту на 23,3% в пользу посевов без обработки почвы. Под озимой пшеницей она в среднем за годы исследований составила 32,9% (таблица 3).

Таблица 3. Влияние технологии возделывания на содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы во время вегетации культур, мм (среднее за 2013-2016 гг.)

Технология	Культура				**Среднее**
	соя	пшеница	подсолнечник	кукуруза	
Традиционная	64	70	64	92	**73**
Без обработки почвы	78	93	78	110	**90**
Прибавка к традиционной технологии: мм	14	23	14	18	**17**
%	21,9	32,9	21,9	19,6	**23,3**
НСР $_{0,95}$	5,1	5,8	4,8	6,5	-

Значительно большее содержание продуктивной влаги на вариантах без обработки почвы в это время обусловлено также наличием растительных остатков, которые снижают скорость ветра у поверхности почвы, что влияет на испарение влаги с её поверхности. Наши наблюдения показали, что при наличии растительных остатков скорость ветра на высоте от 10 до 25 см снижается в 1,5-1,6 раза, а в приземном слое – в 1,9-2,0 раза больше, чем на поверхности почвы, не имеющей растительных остатков. Поэтому при традиционной технологии, где отсутствуют растительные остатки, непроизводительные потери влаги за счёт физического испарения с поверхности поля возрастают.

По обеим технологиям влага проникает в почву глубже метра. В среднем за 2015-2016 гг. перед посевом яровых культур в слое почвы 100-150 см по традиционной технологии содержалось 87 мм, или 80,6% от её запасов в метровом слое, по технологии без обработки почвы – 102 мм, или 86,4% (таблица 4).

Таблица 4. Влияние технологии возделывания на содержание продуктивной влаги под яровыми культурами, мм (среднее за 2015-2016 гг.)

Технология	Время учёта	Слой почвы, см		Влаги в слое 100-150 см	
		0-100	0-150	мм	%
Традиционная	посев	108	195	87	80,6
	цветение	79	124	45	57,0
Без обработки почвы	посев	118	220	10	86

				2	,4
	цветение	85	147	62	72,9

Во время цветения яровых культур в этом же слое почвы по традиционной технологии содержалось 45 мм, или 57,0%, без обработки почвы – 62 мм (72,9%). То есть по содержанию продуктивной влаги в третьем полуметре преимущество также имеет технология возделывания без обработки почвы и во время вегетации яровых культур оно возрастает.

В традиционной технологии проникновению влаги в глубокие слои способствует рыхление почвы в процессе обработки, а в технологии без обработки почвы её хорошую водопроницаемость обеспечивают образующиеся пустоты после перегнивания корней произраставших растений и вертикальные ходы дождевых червей, которых в этой технологии по количеству и живой массе в 5,3 и 5,0 раз больше, чем в обработанной почве (таблица 5).

Таблица 5. Влияние технологии возделывания полевых культур на количество и массу дождевых червей в слое почвы 0-20 см

Технология	Культура	Количество, экз./м^2				Масса, г/м^2			
		2014г.	2015г.	2016г.	**среднее**	2014г.	2015г.	2016г.	**среднее**
	соя	6	5	0	**4,0**	1,6	1,4	0	**1,0**
Традиционная	пшеница	16	15	14	**15,0**	4,7	3,0	4,4	**4,0**
	подсолн.	2	4	3	**3,0**	0,3	1,0	1,3	**0,9**
	кукуруза	2	3	4	**3,0**	0,3	0,9	1,6	**0,9**
Среднее	6,5	6,8	5,3	**6,2**	1,7	1,7	1,8	**1,7**	
Без обработки почвы	соя	86	26	52	**55,0**	22,9	6,7	16,3	**15,3**
	пшеница	30	18	25	**24,0**	8,5	5,2	6,1	**6,6**
	подсолн.	72	27	25	**41,0**	15,2	4,6	7,0	**8,9**
	кукуруза	14	10	12	**12,0**	4,4	1,5	3,7	**3,2**
Среднее	50,5	20,3	28,5	**33,1**	12,8	4,5	8,3	**8,5**	

При этом больше дождевых червей наблюдалось под соей и подсолнечником, которые размещаются после растений, оставляющих наибольшее количество растительных остатков – кукуруза и озимая пшеница. То есть большее количество дождевых червей в необработанной почве, опять же, обеспечивают растительные остатки возделываемых культур, которые являются для них пищей [11].

Основное количество дождевых червей (72-75%) по обеим технологиям обитает в слое почвы 0-10 см, что говорит о её чистоте и экологической безопасности. Этот вывод подтверждают проведённые в Испытательном центре Филиала ФГБУ «Россельхозцентр» по Краснодарскому краю определения остаточного количества глифосатной кислоты (действующего вещества гербицидов из группы глифосатов), которой при возделывании культур по обеим технологиям ни в почве, ни в получаемой продукции не обнаружено.

То есть, растительные остатки, находящиеся на поверхности при возделывании сельскохозяйственных культур без обработки почвы, с одной стороны, способствуют большему накоплению влаги за счёт задержания и более позднего таяния снега, с другой – лучшему сохранению влаги в почве за счёт снижения физического испарения с поверхности и проникновения в глубокие слои по ходам дождевых червей. Дополнительно накопленную и сохранённую влагу растения используют для формирования урожая, так как в полной спелости культур содержание влаги по обеим технологиям одинаковое.

Наличие растительных остатков, большее накопление и лучшее сохранение влаги в почве оказали также существенное влияние на плотность почвы. Так, плотность традиционно обрабатываемой почвы перед уходом в зиму в слое 0-10 см в среднем за ротацию по полям севооборота колебалась от 0,81 до 0,92 г/см^3, что указывает наеё чрезмерную вспушенность. В севообороте, где почва не обрабатывалась, её плотность в это время была существенно выше и более равномерной по годам исследований и полям севооборота, чем обработанной почвы, и в среднем за ротацию колебалась от 1,05 до 1,11 г/см^3.

Аналогичная ситуация наблюдалась в слое 10-20 см, где плотность обработанной почвы по удобренному и неудобренному фонам составила 0,93-0,97 г/см^3, необработанной почвы – 1,13-1,18 г/см^3. В слое почвы 20-30 см плотность почвы по обеим технологиям была выше – 1,08-1,14 г/см^3 по традиционной и 1,18-1,23 г/см^3 по технологии без обработки почвы.

Перед посевом изучаемых культур плотность почвы на всех вариантах возрастала и по традиционной технологии в верхнем слое почвы она составляла 0,96-1,01 г/см^3, без обработки почвы – 1,11-1,19 г/см^3 (таблица 6).

Таблица 6. Влияние технологии возделывания и удобрений на плотность слоя почвы 0-10 см перед посевом в 1-ой ротации севооборота, г/см^3

Техно-логия	Удобрение	Культура	Год				**Среднее**
			2013	2014	2015	2016	
Традиционная	без удобрений	соя	0,95	1,00	1,02	1,05	**1,00**
		пшеница	1,08	0,88	0,98	1,11	**1,01**
		подсник	0,87	1,10	0,92	1,05	**1,00**

		кукуруза	0,99	1,03	0,86	1,02	**0,98**
	удобрения	соя	0,93	0,95	1,01	1,04	**0,98**
		пшеница	1,06	0,87	0,99	1,11	**1,01**
		подс-ник	0,85	1,06	0,94	1,04	**0,98**
		кукуруза	0,96	1,00	0,84	1,03	**0,96**
No-till	без удобрений	соя	1,03	1,02	1,24	1,15	**1,11**
		пшеница	1,22	1,15	1,15	1,24	**1,19**
		подс-ник	1,23	1,04	1,15	1,16	**1,12**
		кукуруза	1,20	1,11	1,13	1,12	**1,14**
	удобрения	соя	1,05	1,01	1,25	1,16	**1,11**
		пшеница	1,30	1,11	1,10	1,24	**1,16**
		подс-ник	1,25	1,02	1,11	1,20	**1,14**
		кукуруза	1,22	1,09	1,17	1,10	**1,17**
НСР $_{0,95}$			0,07	0,09	0,08	0,06	**0,06**

В слое почвы 10-20 см плотность обработанной почвы составила 1,02-1,09 слое почвы 20-30 см – 1,17-1,20 г/см^3, по технологии без обработки почвы, соответственно, 1,16-1,19 и 1,19-1,20 г/см^3. При этом внесение удобрений по обеим технологиям не оказало существенного влияния на этот показатель.

Во время колошения озимой пшеницы и цветения яровых культур различия в плотности почвы между технологиями сглаживались и в слое почвы 0-10 см находились в пределах ошибки опыта, но между возделываемыми культурами различия были математически доказуемы (таблица 7).

Таблица 7. Влияние технологии и удобрений на плотность слоя почвы0-10 см во время вегетации культур в первой ротации севооборота, г/см^3

Технология	Удобрение	Культура	Год				**Среднее**
			2013	2014	2015	2016	
Традиционная	без удобрений	соя	1,30	1,35	1,35	1,20	**1,30**
		пшеница	1,03	1,05	1,21	1,20	**1,12**
		подс-ник	1,28	1,39	1,15	1,22	**1,26**
		кукуруза	1,20	1,18	1,17	1,24	**1,19**

	удобрения	соя	1,28	1,37	1,18	1,13	**1,24**
		пшеница	1,06	1,04	1,17	1,18	**1,11**
		подс-ник	1,25	1,37	1,24	1,21	**1,27**
		кукуруза	1,22	1,17	1,15	1,20	**1,18**
No-till	без удобрений	соя	1,30	1,37	1,26	1,20	**1,28**
		пшеница	1,11	1,17	1,16	1,16	**1,15**
		подс-ник	1,22	1,32	1,19	1,19	**1,23**
		кукуруза	1,23	1,17	1,19	1,20	**1,20**
	удобрения	соя	1,28	1,22	1,31	1,31	**1,28**
		пшеница	1,13	1,23	1,13	1,15	**1,16**
		подс-ник	1,22	1,26	1,25	1,20	**1,23**
		кукуруза	1,18	1,14	1,20	1,19	**1,18**
НСР $_{0,95}$			0,08	0,07	0,09	0,08	**0,07**

Под посевами сои и подсолнечника со стержневой корневой системой верхние горизонты почвы были плотнее, чем под пшеницей и кукурузой, с мочковатой корневой системой. По-видимому, это связано не столько с системой обработки почвы, сколько с особенностями развития корневой системы разных растений.

К полной спелости наблюдалось небольшое разуплотнение верхних горизонтов почвы по обеим технологиям и всем возделываемым культурам. В среднем по полям севооборота по обеим технологиям в слое почвы 0-10 см плотность почвы составила 1,13 г/см^3 с колебаниями от 1,09 до 1,16 г/см^3, в слое 10-20 см – 1,20 г/см^3 с интервалом от 1,18 до 1,23 г/см^3.

К концу первой ротации полевого четырёхпольного севооборота (2016 г.) было исследовано содержание гумуса в верхнем тридцатисантиметровом слое почвы. Установлено, что за 4 года технологии не оказали существенного влияния на величину этого показателя. Однако при традиционной технологии с внесением удобрений в слое 0-10 и 10-20 см отмечалась тенденция к снижению количества гумуса на 0,02-0,04%, в то время как в слое 20-30 см и при возделывании культур без обработки почвы, наоборот, наблюдалась тенденция к его увеличению: на 0,05 и 0,02-0,15% (таблица 8).

Эти отличия связаны с изменениями окислительно-восстановительных условий в почве. В более глубоких слоях в результате их меньшей аэрации замедляется минерализация растительных остатков и усиливаются процессы

гумификации. Причём эти изменения более активно происходят при технологии без обработки почвы.

Таблица 8. Влияние технологии возделывания на содержание гумуса в первой ротации полевого четырёхпольного севооборота, %

Технология	Слой почвы, см	Год		+/-
		2012	2016	
Традиционная	0-10	3,96	3,92	**-0,04**
	10-20	3,84	3,82	**-0,02**
	20-30	3,62	3,67	**0,05**
Без обработки почвы	0-10	3,96	3,98	**0,02**
	10-20	3,84	3,89	**0,05**
	20-30	3,62	3,77	**0,15**
$НСР_{0,95}$ для технологии		-	0,06	-
$НСР_{0,95}$ для слоя почвы		0,04	0,04	-
$НСР_{0,95}$ для частных средних		0,03	0,05	-

$НСР_{0,95}$ по годам исследований: для слоя почвы 0-10 см = 0,05; 10-20 см – 0,06; 20-30 см = 0,05.

Возделываемые в севообороте полевые культуры по разному реагировали на технологию возделывания и вносимые удобрения. Озимая пшеница и кукуруза достоверно снижали урожайность при их возделывании без обработки почвы и без внесения удобрений. При применении удобрений эти культуры давали математически доказуемую прибавку урожая по обеим технологиям, но без обработки почвы она была существенно выше, чем по традиционной технологии (таблица 9).

Таблица 9. Влияние технологии возделывания на урожайность полевых культур в первой ротации севооборота, ц/га(среднее за 2013-2016 гг.)

Технология	Удобрения	Культура			
		соя	озимая пшеница	подсолнечник	кукуруза
Традиционная	без удобрений	16,5	26,8	19,6	38,2
	удобрения	16,1	43,8	21,7	48,4
Без обработки почвы	без удобрений	16,1	24,6	18,9	33,9
	удобрения	15,8	51,6	21,4	49,4
$НСР_{0,95}$ для технологии		0,6	1,4	0,6	0,8

$НСР_{0,95}$ для удобрений	0,60	1,6	0,7	1,0
$НСР_{0,95}$ для частных средних	1,11	2,3	1,1	1,4

Соя на технологию и вносимые удобрения не реагировала – все изменения урожайности этой культуры были в пределах ошибки опыта. Подсолнечник обеспечил получение достоверной прибавки урожая от внесения минеральных удобрений. При этом в первые два года исследований, когда в почве на варианте без внесения удобрений содержалось больше 20 мг/кг подвижного фосфора, удобрения не обеспечили прибавки урожая, а в третий и, особенно, четвёртый годы, когда на контроле количество подвижного фосфора снизилось до уровня менее 20 мг/кг, урожайность этой культуры от внесения удобрений по обеим технологиям достоверно увеличивалась.

Экономические расчёты показали, что возделывание сельскохозяйственных культур без обработки почвы приводит к увеличению расходов на применение гербицидов сплошного действия из группы глифосатов в среднем по севообороту на 1375 руб./га. В то же время, экономия затрат на сокращении расходов на горюче-смазочные материалы (2391 руб./га), амортизационные отчисления и ремонт техники (938 руб./га) и оплату труда (689 руб./га) значительно превышают дополнительные затраты на средства защиты растений. Поэтому в целом производственные затраты на 1 га севооборотной площади по традиционной технологии составили 20107 руб., по технологии без обработки почвы – 17125 руб., или на 2982 руб. (14,8%) меньше.

При росте урожайности озимой пшеницы и кукурузы по технологии возделывания без обработки почвы на фоне внесения удобрений стоимость произведённой продукции на 1 га севооборотной площади была выше, чем по традиционной технологии на 2458 руб., прибыль увеличилась на 5440 руб., рентабельность производства составила 110,1%, что на 43,4% больше, чем по традиционной технологии.

Таким образом, в первой ротации полевого четырёхпольного плодосменного севооборота, благодаря растительным остаткам, остающимся на поверхности почвы при возделывании полевых культур без её обработки, в ней больше накапливается и лучше сохраняется влага, которую растения используют для формирования урожая. В такой почве находится значительно больше дождевых червей, чем в обрабатываемой. Плотность обработанной и не обработанной почвы меняется в течение вегетационного периода культур, но находится в пределах оптимальных значений для роста растений на чернозёме обыкновенном [12]. Всё это положительно сказывается на урожайности и экономической эффективности возделывания сои, озимой пшеницы, подсолнечника и кукурузы без обработки почвы в севообороте.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Власенко А.Н. Проблемы и перспективы разработки и освоения технологии No-till на чернозёмах лесостепи Западной Сибири / А.Н. Власенко, Н.Г. Власенко, Н.А. Коротких // Достижения науки и техники АПК. – 2013 – № 9. – С. 16-19.
2. Гилев С.Д. Эффективность прямого посева в Зауралье / С.Д. Гилев, А.А. Замятин, А.П. Курлов // Земледелие. – 2014. – № 6. – С. 19-22.
3. Дридигер В.К. Экономическая эффективность технологии No-till в засушливой зоне Ставропольского края / В.К. Дридигер, А.Ф. Невечеря, И.Д. Токарев, С.С. Вайцеховская // Земледелие. – 2017. – № 3. – С. 16-19.
4. Посев по технологии No-till в рамках почвозащитного земледелия / Пер. с английского. – Днепропетровск: типография ООО «Производственно-коммерческая фирма «АРТ-ПРЕСС», 2007. – 356 с.
5. Кроветто Карлос. Прямой посев (No-till) / Карлос Кроветто. Самара: типография ООО «Аэропринт», 2013. – 206 с.
6. Бадахова, Г.Х. Ставропольский край: современные климатические условия / Г.Х. Бадахова, А.В. Кнутас. – Ставрополь: ГУП СК «Краевые сети связи», 2007. – 272 с.
7. Доспехов, Б.А. Практикум по земледелию / Б.А. Доспехов, И.П. Васильев, А.М. Туликов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 383 с.
8. Гиляров М.С. Методы почвенно-зоологических исследований / М.С. Гиляров. – М.: Наука, 1975. – 29 с.
9. Тарасенко, Б.И. Повышение плодородия почв Кубани: некоторые вопросы физики почв Краснодарского края в связи с их сельскохозяйственным использованием / Б.И. Тарасенко – 2-е доп. и испр. изд. – Краснодар: Краснодарское кн. изд-во, 1981. – 188 с.
10. Рыков, В.Б. Динамика влагопереноса в почве в зависимости от технологий её обработки и возделываемых культур. / В.Б. Рыков, С.И. Камбулов И.А. Камбулов, Е.Б. Дёмина // Инновационное развитие АПК России на базе интеллектуальных машинных технологий / Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции (17-18 сентября 2014 г., Москва). – М.: ФГБНУ ВИМ. – 2014. – С. 205-208.
11. Годунова Е.И. Почвенная мезофауна лесостепных и степных агроландшафтов Центрального Предкавказья: монография / Е.И. Годунова, С.И. Сигида, М.Б. Патюта. – Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2014. – 176 с.
12. Кузыченко, Ю.А. Оптимизация систем основной обработки почвы в полевых севооборотах на различных типах почв Центрального и Восточного Предкавказья: монография / Ю.А. Кузыченко, В.В. Кулинцев. – Ставрополь: Изд-во Ставропольского ГАУ АГРУС, 2012. – 168 с.

УДК 631.4;581.524;631.416.1

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПОД РАЗЛИЧНЫМИ КУЛЬТУРАМИ В АГРОЛАНДШАФТЕ

Медведев И.Ф., Бузуева А.С., Губарев Д.И.
ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», г. Саратов
squirel-rush@mail.ru

В среднем запасы влаги в метровом слое почвы под яровой пшеницей в зернопаровом севообороте были на 28,6% выше, а содержание азота на 62,6% ниже, чем под зернотравяным. На целине влажность почвы оказалась на 47,3%, а на залежах на 45,8% (35 лет) выше, чем на пашне. Целинные земли оказались менее обогащены (на 52%)нитратным азотом, чем залежные. Средняя температура почвенного профиля под зернопаровым севооборотом в среднем за вегетацию была на 5,9% выше, чем под зернотравяным. Температура целинной почвы была на 17,4%. выше, чем на залежах.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, целина, залежь.

Сельскохозяйственное использование почв является мощным фактором антропогенной нагрузки, оказывающим влияние на все аспекты функционирования почвенной системы. Перевод естественных ценозов в агроценозы всегда сопряжено с изменением растительности, что в свою очередь приводит к изменению экологических условий.

Цель исследований. Изучить динамику формирования агроценозов и естественных ценозов на примере яровой пшеницы, залежи 35 лет и целины, в зависимости от складывающихся экологических условий.

Методика исследований. Исследования проводились в рамках сертифицированного стационарного опыта на полях ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» на чернозёме южном среднемощном легкоглинистом.

Яровая пшеница возделывалась в зернопаровом и зернотравяном севооборотах. Исследования проводились по фенологическим фазам яровой пшеницы: кущение, колошение, полная спелость. Для целинных и залежных участков обор проб проводился в период максимальной вегетации. По слоям через 10 см до 1 м проводилось определение температуры почвы (термометром ИТП-3), влажности (термостатно-весовым методом), нитратного азотаметодом фотоколориметрирования. Сорт яровой мягкой пшеницы «Воевода», технология возделывания – общепринятая.

Материалы и результаты исследований.

В производственных условиях обеспеченность почвы влагой относится к числу важнейших факторов, определяющих состояние и урожай посевов. Этот фактор особенно важен в условиях нашей страны, где большая часть посевов яровой пшеницы размещается в районах с недостаточным или неустойчивым увлажнением [2].

Исследованиями подтверждено, что вид севооборота оказал влияние на запас продуктивной влаги в корнеобитаемом слое почвы. В условиях зернопарового севооборота в среднем за вегетацию запасы влаги в метровом слое почвы были на 28,6% выше, чем под зернотравяным севооборотом. Влажность на естественных ценозах выше, чем на агрофонах на 47,3% (целина) и на 45,8% (залежь 35 лет).

По результатам наблюдений, растения на зернотравяном севообороте, из-за более высокого уровня плодородия почвы, всегда развиваются лучше, чем на зернопаровом севообороте, что сказывается на уровне транспирации и потерях продуктивной влаги из корнеобитаемого слоя.

Запас влаги в фазу кущения составлял суммарно по метровому профилю 211,9 мм на зернопаровом севообороте и 170,6 мм – на зернотравяном. Учет запасов влаги в почве показал, что действие дождей ливневого характера, прошедших накануне (94,9 мм), сильно увеличило уровень влажности почвы.

Результаты наблюдений показывают, что на момент окончания фазы кущения запасы продуктивной влаги метрового слоя почвы на зернопаровом севообороте превышают аналогичные показатели зернотравяного севооборота на 19,5%.

В фазу колошения запас влаги на зернопаровом севообороте уменьшился на 26,4% (167,6 мм) и на 34,2% (127,1 мм) на зернотравяном. Разный уровень дренированности почвы и развития растений на сравниваемых севооборотах оказали влияние на уровень увлажненности почвы.

По результатам данных последнего периода вегетации наглядно видно действие растений на влажность почвы (рис. 1). В условиях зернотравяного севооборота, где по результатам наблюдений растения всегда развивались лучше, ко времени уборки почвенный профиль практически полностью обезвожен 30,2 мм. В то время как на зернопаровом севообороте, где урожайность в 2 раза ниже, к концу вегетации неиспользованными в почве остается 73,2 мм продуктивной влаги.

В условиях естественного ценоза запасы влаги в среднем по профилю отличаются мало и составляют 222,85 мм на целине и 222,1 мм на залежном варианте. Распределение влаги на целинном участке шло с плавным понижением вниз по профилю, что связано, в первую очередь, с равномерным распределением корневой системы. На залежи максимальное содержание наблюдается в верхних слоях почвы(0-20 см), что составляет 26% от общих запасов. В слое почвы 50-70 см минимальное количество влаги (16,2 мм), с последующим увеличением до 21,6 мм в слоях 70-100 см. Повышение влажности в нижних слоях залежного ценоза связано с близким расположением грунтовых вод.

Рис.1. Среднее содержание продуктивной влаги за вегетационный период агро- и биоценозов

Азот является важнейшим для питания растений элементом, уровень урожайности культур на протяжении всей истории хлебопашества определяется степенью обеспеченности растений азотом [1].

Растениями используется только минеральный азот, количество его в почвах зависит от рельефа, содержания в них гумуса, биологической активности почвы, а также от предшествующей культуры. Минеральный азот

($N\text{-}NO_3$,$N\text{-}NH_4$, $N\text{-}NO_2$) в чернозёмных почвах составляет 0,9-1,6% от общего содержания азота [3].

Предшественник яровой пшеницы оказал заметное влияние на содержание питательных элементов в корнеобитаемом слое почвы.

Содержание минерального азота, прежде всего нитратного, наряду с влажностью в почве наиболее полно характеризует условия нарастания корневой массы. Его содержание в период вегетации яровой мягкой пшеницы было выше под зернотравяным севооборотом в среднем на 62,6% относительно зернопарового севооборота.

В фазу кущения яровой мягкой пшеницы в среднем по метровому профилю его содержалось 5,21 мг/100г почвы на зернопаровом и 6,11 мг/100г на зернотравяном севообороте.

Из представленной таблицы видно, что высокая влажность наложила отпечаток на процесс распределения азота по почвенному профилю. Распределение его было равномерным по профилю, с более высоким уровнем его содержания в пахотном слое и постепенным снижением с глубиной.

Повышенное содержание азота в верхних слоях почвы связано с положительным действием солнечного света на биологическую активность и как следствие наращивание эффективного плодородия почвы [1,3].

На зернотравяном севообороте отмечалось незначительное увеличение концентрации азота внизу почвенного профиля без образования концентрированных очагов. На зернопаровом севообороте содержание его, было ниже, чем в условиях зернотравяного севооборота, распределялся он так же равномерно с уменьшением концентрации в направлении от верхних слоев к нижним.

Наблюдения за почвенными процессами показали, что к фенологической фазе колошение содержание азота в почве на зернотравяном севообороте снизилось на 22,0% относительно уровня азота фазы кущения. На зернопаровом севообороте изменения составили в сторону уменьшения за аналогичный период на 42%. Большие потери нитратного азота из корнеобитаемого слоя почвы можно объяснить действием водной эрозии в результате выпавших в этот период времени ливневых осадков.

Проведенные анализы показали, что содержание нитратного азота в почве под зернотравяным севооборотом в среднем за вегетацию было в 1,4 раза выше, чем в соответствующем варианте зернопарового севооборота. Это, по-видимому, связано с тем, что под зернопаровым севооборотом меньше органического вещества и более низкая биологическая активность микроорганизмов. На зернотравяном севообороте, напротив, многолетние травы способствуют накоплению азота, а так же оставляют после себя большее количество пожнивных осадков, которые и обеспечивают присутствие бактерий в почве. На залежных землях содержание нитратного азота в среднем по профилю на 35% меньше, чем на зернопаровом и на 51% меньше, чем на зернотравяных севооборотах. Снижение содержания азота на восстановленных землях объясняется меньшим поступлением минеральных и

органических удобрений. Целинные земли оказались еще менее обогащены нитратным азотом, чем залежные, на 52%. В нетронутых механической обработкой почвах (целина, залежь) ценозах преобладают формы аммонийного азота, что связано с действием температуры и водным режимом, которые более благоприятны для процесса аммонификации.

Температурный режим формируется под воздействием поступающей на поверхность почвы лучистой энергии Солнца и трансформации её в тепловую энергию. Температура почвы имеет суточную периодичность, наибольшая амплитуда колебаний температуры в течение суток отмечается в поверхностном слое почвы, с глубиной она уменьшается.

По результатам исследований выявлено, что прогревание почвенной поверхности в период вегетации зависит от температуры окружающего воздуха, влажности почвы, степени её затенения растениями и в меньшей степени её плотности (рис.2). В ходе наблюдений было установлено, что средняя температура почвенного профиля под зернопаровым севооборотом в среднем за вегетацию была на 5,9% выше, чем под зернотравяным. Температура целинных земель была выше залежных на 17,4%. Такая разница связана прежде всего с более густой растительностью, характерной для залежных участков, которая затеняет почву.

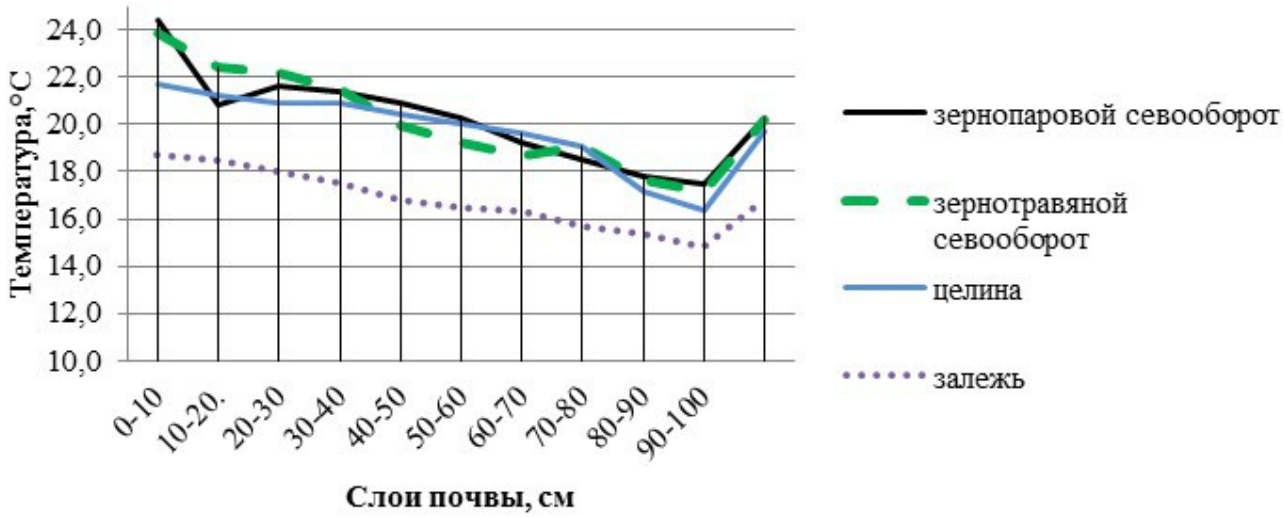


Рис.2. Средняя температура почвы за период вегетации агро- и биоценозов

В условиях года температура почвы в среднем по профилю на зернопаровом севообороте превышала аналогичный показатель зернотравяного показателя в фазу кущения на 2,0%, в фазу полной спелости на 11,2%, в фазу колошение температура на обоих севооборотах была одинаковой. В отдельные дни слой почвы 0-10 см нагревалась до 35,0°С - 36,5°С к 10 часам утра (время систематического снятия показаний).

Температура верхнего слоя почвы (0-10 см) была выше на зернопаровом севообороте в фазу колошения и фазу полной спелости в среднем на 14,4%. Это связано прежде всего с более слабо развитой вегетативной массой и меньшей затененностью.

Таким образом, почвы под естественными ценозами являются более влагообеспеченными в среднем на 46%. В условиях зернопарового севооборота в среднем за вегетацию запасы влаги в метровом слое почвы были на 28,6% выше, чем под зернотравяным севооборотом. Прогревание почвенного профиля было не одинаковым в условиях агроландшафта, наиболее низкие показатели температуры отмечены на залежных вариантах, что связано с более густой растительностью и большей затененностью почвы. Наиболее обеспеченные азотом являются земли зернотравяного севооборота, т.к. многолетние травы оставляют после себя большое количество пожнивных остатков и сказывается действие органических и минеральных удобрений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Каземиров, С.В. Экологические аспекты развития почвенно-растительной системы южного чернозёма на залежах: автореф. дис. канд. с.-х.наук / С.В. Каземиров. – Саратов, 2007 г. - 20 с.
2. Кумаков, В.А. Физиология яровой пшеницы / В. А. Кумаков. – М.: Изд-во «Колос», 1980. – 207 с.
3. Медведев, И.Ф. Роль экологических условий рельефа и удобрений в формировании урожайности яровой пшеницы на чернозёмах южных / Медведев И.Ф., Любимова М.Н. // Вестник СГАУ им. Н. И. Вавилова. Саратов. – 2008. - №4. - С. 28-30.

УДК 631.51:633.63

АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЁМНЫХ ПОЧВ ПОД ВЛИЯНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ПРИЕМОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ И УДОБРЕНИЙ

Т.А. Трофимова, С.И. Коржов
ФГБОУ ВО «Воронежский ГАУ имени императора Петра I», г. Воронеж
zemledel@agronomy.vsau.ru

Установлено увеличение гетерогенности пахотного слоя почвы при использовании приемов минимализации основной обработки. Доказано негативное влияние применения длительной мелкой обработки чернозёмных почв на показатели плодородия и урожайность полевых культур.

Abstract: Practices of minimizing primary tillage lead to topsoil layer heterogeneity increase. Long-term use of shallow plowing or surface tillage of chernozem soil negatively impact on soil fertility and productivity of field crops.

Особую актуальность в современных условиях приобретает изучение приемов основной обработки почвы под пропашные культуры, так как применение минимальной обработки почвы часто приводит к получению диаметрально противоположных результатов, что обусловлено различиями почвенных и гидротермических условий, составом культур севооборота, разным уровнем интенсификации земледелия. Поиск наиболее эффективных приемов минимализации основной обработки почвы при длительном и краткосрочном применении в севооборотах с пропашными культурами в условиях ЦЧР является актуальным.

Цель исследований – разработать научные основы регулирования плодородия чернозёмов ЦЧР и продуктивности сельскохозяйственных

культур при длительном и краткосрочном применении основной обработки почвы в сочетании с минеральными и органическими удобрениями

Исследования выполнены в многолетних стационарных и краткосрочных опытах ГНУ «Воронежский НИИСХ им. В.В. Докучаева» и ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I» на выщелоченных и обыкновенных чернозёмах средне Опыты и наблюдения были выполнены в следующих опытах.

1. Стационарный многофакторный опыт по изучению влияния различных приемов и глубины основной обработки почвы в 10-польном зернопропашном севообороте. Полевой опыт заложен методом расщепленных делянок (с внесением удобрений и без внесения удобрений). Удобрения вносили ежегодно под основную обработку почвы по 60 кг/га д.в. NPK.
2. Краткосрочный трехфакторный опыт по изучению влияния различных систем зяблевой обработки почвы в звене севооборота сахарная свекла – ячмень – подсолнечник. Фактор А – система зяблевой обработки почвы, фактор В – способ основной обработки почвы, фактор С – уход за растениями.
3. Краткосрочный однофакторный опыт по изучению способов основной обработки почвы под ячмень после различных предшественников (кукуруза на силос и сахарная свекла).
4. Стационарный многофакторный опыт по определению оптимального сочетания биологических и техногенных приемов повышения плодородия и различных способов основной обработки почвы. Фактор А – пар (занятый и сидеральный); фактор В – приемы основной обработки почвы: 1) комбинированная разноглубинная обработка почвы, 2) мелкая мульчирующая обработка; фактор С – различные дозы и сочетания минеральных и органических удобрений в 4-польном севообороте.
5. Производственный опыт по изучению мелкой мульчирующей и совмещенной с посевом предпосевной минимальной обработки почвы в звене севооборота сахарная свекла – яровая пшеница.

Анализы почвенных и растительных образцов выполнялись по общепринятым методам агрофизических, биологических и агрохимических исследований в 1984-2016 гг.

Задачами основной обработки почвы является формирование пахотного слоя с высокой биогенностью, благоприятным сложением, гомогенного, чистого от сорняков, с оптимальными агрохимическими свойствами. Отвальная обработка на глубину 20-22 см, так же как и комбинированная разноглубинная обработка в севообороте, способствует улучшению питательного режима почвы по сравнению с ежегодной безотвальной обработкой.

Динамика образования нитратного азота совпадает с динамикой развития азотобактера ($r = 0,46$), общим уровнем биологической активности почвы по количеству продуцирования почвой CO_2 ($r=0,56$). В то же время

интенсивность процессов нитрификации определяется условиями аэрации, влажности, предшественником, наличием энергетического материала и др.

Длительное применение безотвальных приемов основной обработки почвы снизило содержание нитратного азота в пахотном слое почвы на 3-35%. Меньшее содержание азота по безотвальным обработкам связано с более сильной иммобилизацией нитратной формы азота послеуборочными остатками, находящимися на поверхности почвы. При безотвальных обработках почвы, особенно мелких, начиная с глубины 10 см, затухают биологические процессы, снижается нитрификационная активность, падает эффективное плодородие, происходит «оцелинивание» нижних горизонтов почвы.

Содержание подвижного фосфора и обменного калия в пахотном слое нивелировалось на различных вариантах опыта. Более сильное влияние оказывает способ обработки почвы на дифференциацию пахотного слоя почвы по плодородию. При безотвальной обработке почвы наблюдается изменение послойного содержания P_2O_5 и K_2O за счет увеличения в слое 0-10 см и уменьшения в нижних горизонтах по сравнению со вспашкой. Скопление в верхней части (0-10 см) почвенного профиля растительных остатков и удобрений при ежегодных безотвальных обработках приводит к увеличению гетерогенности пахотного слоя почвы.

Для почв зоны неустойчивого увлажнения, когда велика вероятность пересыхания поверхностного слоя почвы, особенно важно иметь оптимальное содержание подвижных форм фосфора и калия по всему пахотному слою.

Длительная безотвальная обработка почвы приводит к бóльшей убыли гумуса в слое 0-40 см по сравнению с отвальной обработкой на глубину 20-22 см как на удобренном, так и не удобренном фонах. Через 19 лет после закладки опыта на варианте вспашки на глубину 20-22 см независимо от фона удобренности содержание гумуса составляло 6,56%, на варианте плоскорезного рыхления – 6,37%, на варианте рыхления плугом без отвалов – 6,43% в слое 0-40 см, а в метровом слое – соответственно 5,04; 4,88 и 4,84%.

Поверхностное распределение удобрений и растительных остатков при проведении безотвальных обработок не способствует повышению содержания гумуса в почве, а, наоборот, приводит к увеличению нерациональных потерь по сравнению с отвальной обработкой на глубину 20-22 см.

Углубление пахотного слоя более 25-27 см приводит к уменьшению содержания гумуса за счет вовлечения в оборот нижних слоев почвы, бедных гумусом. Увеличение показателя степени минерализации растительных остатков (КАА:МПА), каталазной и пероксидазной активности при проведении глубокой отвальной обработки свидетельствует о бóльшей интенсивности и глубине трансформации органического вещества.

Исследования показали тенденцию уменьшения содержания гумуса в слое почвы 0-30 см на вариантах применения длительной мелкой обработки по сравнению с дифференцированной обработкой.

Повышенная биогенность почвы при отвальной обработке на глубину 20-22 см, максимум на 25-27 см способствует образованию бóльшего количества новообразованных гуминовых кислот. Увеличение глубины отвальной обработки почвы, а также безотвальные приемы основной обработки обуславливали снижение синтеза гуминовых кислот, что снижало плодородие почвы.

Биологические приемы воспроизводства плодородия (сидеральный пар, пожнивная сидерация, внесение в почву соломы озимой пшеницы, навоза, дефеката) в комплексе с минеральными удобрениями существенно повышают содержание гумуса в пахотном слое почвы. Максимальным содержание гумуса в слое почвы 0-30 см наблюдалось на вариантах внесения органоминеральных удобрений под отвальную обработку.

Корреляционный анализ позволил установить сильную степень связи между содержанием свободных гуминовых кислот и запасами гумуса (r = 0,85), среднюю степень сопряженности данного признака с количеством углекислого газа, выделяемого почвой (r = 0,42). Повышенная биогенность почвы при отвальной обработке на глубину 20-22 см, максимум на глубину 25-27 см способствует образованию большего количества новообразованных гуминовых кислот.

Различные способы и глубины основной обработки почвы оказали влияние на минерализацию азотсодержащих органических соединений, что сказалось на изменении валового и легкогидролизуемого азота по вариантам опыта. При постоянных безотвальных обработках наметилась тенденция снижения содержания валового и легкогидролизуемого азота в слоях почвы 0-40 и 0-100 см. Статистически достоверное снижение содержания легкогидролизуемого азота наблюдалось при вспашке на глубину 30-32 и 35-37 см в нижней части 40-сантиметрового слоя почвы.

Способы и глубина основной обработки почвы существенно влияют на расположение корней полевых культур в почвенном профиле. При проведении ежегодной плоскорезной обработки в слое почвы 0-10 см находится 40,6% корневых остатков, в слое 10-20 см – 28,5% и в слое 20-40 см – 30,9%; при проведении ежегодной отвальной обработки на глубину 20-22 см в слое почвы 0-10 см количество корневых остатков снижается до 28,4%, а в слоях 10-20 см и 20-40 см – повышается до 35,3 и 36,2%; что касается ежегодной отвальной обработки на глубину 35-37 см, то количество корневых остатков в почвенном профиле составляло соответственно 27,0; 24,5 и 48,5%. В условиях неустойчивого увлажнения пересыхание верхнего слоя (до 10 см) при проведении ежегодной безотвальной обработки способствует снижению урожайности из-за недостаточного использования сосредоточенных в этом слое элементов питания.

Урожайность сельскохозяйственных культур зависит от погодных, почвенных условий, предшественников, уровня минерального питания, приемов воспроизводства плодородия почв, способов и глубины основной обработки почвы, систем зяблевой обработки почвы. При увеличении доли

безотвальной обработки в севообороте (30%, 60%, 100%) отмечается снижение урожайности сельскохозяйственных культур: гороха – соответственно на 5,6; 14,0 и 13,7%; озимой пшеницы – на 2,7; 4,6; 5,0% по сравнению со вспашкой на глубину 20-22 см.

Периодическое применение безотвальных приемов основной обработки почвы снизило урожайность сахарной свеклы на 1,8%, подсолнечника – на 4,5%, ячменя – на 7,8-13,4% после предшественника сахарной свеклы и повысило на 5,7% после предшественника кукурузы на силос.

Замена комбинированной разноглубинной обработки в севообороте на ежегодное дискование на глубину 8-10 см существенно снизило урожайность сельскохозяйственных культур: сахарной свеклы – на 31,1%, ячменя – на 7,8%.

Доказана эффективность улучшенной зяблевой обработки почвы и улучшенной зяблевой обработки почвы, дополненной осенней культивацией под пропашные культуры, по сравнению с обычной системой обработки. Сбор корнеплодов сахарной свеклы при проведении дополнительного лущения почвы повышался в зависимости от варианта опыта на 3-16%, при проведении осенней культивации зяби – на 6,9-34,9%. Максимальная урожайность подсолнечника получена на варианте улучшенной зяблевой обработки, дополненной осенней культивацией на основе отвальной обработки почвы.

Таким образом, эффективное внедрение приемов минимализации основной обработки почвы возможно при использовании полей, сравнительно чистых от сорняков,при подборе сельскохозяйственных культур, обеспечивающих урожайность при минимальных обработках не ниже, чем при традиционных приемах обработки почвы (прежде всего озимыеи яровые зерновые культуры, в последнюю очередь зернобобовые и пропашные).

УДК 631.459

МЕХАНИЗМЫ ПРОЦЕССА РУЧЕЙКОВОЙ ЭРОЗИИ

П.С. Кузнецова
МГУ им. М.В.Ломоносова, г.Москва
paulinekuz@mail.ru

Проведено исследование существующих теорий о механизмах процесса ручейковой эрозии. Существуют следующие теории: диффузная, гравитационная, а также гидрофизическая модель эрозии почв. Большинство существующих теорий разработано для русловых потоков.

Эрозия почв является одной из причин их деградации и, как следствие, вывода из сельскохозяйственного использования. Несомненно, важно изучить эрозионные явления, от причин, их вызывающих, до сопутствующих процессов и результатов. В процессе эрозии вместе с почвенными частицами выносится множество соединений – почвенный гумус, элементы минерального питания, удобрения, пестициды и прочее.

На территории Российской Федерации и стран СНГ широко представлены все виды эрозии почв. В северных регионах России наиболее часто встречается водная эрозия. Механизмы и масштабы эрозионных процессов зависят (помимо рельефа, экспозиции склона, характера использования земель и уровня агротехники) от интенсивности осадков, длительности их выпадения, чередования более или менее влажных лет и прочих факторов.

Развитие эрозии приводит к снижению плодородия смытых почв, выводу их из хозяйственного использования, уменьшению посевных площадей, заилению каналов, эвтрофикации озер, прудов и прочих водоемов. Также эрозионные процессы могут негативно влиять на транспортные сети и производственные объекты.

Сутью процесса водной эрозии является отрыв, транспорт и переотложение частиц (агрегатов) почвы и рыхлых пород. Эти явления происходят в результате воздействия ударной силы дождевых капель на поверхность почвы, а также деятельности водных потоков.

Отрыв частиц и их транспорт осуществляются за счет энергии дождевых капель и (или)мелководных потоков. Разбрызгивание почвы дождевыми каплями в естественных и лабораторных условиях изучено достаточно полно (Free, 1960; Smith, Wischmeier, 1962 и др.). Размыву почвы склоновыми водными потоками также посвящено много работ, однако до сих пор не предложено уравнения, удовлетворительно описывающего процесс отрыва и переносачастиц почвы. Существует несколько теоретических описаний процесса отрыва и переноса частиц потоком.

Диффузная теория движения частиц. Эта теория основывается на условии рассеяния взвешенных (растворённых) веществ в потоке и их переноса из зон большей в зоны меньшей концентрации. Движение частиц рассматривается как состоящее из переносного движения вместе с объёмом воды, участвующим в вихревом турбулентном движении, и поступательного движения потока и их относительного движения под влиянием силы тяжести внутри указанных объектов. Скорость относительного движения частиц принимается одинаковой в потоке и в неподвижной воде и называется гидравлической крупностью частиц. Диффузионная теория наиболее полно развита в работах В.М. Маккавеева (Маккавеев, Коновалов, 1940; Маккавеев, 1963).

Гравитационная теория. Эта теория была предложена М.А. Великановым в 1944 г. Гравитационная теория движения наносов – это теория перемещения потоком взвешенных наносов, в которой в явной форме осуществляется учёт работы потока на взвешивание и транспорт тяжёлых частиц в поле действия силы тяжести.

Решение задачи о транспортирующей способности потока и о распределении наносов по вертикали в гравитационной теории движения наносов осуществляется путём составления уравнения баланса энергии наносонесущего потока с установившейся концентрацией наносов. При этом

учитывается количество потенциальной энергии, освобождающейся при переходе массы потока с более высоких отметок на низшие, а также работа сил сопротивления жидкой фазы и работа, затрачиваемая на перенос частиц во взвешенном состоянии (Чеботарев, 1978).

Гидрофизическая модель эрозии почв, разработанная нашими соотечественниками, опирается на следующие постулаты (Ларионов, Краснов, 1992, 1997, Ларионов, 1993):

- эрозия как работа водного потока по отрыву и транспорту частиц, совершаемая за счет кинетической энергии тока воды;
- отрыв совершается струями потока, чья скорость превышает некоторую критическую величину;
- отрыв частиц невозможен в точке, где сорванная частица касается дна.

Таким образом, интенсивность отрыва частицы пропорциональна кубу скорости потока, а также доле пульсационных значений скорости выше некоторой критической величины.

Основные положения этой модели могут быть использованы для описания транспорта наносов. По физическому смыслу отрыв частицы связного грунта и рыхлого материала не отличаются. Разницу составляют лишь затраты энергии – для отрыва частицы связного грунта требуется затратить большее количество энергии ввиду того, что помимо подъема частицы и придания ей скорости необходимо совершить работу по преодолению сил сцепления. Поэтому первые два постулата гидрофизической модели эрозии применимы для описания эрозии почв.

Во время интенсивного ливня на поверхности почвы образуется слой воды толщиной не менее 1 мм. Дождевые капли, ударяясь об него, вызывают всплески и волны, расходящиеся в виде концентрических кругов. Таким образом, слой воды находится в состоянии постоянного интенсивного перемешивания, «буквально кипит». Как следствие, поток приобретает некоторую «добавочную турбулентность», которая способствует увеличению интенсивности взвешивания почвенных частиц. Всплесками воды песчаные частицы способны подниматься до 45-50 см, где капли со взвешенными наносами подхватывает ветер, транспортирующий их. Ветровой поток способен поднять загрязненные капли на высоту до полутора метров.

Для определения «добавочной турбулентности» Н.И.Маккавеевым был проведен эксперимент: заполненные водой аквариумы, дно которых было покрыто слоем супесчаной почвы, в течение некоторого периода времени находились под ливневым дождем. По результатам опыта была выявлена некоторая закономерность – количество взвешенных наносов убывало пропорционально квадрату приращения слоя воды. При толщине слоя 20-25 см и интенсивности дождя менее 1 мм/мин наблюдалось очень слабое помутнение воды, из чего можно сделать вывод, что «добавочная турбулентность» оказывает влияние на взвешивание частиц только в малых нерусловых потоках.

Таким образом, согласно Н.И. Маккавееву, утверждение о «поясе отсутствия эрозии» на вершинах склонов является ошибочным.

Важным моментом в процессе эрозии является влияние наносов на эродирующую способность потока. Ц.Е. Мирцхулава (1967) утверждал, что необходимо снижать неразмывающую скорость потока на 8% в случае, когда поток содержит более 1% наносов. Также он показал, что наличие коллоидных частиц в потоке увеличивает вязкость жидкости, что увеличивает значение неразмывающей скорости.

Эти открытия привели к появлению нескольких подходов к объяснению данного явления, однако единого мнения так и не появилось. Г.Р. Фостер и Л.Д. Мейер (Foster, Meyer, 1972) предположили, что отрыв почвы и транспорт наносов производится за счет некоторой «свободной» энергии, которая идет в большинстве своем на транспорт наносов, ввиду больших затрат на отрыв частиц, нежели их транспорт. Поэтому на отрыв частиц идет некоторая остаточная энергия.

Однако это предположение в некоторых условиях может оказаться некорректным. Зависимость размывающей скорости от размера частиц имеет U-образную форму (Маккавеев, 1955). Как уменьшение, так и увеличение крупности элементарных частиц приводит к увеличению размывающей скорости. Если почвенные агрегаты не распались на исходные составляющие – минеральные зерна – то поток действительно захватывает те из них, которые осели на дно. Но в ином случае скорости должны быть значительно выше.

По П.Б. Херсайну и К.В. Роузу, эродирующая способность потока уменьшается вследствие того, что седиментированные частицы образуют наносы, защищающие перекрытые ими почвы от размыва (Hairsane, Rose, 1992). Согласно гидрофизической модели эрозии, донные наносы, касающиеся ложа, препятствуют отрыву частиц, которые покрывают (Ларионов, Краснов, 2000).

Экспериментальные исследования Г.А.Ларионова подтвердили значительное влияние наносов на эродирующую способность потоков (Ларионов, Добровольская, 2003). Ими было установлено, что наносы, твердость которых ниже твердости ложа потока, снижают скорость его размыва; наносы, более твердые, чем размываемый материал, вызывают корразию ложа потока. Взвешенные наносы способны увеличить значение неразмывающей скорости путем укрепления связей в размываемом грунте кольматацией межагрегатных пор.

В зависимости от характера передвижения, частицы можно разделить на влекомые и взвешенные. Влекомые частицы переносятся потоком путем волочения или перекатывания по ложу. Взвешенные наносы поднимаются потоком на высоту, соизмеримую с глубиной данного потока. Промежуточное положение занимают «скачущие» частицы. Волочение и перекатывание происходит в основном при низких скоростях, скачкообразные движения – при более высоких. Увеличение скорости потока

приводит к увеличению максимальных размеров частиц, которые способен переносить поток. Эту зависимость можно выразить формулой Эри:

$$□ = □□^6 \quad (1)$$

где P – вес переносимой частицы; A – коэффициент, зависящий от уклона дна, формы и плотности частицы, глубины потока; V – средняя скорость потока.

В основе известных уравнений транспортирующей способности эрозии лежат три предположения. Наиболее часто используемое – транспорт наносов пропорционален разностью между текущей и критической мощностями. Менее распространенными являются транспортирующая способность потоков, пропорциональная разности касательного напряжения на дне потока и её пороговой величины.

Пока не существует единой экспериментально-теоретической модели транспорта наносов. Создание уравнения, описывающего данный процесс полностью, осложняется несколькими явлениями. В первую очередь это связано с турбулентным движением вод в потоке. На данном этапе развития теории многофазных сред не существует уравнений, которыми можно было бы полностью описать движение по склону водной суспензии, коей является поток, несущий почвенный или геологический материал. Важно отметить, что в этом процессе участвуют не только две фазы – влекущая и влекомая – но и неподвижная, а именно почва. её роль заключается не только в обмене частицами с потоком (отрыв и седиментация), но и турбулизации потока.

В настоящее время существует множество уравнений, описывающих транспортирующую способность потока: зависимость Е.А. Замарина (1951), уравнение А.Н. Гостунского, формулы И.И. Леви (1968), Г.В. Железнякова (1988), В.К. Дебольского, В.М. Коткова (1977). Многие из зависимостей относятся к условиям среднеазиатских каналов и рек. Это формулы Г.С. Чекулаева (1955), К.В. Разумихиной (1966) и др. Известны и другие уравнения транспорта наносов. Однако все они выведены в большинстве своем для русловых потоков (рек и каналов). В тех опытах, где рассматриваются потоки малой глубины, в качестве материала использовались пески (d = 0,1-1,75 мм).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гендугов В.М., Глазунов Г.П. О единстве механизмов водной и ветровой эрозии почвы. Почвоведение. 2009, №5. С. 598 – 605.
2. Гостунский А.Н. Взвешивающая способность // Изв. АН УзбССР. 1954. № 3. С. 59-68.
3. Дебольский В.К., Котков В.М. Особенности динамики дефицитных форм в поступательных потоках // Метеорология и гидрология. 1977. № 10. С. 67-71.
4. Железняков Г.В. Гидрологические и гидравлические аспекты проблемы взаимодействия потоков основного русла и поймы // Труды V Всесоюзного гидрол. съезда. Т. 10. Кн. 2. Л.: Гидрометеоиздат. 1988. С. 203-209.
5. Замарин Е.А. Транспортирующая способность и допускаемые скорости течения в каналах. М.-Л.: Госстройиздат. 1951.
6. Кузнецов М.С., Глазунов Г.П. Эрозия и охрана почв. М.: Изд-во МГУ, 1996. С. 68.

7. Ларионов Г.А., Краснов С.Ф. Гидрофизическая модель эрозии и возможности её реализации // Экологические проблемы эрозии почв и русловых процессов. М.: Изд-во МГУ, 1992. С. 5-15.
8. Ларионов Г.А., Краснов С.Ф. Гидрофизическая концепция эрозии почв // Почвоведение. 1997. №5. С. 616–624.
9. Леви И.И. Инженерная гидрология. М.: Высшая школа. 1968. 238 с.
10. Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в её бассейне. М.: АН СССР. 1955. 346 с.
11. Маккавеев В.М., Коновалов И.М. Гидравлика. Л.: Речиздат. 1940. 643 с.
12. Маккавеев В.М. Вопросы теории турбулентности и движения наносов // Труды ГГИ. Вып. 100. 1963. С. 54-87.
13. Мирцхулава Ц.Е. Размыв русел и методика оценки их устойчивости. М.: Колос, 1967. 179 с.
14. Чеботарев А.И. Гидрологический словарь. Л.: Гидрометеоиздат. 1978. 308 с.
15. Чекулаев Г.С. О показателях устойчивости русел каналов оросительных систем // Вопросы гидротехники. Вып. 1. Ташкент: АН УзССР. 1955. С. 61-75.
16. Foster G.R., Meyer L.D. A closed form soil erosion equation for upland areas // Sedimentation. Colorado State Univ., Fort Collins. 1972.
17. Free G.R. Erosion Characteristics of Rainfall. // Agricultural Engineering, 1960. Vol. 41.
18. Hairsine P.B., Rose C. W. Modelling water erosion due to overland flow using physical principles 1. Sheet flow// Water resources research. 1992, № 2.
19. Smith D.D., Wischmeier W.H. Rainfall Erosion. // Advances in Agronomy. 1962. Vol. 14.

УДК 631.95

АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА ДОЖДЕВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫНОСА БИОГЕННЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ПОЧВЫ

Н.А. Константинова, А.С. Байдина
ФГБОУ ВО «Курский государственный университет», г. Курск
andy.alternative@yandex.ru

В статье анализируется и описывается методика дождевания, цель которой определение выноса биогенных веществ из почвы. Приводится принцип работы дождевальной установки. Раскрывается актуальность использования метода дождевания для сельскохозяйственной деятельности, его особенности, преимущества и возможности.

Хозяйственная деятельность человека оказывает значительное влияние на баланс и круговорот биогенных элементов в агроландшафтах. Основные потери биогенных элементов из земель, используемых в сельском хозяйстве, является их вынос с урожаем и побочной продукцией и потери в результате эрозионно-гидрологических процессов. Выпадающие на пахотные угодья естественные дожди, а также водные потоки в период снеготаяния образуют поверхностный сток воды, в результате которого из почвы выносятся растворенные биогенные вещества и частицы почвы. Поверхностный склоновый сток, формирующийся на сельскохозяйственных водосборах, является причиной развития эрозионных процессов и выноса с территорий водосборов биогенных веществ. В результате действия поверхностного стока почва постепенно теряет плодородие, и близлежащие водоемы подвергаются процессу эвтрофикации.

Но снижение плодородия почв, а также их загрязнение и эвтрофикация водоемов происходит не только естественным путем. На настоящий момент в сельском хозяйстве преобладает тенденция внесения большего объема удобрений, чем требуется, в результате чего особенно острой становится проблема загрязнения водоемов и продуктов питания зачастую необоснованно высокими концентрациями пестицидов. Земли, занятые под сельское хозяйство, подвергаются воздействию отходами животноводства, растениеводства, а также выбросами транспортной сети, промышленными предприятиями, бытовыми отходами, захоронениями опасных отходов.

Для решения проблем выноса биогенных элементов из почвы необходимо уметь прогнозировать их вынос из почвы и его экологические последствия. На основе полученных данных необходимо не только принимать меры по сокращению выносов биогенных веществ из почвы, но и предупреждать проблему нерационального внесения пестицидов, а также контролировать загрязнение почвы различными веществами с целью решения проблемы снижения плодородия почв и эвтрофикации водоемов.

Дождевание является эффективным и простым методом получения данных о выносе биогенных веществ из почвы. Этот метод позволяет с небольшими материальными затратами и за короткое время получить подробные данные о механизмах выноса различных химических элементов из почвы во время выпадения дождевых осадков [1].

Для организации и проведения натурных наблюдений необходимы относительно большие затраты. Поэтому для исследования этих процессов используют дождевальные установки (ДУ).

В связи с участившимися на территории Курской области ливневыми осадками и возросшей их интенсивностью важно определить влияние данного фактора на состояние почвы, а конкретно на вынос биогенных веществ из почвы при поверхностном склоновом стоке.

Исследования на территории Курской области проводятся в ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ на базе лаборатории моделирования эрозионных процессов с использованием методов физического моделирования и методики дождевания стоковых площадок для исследования почвенно-эрозионных процессов.

Для природно-хозяйственных условий Центрального Черноземья во ВНИИЗиЗПЭ были разработаны «Методические рекомендации по оценке выноса биогенных веществ поверхностным стоком» [3].

Общая методика исследований заключается в проведении дождевания с использованием дождевальных установок с различной площадью орошения на одной и той же почве, с использованием для дождевания одной и той же грунтовой воды. При таких условиях появляется возможность сравнить между собой данные, полученные на различных дождевальных установках.

Данный подход также позволяет оценить влияние сроков анализа проб поверхностного стока, различных консервантов, а также использование различного аналитического оборудования на результаты измерения концентраций биогенных веществ [1].

В полевых условиях используется дождевальная установка с площадью орошения 3 м^2 (БДУ) для исследования эрозионно-гидрологических процессов. В лабораторных условиях проводятся эксперименты с монолитами, отобранными на исследуемом участке почвы, где используется ПДУ с площадью орошения 0,05 м^2 [4].

Грунтовая вода, используемая в опыте, фильтруется и для нее определяют содержание биогенного элемента, так как биогенные вещества из воды частично поглощаются почвой. Для дождевальной установки дождь создается по одному принципу: образуются одинаковые дождевые капли, падающие с одинаковой высоты; интенсивность дождя задается постоянной [2].

Сначала отбор стекающей воды проводится непрерывно (одна емкость одновременно заменялась другой). Это позволяет учесть весь сток. Далее, когда увеличение расхода стекающей воды замедляется, в её отборе делаются перерывы, как правило, в 5 минут. Для расчёта стока за время перерыва используют линейную интерполяцию[2].

Концентрации нитратной формы азота и фосфатов в дождевой воде и поверхностном стоке измеряются в лаборатории массовых анализов ВНИИЗиЗПЭ и в аналитической лаборатории территориального центра (ТЦ) Курскгеомониторинг фотометрическим методом в соответствии с ПНД Ф 14.1:2:4.4-95 и ПНД Ф 14.1:2:4.112-97 [5].

Для лаборатории ВНИИЗиЗПЭ пробы воды консервируются толуолом и анализируются на 2-ые сутки после их отбора, для лаборатории ТЦ Курскгеомониторинг пробы консервируются хлороформом и анализируются в течение суток после их отбора. Чувствительность используемых методов определения концентраций для нитратного азота – 0,1 мг/л, для фосфатов – 0,05 мг/л при возможном стандартном отклонении измерений концентраций нитратного азота 9% и фосфатов 8% [5].

Главное достоинство описанной методики дождевания стоковых площадок заключается в том, что полученные результаты экспериментов можно применять для естественных дождей. Это существенно сокращает временные и материальные затраты по сравнению с получением натурных данных, период наблюдений для которых должен быть не менее примерно 20-25 лет.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Соловьева Ю.А., Сухановский Ю.П., Прущик А.В. и др. Использование метода дождевания для определения выноса нитратного азота, фосфора и калия из почвы. В сб.: Агротехнологическая модернизация земледелия. Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции (Курск, 11-13 сентября 2013 г.). Курск, ГНУ ВНИИЗиЗПЭ РАСХН: 231–235 с.
2. Сухановский, Ю.П. Оценка впитывающей способности почвы с использованием портативной дождевальной установки / Ю. П. Сухановский, В.А. Вытовтов, А.В. Прущик, Ю.А. Соловьева, С.И. Санжарова // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. – 2015. – Вып. 78. – С. 31-41.

3. Чуян, Г.А. Методические рекомендации по оценке выноса биогенных веществ поверхностным стоком / Г.А. Чуян, Э.А. Бойченко, О.П. Тур.– М.: ВАСХНИЛ, 1985. – 32 с.
4. Патент 2519789 РФ: МПК A01G 25/02. Портативная лабораторно-полевая дождевальная установка. / Вытовтов В.А., Сухановский Ю.П., Санжарова С.И., Прущик А.В., Соловьёва Ю.А.; заявитель и патенотообладатель ВНИИЗиЗПЭ – № 2012145695; заяв. 25.10.2012; опубл. 20.06.2014. – Б.И. – 2014. – № 17.
5. ПНД Ф 14.1:2:4.112-97. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации фосфат-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с молибдатом аммония. – М: 1997 г. (издание 2011 г.) – 16 с.

УДК 631.872: 631.46:631.452

ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ ЗА СЧЕТ УСКОРЕНИЯ ДЕСТРУКЦИИ ПОСЛЕУБОРОЧНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ

С.А.Тарасов[1], А.А.Тарасов[2]
[1]ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии»,г.Курск
[2] ФГБОУ ВО «Курская ГСХА имени И.И. Иванова», г. Курск
tarasovaa46@mail.ru

Показано влияние обработки послеуборочных растительных остатков в виде пшеничной соломы микробным препаратом Трихофит совместно с регулятором роста растений Витазим на степень их разложения и на поступление в почву разложившейся соломистой массы (детрита).

Проблема биологического разложения послеуборочных растительных остатков, связанных с их минерализацией и гумификацией, в настоящее время заслуживает особого внимания как объект исследования. Это связано с тем, что в современном земледелии именно послеуборочные растительные остатки являются основным источником пополнения почв сельскохозяйственного назначения органическим веществом. Наряду с использованием минеральных удобрений, послеуборочные растительные остатки являются также и источниками поступления в почву элементов минерального питания растений [6, 10]. В конечном итоге, количество оставленных в почве растительных остатков, наряду с системой её обработки и другими элементами системы земледелия, является фактором, определяющим уровень эффективного и потенциального плодородия почв. Влияние послеуборочных растительных остатков на эффективное и потенциальное плодородие почвы объясняется тем, что в результате разложения микроорганизмами большая часть их органической массы минерализуется с образованием элементов минерального питания растений, и относительно небольшая часть подвергается гумификации.

Использование преимущественно химико-техногенной интенсификации земледелия и отчуждение с полей послеуборочных растительных остатков, которые практиковались в течение ряда десятилетий, вызвало не только снижение содержания гумуса в почвах сельскохозяйственного назначения, но и изменение пула почвенных микроорганизмов, в том числе и микроорганизмов-целлюлозолитиков. Результаты многочисленных исследований свидетельствуют о том, что при продолжительной химико-техногенной интенсификации земледелия изменился состав почвенных микроорганизмов, сменились доминанты, и заметно снизилась микробиологическая активность почв [1, 3]. А.Г. Харченко [11] отмечает, что резко снизилась деструктивная способность микроорганизмов почвы по отношению к послеуборочным растительным остаткам. На полях можно встретить неразложившиеся растительные остатки не только прошлого года, но и те, которые находились в почве в течение до трех лет. Автор приходит к выводу, что такое явление является именно следствием химико-техногенной интенсификации земледелия. Особенно резко снижалась микробиологическая

активность почв, в том числе и активность микроорганизмов-целлюлозолитиков, при сжигании на полях послеуборочных растительных остатков [7, 12].Перспективным направлением восстановления пула почвенных микроорганизмов и повышения интенсивности разложения послеуборочных растительных остатков в почвах является их обработка перед заделкой в почву биопрепаратами, которые содержат микроорганизмы-целлюлозолитики, или же стимулируют целлюлозолитическую активность аборигенных микроорганизмов [2, 4, 9]. Г.В. Мотузова, О.С.Безуглова [5] считают, что в результате интродукции определенных групп микроорганизмов в почву происходит не только её очистка от ксенобиотиков, но и повышается плодородие почвы, восстанавливаются её основные функции. По мнению С.Н. Петровой, В.А. Денщикова [8], увеличение бактериальной массы в почве, в свою очередь, способствует развитию и определенных видов грибной микрофлоры, которая является активным деструктором растительных остатков.

Влияние обработки пшеничной соломы микробным препаратом Трихофит и регулятором роста растений Витазим на степень её разложения после заделки и экспозиции в почве изучали в условиях осени 2016 г. на чернозёме типичном. В опыте имитировали внесение в почву обработанной биопрепаратами соломы из расчета 3 т/га (6,25 г соломы на 1 кг почвы). Образцы пшеничной соломы нарезали длиной 4-7 см и перед заделкой в почву подвергали обработке водой (контроль), микробным препаратом Трихофит из расчета 3 л/т соломы, регулятором роста растений Витазим из расчета 1 л/т соломы и совместно препаратами Трихофит + Витазим, в соответствии со схемой эксперимента. По всем вариантам опыта в рабочем растворе использовали аммиачную селитру из расчета 10 кг/га действующего вещества азота на 1 т соломы. Обработанную в соответствии со схемой эксперимента солому подсушивали до постоянной массы, отбирали по 6,25 ги перемешивали с 1 кг почвы. Затем образцы смеси почвы с соломой помещали в мешочки из пропиленовых нитей (40х25 см) с мелкими ячейками. Подготовленные образцы в мешочках затем прикапывали в пахотный слой почвы и выдерживали в течение 39 суток (с 20 сентября по 28 октября). После экспозиции мешочки выкапывали, почву с разлагающейся соломой высыпали в емкость с водой и перемешивали. Неразложившиеся остатки соломы при этом всплывали и концентрировались на поверхности воды. Их отмывали от почвы, высушивали до постоянного веса и взвешивали. Разложившиеся остатки вымывали из почвы. Для этого использовали мучное сито с размером отверстий менее 200 мкм. Отмытую фракцию разложившихся в почве растительных остатков (детрит) также высушивали и взвешивали. Затем определяли процентное содержание каждой фракции относительно исходного состояния. Для исключения отмытых разложившихся растительных остатков, которые уже были в почве, их содержание методом отмывки определяли заранее, перед тем как помещать в образцы почвы солому для разложения.

Регулятор роста растений Витазим представляет собой водный раствор нескольких биологических активаторов и, соответственно, является биостимулятором многопрофильного действия. Особенностью препарата Витазим является то, что кроме стимулирующего действия на растения, он стимулирует активность ризосферной микрофлоры. Микробный препарат Трихофит в своем составе содержит в виде водной суспензии грибы Trichoderma lignorum, которые являются целлюлозолитиками.

Предварительно определили, что в исходной почве (до внесения соломы) содержание разложившихся органических остатков составило 2,92 г/кг, или 0,292%. Полученные данные были приняты за основу для определения прироста лабильного органического вещества в почве после разложения в ней соломистых остатков, обработанных препаратами. Обработка пшеничной соломы биопрепаратами заметно повышала степень её деструкции в течение 39 суток её экспозиции в почвенном слое (таблица).

Таблица. Влияние обработки соломы препаратами на её деструкцию

Вариант	Масса неразложившейся соломы, г	Масса отмытых из почвы остатков, г	Отмываемые остатки в почве до внесения соломы, г	Масса разложившейся соломы, г	Степень разложения,%	
					относительно исходного состояния	относительно контроля, ±
1. Обработка соломы водой (контроль)	3,27	5,68	2,92	2,76	44,16	-
2. Трихофит из расчета 3 л/т соломы	2,39	6,56		3,64	58,24	+14,08
3. Витазим из расчета 1 л/т соломы	3,11	5,83		2,91	46,56	+2,4
4. Трихофит (5 л/т) + Витазим (1 л/т)	1,97	7,03		4,11	65,76	+21,6

Из исходных 6,25 г соломы самое большое количество неразложившейся соломы оказалось в контрольном варианте опыта, где её обработку проводили только водой с добавлением аммиачной селитры. В этом варианте опыта масса неразложившейся соломы составила 3,27 г, а масса разложившейся соломы, которая пополнила запасы лабильного органического вещества в почве – 2,76 г. Такое количество разложившейся соломы составило 44,16% от её исходной массы. Обработка послеуборочных растительных остатков перед заделкой в почву микробным препаратом Трихофит из расчета 3 л/т соломы на фоне азотного удобрения обеспечивала заметное увеличение степени их разложения. В равнении с массой исходной соломы в этом варианте опыта степень её разложения составила больше половины (58,24%). В сравнении с

контрольным вариантом интенсивность разложения соломы увеличилась на 14,08%.

Высокий соломоразлагающий эффект микробного препарата Трихофит можно объяснить тем, что при обработке им соломы происходит интродукция в почву микромицета Trichoderma lignorum, который является типичным целлюлозолитиком, непосредственно разрушающим лигнин.

Обработка послеуборочных растительных остатков перед заделкой в почву регулятором роста Витазим из расчета 1 л/т на фоне азотного удобрения в небольшой степени повысила степень их деструкции. В сравнении с контролем в этом варианте опыта степень разложения соломы была выше лишь на 2,4%. Это можно объяснить тем, что препарат Витазим не содержит живой культуры микроорганизмов-целлюлозолитиков, участвующих непосредственно в деструкции растительных остатков. Тем не менее, известно, что данный регулятор не только стимулирует рост и развитие растений, но и оказывает стимулирующее действие на активность почвенной биоты.

Очевидно, что некоторое повышение степени разложения соломы в сравнении с контролем в варианте опыта, где она была обработана препаратом Витазим, можно объяснить активацией регулятором роста аборигенных микроорганизмов, находящихся в почве, способных разлагать растительные остатки. Можно предположить, что эффект непосредственно препарата Витазим как деструктора растительных остатков будет зависеть от имеющегося количества аборигенных микроорганизмов-целлюлозолитиков в почве.

Самая высокая степень разложения послеуборочных растительных остатков была в варианте опыта, где солому перед заделкой в почву обрабатывали микробным препаратом Трихофит и регулятором роста Витазим, также на фоне азотного удобрения. В этом варианте опыта в сравнении с исходной массой после 39 суток экспозиции в почве солома разложилась на 65,78%. В сравнении с контрольным вариантом интенсивность разложения соломы была выше на 21,6%, и на 7,52% выше, в сравнении с вариантом, где солому обрабатывали только микробным препаратом Трихофит. Высокий соломоразлагающий эффект в этом варианте опыта объясняется действием сразу нескольких факторов – за счет непосредственной интродукции микроорганизмов-целлюлозолитиков (препарат Трихофит), и за счет активации интродуцированных и аборигенных микроорганизмов-целлюлозолитиков. В этом же варианте опыта был самый малый по массе остаток неразложившейся соломы, который составил 1,97 г от исходных 6,25 г.

Полученные результаты убедительно свидетельствуют о высокой деструктивной эффективности по отношению к послеуборочным растительным остаткам совместного применения микробного препарата Трихофит и регулятора роста растений Витазим.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ананьева Н.Д., Благодатская Е.В., Демкина Т.С. Оценка устойчивости микробных комплексов почвы к природным и антропогенным воздействиям // Почвоведение. – 2002. – № 5. – С. 580-587.
2. Богатырева Е.В. Использование соломоразлагающих биопрепаратов в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края // Земледелие. – 2013. – № 8. – С. 14-16.
3. Козлов А.В., Селицкая О.В. Значение микроорганизмов в поддержании устойчивости почв к воздействию антропогенных факторов // Вестник Минского университета. – 2015. – № 3 (11). – С. 27.
4. Лазарев В.И., Айдиев А.Я., Тарасов С.А. Разложение пшеничной соломы под влиянием микробиологических препаратов Гуапсин и Трихофит // Земледелие. – 2014. – № 8. – С. 20-22.
5. Мотузова Г.В., Безуглова О.С. Экологический мониторинг почв. – М.: Академический проект: Гаудеамус, 2007. – 237 с.
6. Мудрых Н.М., Самофалова И.А. Опыт использования растительных остатков в почвах Нечернозёмной зоны России (обзор) // Пермский аграрный вестник. – 2017. – № 1 (17). – С. 88-97.
7. Назарько М.Д., Лобанов В.Г. Влияние сжигания растительных остатков в окультуренных почвах на их биологические и химические показатели // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 2006. – № 6. – С. 94-95.
8. Петрова С.Н., Денщиков В.А. Численность микроорганизмов в ризосфере у сортов гороха посевного при формировании азотфиксирующего симбиоза // Земледелие. – 2013. – № 5. – С. 17-19.
9. Пигорев И.Я., Тарасов А.А., Тарасов С.А. Влияние биопрепаратов на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в Центральном Черноземье // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. –2016. – № 9. – С. 94-99.
10. Тишков Н.М., Назарько А.Н. Надземные растительные остатки подсолнечника – источник пополнения органическим веществом и элементами питания чернозёма типичного // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2015. – № 1 (161). – С. 57-71.
11. Харченко А.Г. Новый ключ к восстановлению плодородия почвы [Электронный ресурс] // Зерно. – 2012. – № 9. – URL: http://www.zerno-ua.com/journals/2012/sentyabr-2012-god/novyy-klyuch-k-vosstanovleniyu-plodorodiya-pochvy (дата обращения 28.06.2017).
12. Экологические последствия сжигания сельскохозяйственных отходов на состояние плодородия пахотных почв / Л.П. Степанова, М.Н. Моисеева, Е.Н. Цыганок, Е.А. Коренькова// Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2012. – № 2. – С. 93-96.

УДК 631.58:631.452(470.32)

МНОГОЛЕТНИЕ ТРАВЫ И ПЛОДОРОДИЕ ЧЕРНОЗЁМОВ

А.А.Дедов, М.А.Несмеянова, А.В.Дедов
ФГБОУ ВО “Воронежский ГАУ им. императора Петра I”,г.Воронеж
marina-nesmeyanova2012@yandex.ru

Приведены результаты исследований, которые проводятся на кафедре земледелия Воронежского ГАУ в многофакторных стационарных опытах по воспроизводству плодородия почв с использованием многолетних трав. Показана их роль в сохранении плодородия чернозёмов и получении бездефицитного баланса органического вещества.

In multifactorial stationary experiments carried out on the plots of the Department of Arable Farming of Voronezh State Agricultural University basic techniques for soil fertility recovery with application of perennial grasses are studied; their role in preservation of fertility of chernozem soil in order to obtain debt-neutral balance of organic matter is revealed.

Актуальность вопроса по сохранению и повышению плодородия чернозёмных почв вызывает в настоящее время необходимость в совершенствовании технологий возделывания сельскохозяйственных культур, основанных на использовании приемов биологизации [1-8].

В последние годы для защиты склоновых почв от водной и ветровой эрозии применяют постоянное залужение их многолетними травами. Наибольшее распространение из многолетних трав в ЦЧР получили люцерна, эспарцет, кострец безостый.

Исследования показали, что увеличение массы органического вещества (табл. 1) в выводном поле люцерны идет высокими темпами в первый год – 7,9 т/га (перед посевом в пахотном слое почвы содержалось 2,8 т/га растительных остатков).

Таблица 1. Содержание растительных остатков и гумуса в пахотном слое почвы выводного поля люцерны (опыт 1, 1985-1989 г.г.)

Год использования посева	Масса остатков, т/га	Гумус по Тюрину, %		
		1986 г.	1989 г.	Отклонение, + -
Первый	10,7	4,52 4,35	4,56 4,41	+0,04 +0,06
Второй	13,8	4,54 4,39	4,68 4,47	+0,14 0,08
Третий	15,1	4,54 4,32	4,74 4,42	+0,18 +0,10
Четвертый	16,1	4,56 4,46	4,75 4,58	+0,19 +0,12
$НСР_{05}$	0,1	Общая - 0,04;вариантов - 0,02;фонов - 0,02		

Примечание: над чертой – пахотный слой, под чертой – подпахотный слой

На второй год темпы увеличения растительных остатков снизились до 3,1 т/га. На третий и четвертый годы прирост массы остатков продолжал замедляться и составил соответственно 1,7 и 1,0 т/га.

Помимо чистых посевов многолетних бобовых трав в ЦЧР большое значение имеет возделывание травосмесей (табл. 2).

Таблица 2. Содержание гумуса и растительных остатков в пахотном слое почвы под травосмесями многолетних трав, (опыт 2, 1994-2006 г.г.)

Варианты опыта	Гумус, %	Масса растительных остатков по годам жизни, т/га			
		1	2	3	4
1. Люцерна (контроль)	4,10	7,61	12,3	17,7	18,3
2. Люцерна - донник	4,15	8,92	14,7	17,5	17,7
3. Люцерна - райграс	4,19	8,86	12,6	12,1	13,0
4. Люцерна - эспарцет	4,25	7,77	14,3	15,6	16,5
5. Люцерна – эспарцет - донник	4,29	11,2	16,5	19,2	20,2
6. Люцерна – эспарцет – донник - райграс	4,31	10,3	12,2	13,2	12,6
7. Люцерна – эспарцет – донник - кострец безостый	4,35	10,8	14,1	17,1	19,4
$НСР_{05}$	0,12	0,46	0,45	0,47	0,44

Нашими исследованиями было установлено, что наибольшие темпы накопления растительных остатков в первый год вегетации были у трехкомпонентных и четырехкомпонентных травосмесей. Особенно много их содержалось в травосмеси люцерна - эспарцет - донник - 11,2 т/га. Минимальное количество их было на контроле - 7,61 т/га.

Наибольшее количество растительных остатков после второго года вегетации было на вариантах с травосмесями: люцерна – донник, люцерна - эспарцет - донник, люцерна - эспарцет - донник - кострец безостый, под посевами которых накопилось, соответственно, 14,7; 16,5 и 14,1 т/га биомассы. Наименьшая масса абсолютно сухого вещества растительных остатков 12,3 и 12,2 т/га на второй год жизни многолетних трав и их травосмесей отмечалась на контроле и четырехкомпонентной травосмеси с райграсом.

Однако темпы накопления органического вещества в пахотном слое почвы под люцерной в чистом посеве на третий год жизни были более высокими, чем в этом же слое почвы под травосмесями: люцерна - донник и люцерна - эспарцет - донник. В итоге, наибольшая масса растительных остатков за четыре года жизни трав накапливалась в травосмесях: люцерна - эспарцет - донник 20,2 т/га, люцерна - эспарцет - донник - кострец 19,4 т/га и на люцерне в чистом посеве 18,3 т/га.

Используя результаты предыдущих исследований нами был заложен опыт 3 (табл. 3), в котором в структуру посевных площадей севооборотов были введены многолетние бобовые травы, посеянные в чистом виде рано весной.

Исследования показали, что при максимальном насыщении севооборота пропашными культурами и чистым паром (57%) содержание гумуса, после 10 лет использования почвы, было самым низким (варианты 1-2), и при меньшем насыщении процессы минерализации гумуса уменьшаются, содержание его увеличивается (варианты 3 и 4).

Большое значение для регулирования плодородия чернозёмных почв имеет введение в состав севооборотов многолетних трав (люцерны, донника) и увеличение срока их использования.

Таблица 3. Влияние различных видов севооборотов на содержание гумуса в пахотном слое почвы (опыт 3, 1990-2000 гг.)

№ п/п	Схемы севооборотов	Содержание гумуса, %		
		1990 г. (исходное)	2000 г.	Отклонение от исходного
1	Черный пар – озимая пшеница – сахарная свекла – горох – озимая пшеница – соя – кукуруза на силос	3,16 3,02	3,31 3,11	+0,15 +0,09
2	Занятый пар – озимая пшеница – сахарная свекла – люцерна 1-го года жизни – люцерна 2-го года жизни – кукуруза на силос – ячмень	3,10 3,06	3,11 3,18	+0,01 +0,12
3	Занятый пар – озимая пшеница – сахарная свекла – люцерна 1-го года жизни – люцерна 2-го года жизни – кукуруза на силос – соя	3,28 3,06	3,75 3,61	+0,47 +0,55
4	Сидеральный пар – озимая пшеница – сахарная свекла – горох – озимая пшеница – кукуруза на силос – ячмень + донник	3,12 3,03	3,63 3,74	+0,51 +0,71

Примечание: над чертой – на органоминеральном фоне; под чертой – на фоне органических удобрений

При введении в структуру севооборота многолетних бобовых трав и уменьшении площадей посева пропашных культур до 43% и зерновых культур до 29%содержание гумуса по сравнению с исходным его содержанием увеличивается на органоминеральном фоне на 0,47%, а при внесении органических удобрений – на 0,55%.

При уменьшении доли участия пропашных культур и чистого пара в структуре посевов до 28% и увеличении посевов однолетних трав и зерновых культур до 44%, а многолетних трав – до 28% прибавка гумуса по сравнению с исходным его содержанием была самой большой и составила на органо-минеральном фоне 0,51%, а при внесении органических удобрений – 0,71%.

Научный интерес представляют смешанные (бинарные) посевы многолетних бобовых трав с культурами севооборотов на фоне использования соломы зерновых культур на удобрение, сидерации в пару и пожнивно, а также их сочетаний с другими факторами интенсификации.

Наши исследования показали (табл. 4), что содержание растительных остатков зависело от вида севооборота, приемов биологизации и способа обработки почвы.

Меньше растительных остатков содержалось в зернопаропропашном севообороте – на фоне вспашки 5,2 т/га, а при безотвальном рыхлении 5,1 т/га. При использовании приемов биологизации в сидеральном севообороте их масса увеличивалась на фоне вспашки на 46% и при безотвальном

рыхлении на 42%. В зернотравяно-пропашном севообороте количество растительных остатков на этих фонах увеличивалась соответственно на 77% и 83%.

Поступившие в пахотный слой почвы растительные остатки подвергаются процессу разложения, которое оказывало влияние на содержание гумуса. Поэтому в севооборотах отмечали достоверное увеличение и уменьшение его количества по вариантам опыта по сравнению с исходным его количеством.

Таблица 4. Содержание растительных остатков, общего гумуса в пахотном слое почвы севооборотов при использовании различных приёмов биологизации и способов обработки (опыт 4, 2009-2016 г.г.)

Вид севооборота	Масса остатков, т/га	Содержание гумуса, %			
		2010 г. (исходное)	2013 г.	2016 г.	По отношению к 2010 г., + -
Зернопаро-пропашной	5,2 5,1	5,5 5,6	5,4 5,5	5,2 5,4	-0,3 -0,2
Сидеральный	7,6 7,4	5,6 5,6	5,6 5,7	5,7 5,8	-0,1 +0,2
Зернотравяно-пропашной	9,2 9,5	5,5 5,5	5,6 5,7	5,8 5,9	+0,3 +0,4
$НСР_{0,5}$	0,2	0,10	0,14	0,13	-

Примечание: числитель - отвальная вспашка на 20-22 см, знаменатель – безотвальное рыхление на 20-22 см.

В зернопаропропашном севообороте за годы второй ротации из пахотного слоя было достоверно потеряно на фоне вспашки на 20-22 см 0,3% гумуса, а при безотвальном рыхлении на эту же глубину - 0,2%.

В сидеральном севообороте баланс гумуса был бездефицитным на фоне отвальной и безотвальной обработок почвы.

В зернотравянопропашном севообороте поступало в пахотный слой почвы больше свежего органического вещества. Разложение этой органики достоверно повышало содержание гумуса на фоне вспашки на 0,3% гумуса и на 0,4% при безотвальном рыхлении.

Высокая способность многолетних трав повышать плодородие чернозёмных почв вызывает необходимость возделывать их не только в кормовых и специализированных, но и расширять посевы в полевых севооборотах. Однако сразу ввести многолетние травы в севообороты невозможно из-за проблемы семеноводства многолетних трав. Поэтому в первую очередь целесообразнее залужение ими наиболее эрозионноопасной пашни с уклоном более 5^0, а затем вводить их в севообороты с уклоном $3\text{-}5^0$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Биологизация земледелия в основных земледельческих регионах России / В.А. Семыкин, Н.И. Картамышев, В.Ф. Мальцев, А.В. Дедов и др.; под ред. Н.И. Картамышева. – Москва: КолосС, 2012. – 471 с.

2. Дедов, А.В. Бинарные посевы в ЦЧР / А.В. Дедов, М.А. Несмеянова, Т.Г. Кузнецова. – Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2015. – 139 с.
3. Дедов А.В. Рекомендации по формированию почвенного плодородия при внедрении севооборотов с экологической направленностью / А.В. Дедов, В.А. Федотов, М.И. Лопырев. – Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2009. – 59 с.
4. Иванов А.Л. Земледелие должно быть адаптивным, дифференцированным // Земледелие.– N2. - 2006. - С.4-6.
5. Кирюшин, В.И. О Белгородской модели модернизации сельского хозяйства и биологизации земледелия / В.И. Кирюшин // Земледелие. – 2013. – № 1. – С. 3-6.
6. Лопырев, М.И. Каталог проектов агроландшафтов и земледелие (сохранение плодородия, территориальная организация систем земледелия, устойчивость к изменению климата) / М.И. Лопырев, В.Д Постолов, А.В. Дедов. – Воронеж : ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. – 183 с.
7. Черкасов Г.Н. Совершенствование севооборотов и структуры посевных площадей для хозяйств различной специализации Центрального Черноземья / Г.Н. Черкасов, Акименко А.С. // Земледелие. - 2016. - №5. - С. 8-11.
8. Черкасов Г.Н. Система удобрения как средство управления плодородием почв / Г.Н. Черкасов, Е.П. Проценко // Земледелие, 2004. №3. С. 13-15

УДК 551.4: 631.439: 631.434

ОТДЕЛЬНЫЕ АГРОФИЗИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЧЕРНОЗЁМА ЮЖНОГО НА ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Верин А.Ю., Медведев И.Ф.Ефимова В.И.
ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» г.Саратов
prive_t@mail.ru

В статье приведены данные по отдельным агрофизическим свойствам чернозёма южного Приволжской возвышенности. Агрофизические свойства не только характеризуют почвенное плодородие, но и определяют рост и развитие растений, влияют на их продуктивность. Проведен послойный анализ почвенных образцов. Определены показатели гранулометрического и макроагрегатного состава, плотности, порозности почвы, влажности почвы, содержания гумуса и нитрифицирующей способности почвы.

The article presents data on individual agrophysical and agrochemical properties of southern chernozem Saratov region. These properties do not only characterize soil fertility, but also determine the growth and development of plants, affect their productivity. A by-layer analysis of soil samples is carried out. The parameters of granulometric and macroaggregate composition, density, soil porosity, soil moisture, humus content, and nitrifying ability of soil were determined.

Ключевые слова: *агрофизические свойства почвы, агрохимические свойства почвы, гранулометрический состав почвы, плотность сложения почвы, плотность твердой фазы почвы, порозность почвы, влажность почвы, валовый гумус, нитрифицирующая способность почвы.*

Агрофизические свойства почв распределены пространственно и изменяются во времени, оказывая непосредственное влияние на состояние формирующихся на данной почве растительных сообществ. От сложения почвы, её порозности, твердости и аэрации зависит интенсивность микробиологических процессов. Агрофизическое состояние почв оказывает непосредственное воздействие на продуктивность растительного сообщества. Выводы из результатов мониторинга агрохимических свойств почв,

исследования аккумуляции и перераспределения питательных элементов в ландшафте, полученные без учета агрофизических свойств почвы, могут быть неверными [1].

Важнейшими почвенными характеристиками являются рельеф местности, гранулометрический, агрегатный и химический состав почвы, наличие или отсутствие легкорастворимых солей и другие свойства почвы [2].

Цель исследования: Дать характеристику отдельным агрофизическим показателям чернозёма южного на Приволжской возвышенности.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в 2016 гг. на полях тестового полигона №5, расположенного на чернозёме южном в условиях экспериментального хозяйства ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока». Для проведения исследования было выбрано облесенное поле. Защитные водорегулирующие лесополосы плотной конструкции шириной 20 м состоят из дуба черешчатого, ясеня зеленого, изредка вяза мелколистного, вяза обыкновенного, клена ясенелистного и татарского и акации желтой. Заложены лесополосы в 1948-1949 гг. Для наблюдения за отдельными агрофизическими свойствами почвы был заложен почвенный профиль. В почве проводились наблюдения за плотностью сложения, её гранулометрическим составом, микроагрегатным составом, порозностью по слоям почвенного профиля по горизонтам (А пах, АВ, В, ВС). Сопряженно с изучением агрофизических свойств в почвенных профилях проводились наблюдения за содержанием гумуса и нитрифицирующей способностью почвы. Плотность сложения почвы определялась методом режущего кольца по Качинскому, запасы влаги в почве – термостатно-весовым методом, содержание гумуса – по методу Тюрина в модификации ЦИНАО. Гранулометрический состав почвы определялся пирофосфатным методом по Качинскому. Для статистических расчетов использовали стандартные формулы математической обработки данных в компьютерной программе Excel.

Результаты исследований и их обсуждение. Одним из самых важных условий повышения почвенного плодородия и получения устойчивых урожаев является создание оптимальных агрофизических и агрохимических свойств в почвенном профиле. Именно влага и тепло отвечают за интенсивность роста и развития корневой системы и, в конечном счете, самого растения. По содержанию органического вещества в верхнем гумусово-аккумулятивном горизонте чернозём относится к малогумусным. Максимальное содержание гумуса на исследуемых почва зафиксировано в пахотном горизонте и горизонте АВ. Его значение находилось в пределах 4,26%, при этом его содержание резко уменьшается при переходе к нижележащим горизонтам [3,4].

Гранулометрический состав оказывает большое влияние на процессы почвообразования и формирование как агрофизических, так агрохимических свойств почвы. Результаты гранулометрического анализа свидетельствуют о

том, что чернозём южный имеет суглинистый, тяжелосуглинистый гранулометрический состав. Доля фракций «физическая глина» (<0,01) - 55,4%. Доля среднего песка (1-0,25мм) – 1,61%,мелкого песка (0,25-0,05мм) – 23.5%, крупной пыли (0,05-0,01мм) – 19,9%, средней пыли (0,01-0,005мм) – 8,5%, мелкой пыли (0,005-0,001мм) – 12,9% и ила (<0,001мм) – 33,8%. В исследуемой почве преобладающей фракцией является фракция ила (<0,001мм) - 33,8% от абсолютно сухой почвы. Илистая фракция имеет большое значение в почвенном плодородии. Она обладает высокой поглотительной способностью, содержит много гумуса и элементов питания, способна к структурообразованию. В структурной почве создаются оптимальные условия для развития различных групп микроорганизмов. Наиболее благоприятное влияние на агрофизические свойства почвы оказывает микроструктура при условии её оптимальной пористости и водопрочности [5].

Твердая фаза почвы включает механические частицы, различающиеся по свойствам и размерам. Наиболее ценными являются агрегаты размером от 0,25 до 2 мм.

Таблица 1. Агрегатный состав чернозёма южного

Горизонт	Глубина, см	Структурные агрегаты, мм				
		>2мм	2-0,5мм	0,5-0,25 мм	0,25-0,1 мм	<0,1мм
А пах	0-10	55,20	30,50	0,84	0,18	0,45
А пах	10-20	47,50	35,50	10,80	2,95	0,31
АВ	20-30	45,80	38,55	0,94	0,28	0,36

Показателем агрофизических свойств почвы является, прежде всего, плотность сложения почвы. Плотность сложения влияет на водный, воздушный и тепловой режимы почвы, а также на микробиологическую активность почвы. Чем меньше плотность сложения, тем богаче может быть почва воздухом, водой и гумусом, тем благоприятнее она для возделывания сельскохозяйственных культур. К тому же плотность сложения имеет большое практическое значение, так как характеризует почву с точки зрения трудности её обработки сельскохозяйственными орудиями. По данным многочисленных исследований для чернозёмных почв глинистого, средне- и тяжелосуглинистого гранулометрического состава оптимальная плотность сложения для большинства с.-х. культур находится в пределах 1,10-1,30 г/см^3 [6,7].

В наших исследованиях плотность сложения чернозёма южного с глубиной закономерно и постепенно возрастает с 1,05 г/см^3 в гумусовом слое до 1,11 г/см^3 и вниз по профилю поднимается до 1,26 г/см^3 (таблица 2). Следует отметить, что плотность гумусово-аккумулятивного горизонта меняется во времени в результате проведения агротехнических мероприятий. Такую же тенденцию имеет изменение плотности твердой фазы вниз по профилю почвы. Так, средняя величина плотности твердой фазы варьирует в горизонтах А пах и АВ в незначительных пределах от 2,38 до 2,41 г/см^3 и возрастает до 2,46 г/см^3 в нижележащих (таблица 2, график 1).

Таблица 2. Агрофизические и водно-физические свойства чернозёма южного

Горизонт	Глубина, см	Плотность, г/см3	Плотность твердой фазы, г/см3	Порозность, %	Влажность, %
А пах	0-20	1.05	2,38	40,0	27,3
АВ	20-30	1.11	2,41	35,1	24,4
В	30-40	1.13	2,42	31,4	15,8
ВС	40-60	1.26	2,46	29,4	17,6

Исследования плотности почвы показали, что наиболее благоприятной для растений она отмечена в слоях 0-10 и 10-20 см (1,05-1,11 г/см^3). Увеличение плотности начинается в слое почвы 30-40 см (1,13 г/см^3) и с глубиной увеличивается.

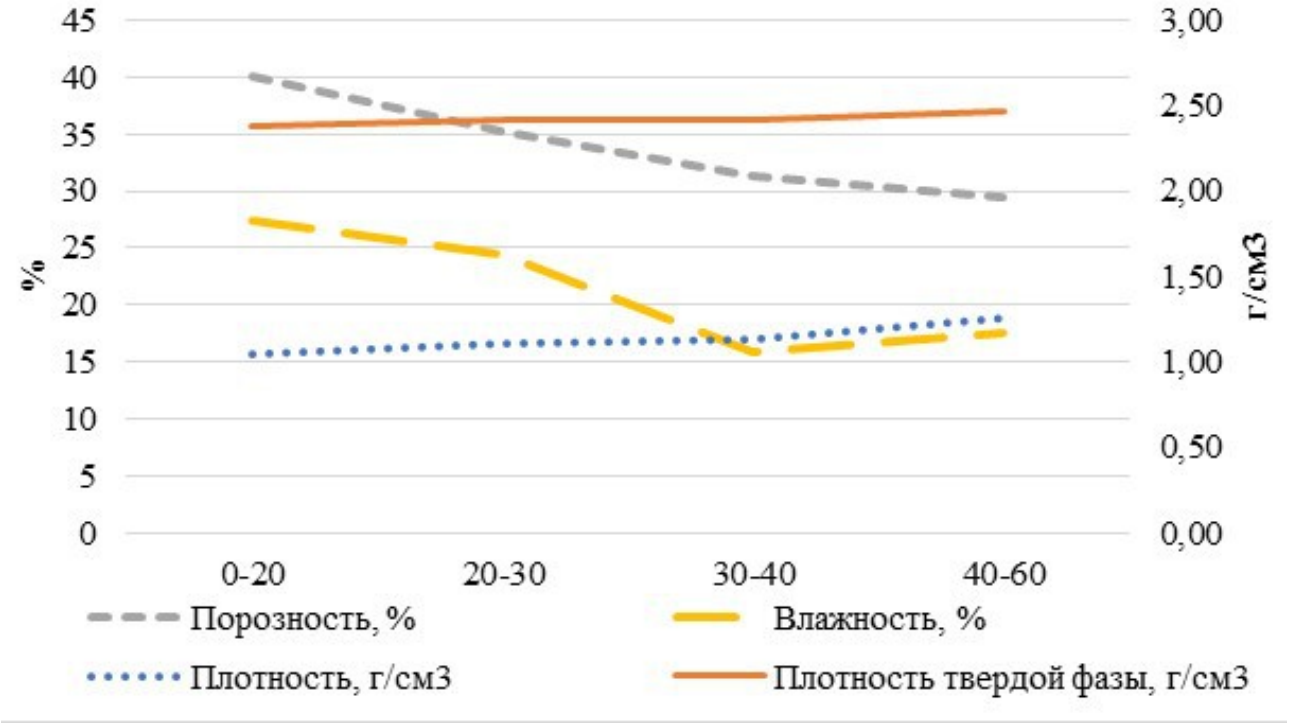


Рисунок 1. Агрофизические и водно–физические свойства чернозёма южного

Воздушные свойства почвы характеризует общая порозность. Наиболее благоприятной для сельскохозяйственных культур считается порозность, равная 50-60%. Известно, что порозность зависит от влажности, плотности почвы и удельной поверхности её частиц. Так, наибольшее значение она имеет в гумусовом горизонте и составляет 40,08%, что соответствует удовлетворительной оценке. С глубиной величина её уменьшается до 29,41%. Уменьшение порозности связано с невысоким содержанием органических веществ в этих горизонтах и уровнем их оструктуренности. Кроме этого, существенное влияние оказывает увеличение в них плотности под влиянием давления верхних гумусовых горизонтов.

Корреляционный анализ связи агрофизических показателей выявил высокую обратную взаимосвязь между гумусом и плотностью сложения (-0,5), плотностью и порозностью почвы (-0,69), умеренную обратную (-0,44). Также умеренная прямая взаимосвязь установлена между порозностью почвы

и содержанием гумуса (0,45), влажностью и порозностью почвы (0,45) и содержанием нитратов и влажностью почвы (0,36). Корреляционная анализ плотности сложения с размером почвенных фракций показал положительную связь между наиболее мелкой коллоидной фракцией. Фракции более крупного размера отрицательно влияют на плотность сложения почвы.

Выводы. Наименьшая уплотненность почвы наблюдается в верхнем гумусовом слое 0-10 см. Установлена обратная связь между плотностью сложения и содержанием гумуса в почве, а также с показателем её порозности. Повышение содержания гумуса в почве ведет к уменьшению плотности сложения и порозности почвы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Моисеев К.Г.К оценке физического состояния дерново-подзолистых почв / К.Г. Моисеев. – Санкт-Петербург, Агрофизика №1, 2011. -38 с.
2. Безуглова, О.С. Почвы Ростовской области / О.С. Безуглова, М.М. Хырхырова. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2008. – 352 с.
3. Агролесомелиорация / под ред. А.Л. Иванова, К.Н. Кулика. – Волгоград: ВНИАЛМИ,2006. – 746с.
4. Влияние лесных насаждений на почвообразовательный процесс и плодородие степных почв / П.Е. Соловьев.-М.:Изд-воМоск.ун-та,1967.-306 с.
5. Медведев И.Ф. Агроэкологические основы повышения плодородия склоновых чернозёмных почв Поволжья: дис. … д-ра с.-х. наук / И.Ф. Медведев. – Саратов, 2001. – 384 с.
6. Вадюнина А. Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв и грунтов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с., ил. – (Учебники и учеб. пособия для высших учебных заведений).
7. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения / Н.А. Качинский. – М.: Изд-во академии наук СССР, 1958. – 192 с.

УДК 631:551.58

ПАРАМЕТРЫ ШЕРОХОВАТОСТИ И ГРЕБНИСТОСТИ В РАЗНЫЕ СРОКИ ВЕГЕТАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Г.П. Добровольский, В.Г. Руснак
Институт Почвоведения, Агрохимии и Защиты Почв «Н. Димо», Кишинэу
grigori.dobrovolschi@agriculture.asm.md

Исследования по оценке параметров шероховатости и гребнистости поверхности почв выполнены на юге Республики Молдова. Они отражают состояние поверхности почвы после обработки её современной техникой и позволяют с большей точностью определять объем жидкого и твердого стока, образующегося после выпадения ливневых осадков.

Введение

Состояние поверхности почв всегда являлась одной из главных причин, влияющих на величину жидкого и твердого стока. Она учитывалась ранее и учитывается в настоящее время при проведении всех гидрологических расчетов, для определения общего поверхностного стока с водосбора.

Объем твердого стока (смыв почвы) измеряется на гидрометеопостахпо определению мутности и общего расхода поверхностного стока для балочного водосбора, отдельных склонов или участков склона.

Такой подход приемлем для гидрологических целей, который дает необходимую точность. Для определения потенциальных потерь почв от водной эрозии в сельскохозяйственных целях требуются более конкретные и точные параметры. Параметры шероховатости (Sr), которые характеризуют предпосевное состояние поверхности почв, как для густопокровных, так и для пропашных культур. Параметры гребнистости (Rh),отражающие состояние поверхности почв в междурядьях пропашных культур (культивация, окучивание).

Материалы и методы

Исследования выполнены в Буджакских степях на юге Республики Молдова на опытном стационаре «Урсоя» коммуны Лебеденко района Кагул.

Шероховатость поверхности определялась после весенней подготовки почв к посеву, а гребнистость после первой культивации пропашной культуры. Для этого использовалась проволочная сетка размером 1х0,7 м с ячейками 5х5 см. Замеры проводились по углам квадратов. Общее число замеров составляло 280 определений, а количество повторностей -от 3 до 6. Полученные результаты для каждой площадки обрабатывались статистически, а затем определялись их средние значения.

Результаты и обсуждение

Для оценки потенциальных потерь почв от водной эрозии расчетным путем современная эрозионная наука исследовала и разработала множество подходов и факторов, которые используются при определении объема жидкого и твердого стока со склонов от ливневых осадков. Это отмечает в своей монографии Швебс Г.И. [1], Мирцхулава Ц.Е. [2] и другие исследователи. Практические работы по эрозии почв отражены в работах Константинова И.С. [3] и в книге «Эрозия почв» [4].

Для оценки фактора управления растительным покровом (С), используется уравнение:

$$C=Cc*Gc*Sr*Rh*Sb*Sc*Am$$

где, под факторами являются: Cc – растительный покров (тип культуры), Gc – степень покрытия поверхности,Sr – шероховатость почв, Rh -гребнистость почв, Sb –масса корней, Sc –уплотнение почвы, Am –влажность почвы.

Следует отметить, что часть параметров, которые касаются осадков и растительного покрова, ранее собранные нами [5] и другими исследователями, могут использоваться при определении фактора С.

В настоящее время появилась более мощная многооперационная техника, которая за один проход подготавливает почву к посеву. При этом не образуются крупные борозды, а поверхность почвы относится к категории – шероховатой. Она обозначается(Sr) и именуется как беспорядочная (случайная) шероховатость.

Гребнистость поверхности (Rh) формируется при обработке пропашных культур в междурядьях (культивация, окучивание) в течение вегетационного периода. Она имеет значения, отличные от параметров, характеризующих её шероховатость. В течение 2014-2016 гг. нами проводились наблюдения за гребнистостью и шероховатостью поверхности почв. Полученные данные приведены в таблице.

Анализ полученных материалов по гребнистости и шероховатости поверхности почвы, представленных в таблице, показывает, что они в марте 2014 года составляли от 2.9 до 3.4 см по степеням смытости. Наименьшее значение отмечено на сильносмытых почвах – 2.9 см. Затем идут слабоэродированные – 3.1 см, неэродированные и среднеэродированные, соответственно – 3.14 и 3.2 см.

Таблица. Параметры шероховатости и гребнистости в разные срокивегетации

Сроки наблюдений (год, месяц) и степени эродированности	Количество определений, n	Среднее статистическое значение, x	Среднее квадратическое отклонение, S	Коэф. вариации, V%
Шероховатость				
2014.03				
Неэродированные	120	3.2	0.99	34.6
Слабоэродированные	120	3.2	1.40	46.0
Среднеэродированные	120	3.14	1.86	59.0
Сильноэродированные	120	2.9	0.78	27.0
2015.07				
Сильноэродированные	287	1.75	1.40	86.7
2015.10				
Сильноэродированные	282	1.90	1.29	66.5
2016.10				
Неэродированные	120	3.20	1.40	46.0
Слабоэродированные	120	3.10	1.40	47.0
Среднеэродированные	120	2.90	0.90	32.0
Сильноэродированные	120	3.0	1.40	27.0
Гребнистость				
2014.03				
Неэродированные	120	3.20	1.30	41.0
Слабоэродированные	120	3.16	1.32	42.0
Среднеэродированные	120	3.12	2.14	66.2
Сильноэродированные	120	2.85	0.80	27.6
2015.05				
Слабоэродированные	279	2.58	1.63	71.0
Среднеэродированные	294	2.95	1.90	64.4
Сильноэродированные	289	2.66	2.13	76.7
2016.06				
Сильноэродированные	287	2.67	3.31	118.3
2016.10				
Сильноэродированные	299	2.53	1.39	56.5

В октябре 2016 года значения параметров колебались от 2.9 до 3.2 см с минимальным значением на среднеэродированных почвах. Далееидутсильноэродированные-3.0см,слабоэродированные– 3.1см,неэродированные – 3.2см. В 2015 году шероховатость определялась в два срока на сильноэродированных почвах: летом и осенью после подготовки полей к посеву.

Гребнистость поверхности (пропашные культуры) в 2015 и 2016 годах определялась после первой культивации и в период вегетации растений. Большого разброса данных за три срока определений не наблюдалось.

Выводы

1. Полученные значения параметров шероховатости поверхности почв (Sr) на разных степенях эродированности и в разные сроки вегетации растений, имеют близкие значения от 2.9 до 3.2 см. На сильноэродированных почвах разница значительно больше – от 1.8 до 3.0 см.
2. Параметры гребнистости почв (Rh) имеют аналогичную картину разброса данных, как и параметры шероховатости почв - от 2.6 до 3.2 см, а на сильносмытых почвах разница составляет от 2.5 до 3.0 см.
3. Использование полученных результатов по шероховатости и гребнистости при определении потери почв позволит получить более объективные данные.

Исследования проводились в рамках институционального Проекта 15.817.05.18A «ESDEGRASOL»

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Швебс Г.И. Теоретические основы эрозиоведения. Киев-Одесса: Головное издательство издательского объединения «Вища школа», 1981, с.222.
2. Мирцхулава Ц.Е. Методы прогноза водной эрозии, твердого стока и пути их развития. В кн.: Тр. IV Всесоюзного гидрологического съезда: Русловые процессы. Л.: Гидрометиздат, 1976, т.10, с.132-139.
3. Константинов И.С. Руководство по борьбе с эрозией почв. Под редакцией М.Н. Заславского. Гос. Издательство «КартяМолдовеняскэ», Кишинев, 1964, с.337.
4. Эрозия почв. Сущность процесса. Последствия, минимализация и стабилизация. Пособия. Ответственный редактор д.э.н. Д.Д. Ноур. Pontos, Chişinău, 2001, с.428.
5. Добровольский Г.П., Руснак В.Г. Параметры шероховатости почвы в разные сроки вегетации пропашных культур // Сб. Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия. Курск, 2016, с.101-102.

УДК 631.51:631.811

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА СОДЕРЖАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА

Н.В. Афонченко
ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск
vniizem@mail.ru

Исследованиями было установлено, что применение сплошного безотвального рыхления почвы на глубину 5 см и применение локальных обработок почвы на ширину и глубину 14 см вследствие большого содержания растительных и пожнивных остатков способствовало увеличению содержания минерального азота по сравнению с отвальной вспашкой.

Ключевые слова: *обработка почвы, отвальная вспашка, сплошное безотвальное рыхление, локальная обработка, минеральный азот.*

Плодородие почв обусловлено рядом свойств: агрохимических, водно-физических, биологических и других. Важнейшими свойствами почв являются агрохимические, которые характеризуются содержанием в них гумуса (органического вещества почвы), макро- и микроэлементов, реакцией почвенной среды и др.

В процессе роста и развития растения усваивают и поглощают различные питательные элементы. Однако для формирования высокой урожайности прежде всего нужны азот, фосфор и калий [1].Влияние обработки почвы на изменение режима питания растений очень велико. Обработке почвы принадлежит основная роль в мобилизации потенциальных запасов элементов питания. Прямое и косвенное действие обработки почвы помогает регулировать отдельные компоненты, и это описано в работах А.В. Петербургского [2].

Одним из наиболее важных элементов для растений является азот, который в свою очередь входит в состав белка. Азот входит в состав нуклеиновых кислот, играющих большую роль в обмене веществ в растительном организме. Источником азота для растений служат соли азотной и азотистой кислот: нитраты и нитриты, аммонийные соли, некоторые органические соединения азота – мочевина и аминокислоты [3].

Основным источником азота для питания растений могут служить соли азотной кислоты, аммония и азотистой кислоты. Количество нитратов в большинстве почв (особенно кислых) ничтожно мало, поэтому для характеристики обеспеченности растений почвенным азотом принято определять количество нитратов и аммония

Большая часть азота поступает в почву из мертвого органического вещества, которое разлагается с помощью многих неспецифических бактерий, актиномицетов и грибов. Разложение органического вещества почвы до аммонийных соединений азота (NH_4^+) осуществляется в аэробных и анаэробных условиях, протекает медленно и в широких пределах факторов среды. Накапливаемый в почве аммонийный азот вовлекается в следующий цикл круговорота азота, в частности, в процесс нитрификации.

Нитраты в почве находятся в виде водорастворимых солей, вследствие чего они характеризуются высокой подвижностью. Количество аммонийного и нитратного азота в почве колеблется вследствие протекающих в ней биологических процессов. Содержание минеральных форм ($N\text{-}NO_3$ + $N\text{-}NH_4$) азота характеризует обеспеченность почвы этими элементами на момент определения.

Проблема повышения производства высококачественной продукции сельского хозяйства была и остается актуальной. Продуктивность культур формируется под воздействием комплекса факторов: погодных условий, агротехнических приёмов обработки почвы, способов внесения удобрений и ряда других факторов [4,5,6,7,8].

Исследования проводили в полевом стационарном мелкоделяночном опыте, расположенном в Медвенском районе Курской области в верхней части склона в пятипольном зернопропашном севообороте. Почвы опытного участка – чернозём типичный, тяжелосуглинистый. Чередование культур в севообороте следующее – вико-овсяная смесь на зеленый корм (занятый пар), озимая пшеница, сахарная свёкла, ячмень, кукуруза на зеленый корм. При закладке мелкоделяночного опыта руководствовались методикой Б.А. Доспехова [9].

Норма высева семян и глубина их заделки одинакова на всех вариантах опыта. Доза внесения минеральных удобрений под озимую пшеницу составляла N_{120} P_{120} $K_{120,}$ а под сахарную свёклу - N_{190} P_{190} K_{190} в пересчете на гектар действующего вещества. Исходное содержание минерального азота определялось перед закладкой опыта и в конце исследований (таблица) в период перед уборкой сахарной свеклы (3-я ротация).

Содержание минерального азота под последней культурой сахарной свеклой в верхнем 0-10 см слое почвы на всех вариантах опыта изменялось незначительно по сравнению с исходными данными, и было - от 1,81 до 2,28 мг на 100 г почвы. В слое почвы 10-20 см на варианте со вспашкой (рекомендованная технология – контроль) содержание минерального азота изменялось незначительно по сравнению с исходными данными и составляло 1,72 и 1,56 мг на 100 г почвы. Наибольшее содержание минерального азота в этом слое почвы было на варианте с применением локальной обработки почвы и составляло 2,58 мг на 10 г почвы, что на 50% выше по сравнению с отвальной вспашкой. Это объясняется тем, что на данном варианте было наибольшее содержание растительных, корневых и пожнивных остатков предшествующей культуры (озимой пшеницы), а применение локальной обработки почвы шириной и глубиной 14 см способствовало их разложению и большему накоплению минерального азота в данный период. На варианте с применением локальной обработки почвы шириной и глубиной 14 см с проведением междурядных обработок почвы содержание минерального азота было на 0,25 мг на 100 г почвы выше, чем на варианте с отвальной вспашкой.

Таблица - Содержание минерального азота в зависимости от способа обработки почвы и внесения минеральных удобрений

№ п/п	Содержание вариантов	Содержание минерального азота (мг/100 г) по слоям почвы				
		0-10	10-20	20-30	30-40	в среднем
1.	Исходное содержание	1,81	1,66	1,33	1,22	1,50
2.	Рекомендованная технология (контроль)	1,86	1,72	1,43	1,35	1,59
3.	Без вспашки, удобрения весной поверхностно, сплошное безотвальное рыхление на гл. 5см, стерня сохраняется	1,91	1,82	1,57	1,55	1,71
4.	Без вспашки, перед посевом локальная обработка шириной и глубиной 14 см, удобрения на дно, стерня сохраняется, междурядные обработки не проводятся	2,28	2,58	1,73	1,58	2.04
5.	То же, что вар. 4, но проводятся междурядные обработкидо смыкания междурядий	1,89	1,97	1,77	1,84	1,86
$НСР_{05}$		О,62	0,19	0,09	0,19	–

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рудай И.Д. Агроэкологические проблемы повышения плодородия почв. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 255 с.
2. Петербургский А.В. Агрохимия и физиология питания растений. – 2-е издание, переработанное. – М.: Россельхозиздат, 1981. – 184 с.
3. Авдонин Н.С. Агрохимия. М.: Изд-во Московского университета, 1982. –С. 29-55.
4. Афонченко, Н.В. Эколого-экономическая оценка способов внесения удобрений / Н.В. Афонченко // Экологизация земледелия и оптимизация агроландшафтов. Сб. докл. Всероссийской научн.-практ. конф. ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ, 10-12 сентября 2014г. Курск: 2014. – С. 46-48.
5. Глазунов, Г.П. Автоматизация проведения агроэкологической оценки земель/ Г.П. Глазунов, Афонченко Н.В., Бойченко М.Н., Двойных В.В.// Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия. Сб. докл. научн.–практ. конф. Курского отделения МОО «Общество почвоведов им. В.В. Докучаева», посвященной Международному году почв. Курск 2015. – С.46-49.
6. Глазунов,Г. П. База данных для агроэкологической оценки земель / Г.П. Глазунов, Н.В. Афонченко, М.Н. Бойченко, В.В. Двойных // Актуальные проблемы почвоведения, экологии, земледелия. Сб. докл. научн.-практ. конф. с Международным участием Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева». Курск. 2016. – С.91-95.
7. Санжаров, А.И. Информационно-справочная система разработки технологий, обеспечивающей безопасность и качество производимой продукции / А.И. Санжаров, Г.П. Глазунов, В.Г. Хахулин, Н.В. Афонченко // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. Курск. 2014. № 9. – С.52.
8. Рязанцева, Н.В. Использование соломы для мульчирования поверхности почвы в посевах кукурузы / Н.В. Рязанцева // Международная научн.-практ. конф «Агротехнологические процессы в рамках импортозамещения», посвящ. 85-летию со дня рождения заслуженного работника высшей школы РФ, док. с.-х. наук, профессора

Ю.Г. Скрипникова, Мичуринск-наукоград, 25-27 октября 2016г. – Мичуринск: Изд-во ООО «БиС», 2016. – С.63-64.
9. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) /Б.А. Доспехов – Изд. 5 –е доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351с.

УДК 631.58:911.52

ПРОГНОЗ ДОПУСТИМОЙ НОРМЫ ПАШНИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ СБАЛАНСИРОВАННОМ АГРОЛАНДШАФТЕ

Бахирев Г.И.
ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск
vnizem@kursknet.ru

В статье излагается порядок оптимизации размера пашни в составе угодий, отвечающей принятому определению термина «экологически сбалансированный агроландшафт» (ЭСА). Под ЭСА признается агроландшафт, в котором достигнуто и поддерживается территориальное равновесие стабилизирующих и дестабилизирующих экологическую среду угодий, равновеликость привносимых и отчуждаемых энергий в элементарных агроэкосистемах, а также интенсивности эрозии и скорости почвообразования.

В природных системах (ландшафтах) общая сбалансированность и устойчивость поддерживается саморегулированием входящих в них компонентов по известному принципу Ле Шателье. В агроландшафте прежняя система нарушена и его развитие подчинено регулированию со стороны природопользователя. Самым коварным воздействием на ландшафты явилась чрезмерная распашка склонов, приведшая к потере ценных земель и заилению рек. Площадь учтенных оврагов (длиной более 50 метров) в стране превышает 1 млн. га, а вынос из них мелкозема в реки только, к примеру, на территории Курской области составил около 250 млн.тонн.

В относительно недавнее время Управление учета и использования земель РАСХН, может быть, предвидя неизбежность приватизации пашни, публично высказывалось по поводу необходимости создания государством «незыблемого минимума земель сельскохозяйственных угодий для поддержания продовольственной безопасности страны». Вероятно, к такому выводу подтолкнуло положение того, что на тот период около 40 млн.га пашни уже числилось под залежью [1]. По другим источникам, за 1991-2014 годы посевные площади в России сократились на 39,2 млн.га, что составило 33% от площади пашни по экспликации земель на конец 1990 года [2]. Предполагается, по сведениям А.Н. Ткачева, «впервые за 15 лет вся посевная площадь в России в 2017 году должна будет превысить планку в 80 млн.га» [3]. Как видим, все те же 40 млн.га бывшей пашни, в том числе маргинальной, как бы ожидают своего возвращения в интенсивный оборот. Следует отметить, что уменьшение площади пашни не повлекло за собой снижения валового сбора зерна. Однако, как утверждают некоторые исследователи и сторонники сберегающего земледелия, пока еще высокие урожаи (100-120 млн.тонн) не совсем радуют, так как они получены на «увеличивающихся площадях производства и это не означает эффективность» [4]. С этим

выводом можно поспорить, но нельзя объяснить иначе высокую эродированность пахотных земель на склонах, как глобализацией распашки территории. В связи с этим нами сделан не менее фундаментальный вывод о том, что возвращение к старой форме природопользования, как это было до 1991 года, повлечет за собой реанимацию ужасающих по масштабам негативных процессов в виде ускоренного смыва, размыва, дефляции почв и заиления рек [5]. К сожалению, в настоящем складывается, взамен эколого-экономическому курсу, заманчивый утилитарный подход в идеологии природопользования: распахать всю разнокачественную залежь и получить за счет этого дополнительно около 40 млн. тонн зерна. Из истории развития земледелия в России известно, что чрезмерная распашка земель на склонах всегда вела со временем к потере почвенного ресурса и дестабилизации экологической среды [6,7]. Остается, на наш взгляд, единственный перспективный путь в развитии агроландшафтов – интенсификация производства на лучших по продуктивности и экологически безопасных землях. Исследованиями установлено, что интенсивное возделывание сельскохозяйственных культур, например, на средне- и сильносмытой пашне не экономично по биоэнергетической оценке [8,10].

В порядке теоретической постановки вопроса ФАНО России о возможностях преобразования деградирующих агроландшафтов в экологически сбалансированные и устойчивые проведена оценка необходимого для этого изменения размера пашни, как главного дестабилизирующего среду объекта, в ЭСА по сравнению с существующими природно-сельскохозяйственными территориальными комплексами. Установлено, что данная проблема исследовалась отдельными учеными-энтузиастами развития идей В.В.Докучаева по рассматриваемому вопросу. Наиболее «продвинутым» в этом отношении можно считать М.В. Лопырева [9], который пытался увязать допустимый размер пашни в ЭСА с условиями рельефа, длины и крутизны линий стока, экспозиции склонов и форм водосборов. В зависимости от сочетания параметров этих факторов пашня в составе угодий ЦЧЗ, по его расчетам, может занимать от 40 до 75%. В среднем по Воронежской области – 50%. В других источниках в том же регионе под пашню рекомендуется отводить 64-82% сельхозугодий [10], а в богатейшем, для сравнения, Краснодарском крае, напротив, – не более 50-55% [11]. Разнообразие результатов расчета допустимой величины пашни в ЭСА отчасти связано, на наш взгляд, с неоднозначностью толкования понятия ЭСА. Сбалансированность отожествляют с пропорциональностью, что не отвечает правилу деления понятий через род и видовое отличие. Под ЭСА нами признается агроландшафт, в котором достигнуто и поддерживается территориальное равновесие стабилизирующих и дестабилизирующих экологическую среду угодий, равновеликость привносимых и отчуждаемых энергий в элементарных агроэкосистемах, а также интенсивности эрозии и скорости почвообразования.

Исходя из приведенного краткого определения ЭСА, общее экологическое состояние агроландшафта можно оценить по величине индекса сбалансированности (Иса) с использованием формулы: Иса=БЗ/П→1, где БЗ - площадь объектов буферной зоны агроландшафта, в том числе аналогичных объектов других ведомств (ГЛФ,ГЗФ и др.); П - фактическая площадь пашни, залежи и многолетних насаждений. Идеальное состояние сбалансированности соответствует показателю, равному 1,0. Современные деградирующие агроландшафты отличаются низким показателем Иса. В рассматриваемом примере (табл.) Иса составляет 0,19–0,34, поэтому агроландшафты подлежат преобразованию в ЭСА, последовательность этапов которой можно расположить в следующем порядке:

Таблица - Территориальный ресурс пашни в агроландшафтах Курской области, га.

Район	Sобщ	Scxy	П	Пэ	БЗ	Иса	Р о	Рсху
Поныровский								
максимальный	63035	57345	50545	5900	9575	0.19	80.2	88.0
оптимальный	63035	57345	30060	-	30060	1.00	47.7	52.4
Рыльский								
максимальный	124857	109839	87606	18000	29599	0.34	70.2	80.0
оптимальный	124857	109839	58603	-	58603	1.00	47.0	53.4
Обоянский								
максимальный	89809	77191	65425	18800	17385	0.27	72.9	85.0
оптимальный	89809	77191	41405	-	41405	1.00	46.0	53.6
Горшеченский								
максимальный	126558	112498	93259	23600	23603	0.26	73.7	83.0
оптимальный	126558	112498	58421	-	58421	1.00	46.2	52.0
Область								
максимальный	2647877	2309822	1971561	531300	505360	0.26	74.5	84.0
оптимальный	2647877	2309822	1238460	-	1238460	1.00	46.8	53.6

Примечание: Иса – индекс сбалансированности агроландшафта, в отн. ед; Ро – распаханность территории общая, %; Рсху – распаханность сельскохозяйственных угодий, %; Пэ – площадь эродированной пашни.

1. Формирование территориальной сбалансированности угодий, стабилизирующих и дестабилизирующих экологическую среду. Процедура действий сводится к тому, чтобы обеспечить в агроландшафте статическое территориальное равновесие угодий, при котором одновременно можно было достичь максимальные экологический и экономический эффекты. Собственно, речь идет о нахождении оптимального размера площади пашни (Порt) в структуре угодий ЭСА. Она определяется по формуле: Порt= (П+БЗ)/2. По расчетам (1), Порt в ЭСА представленных районов и области должна занимать 52-54% от площади сельскохозяйственных угодий и 46-48% от общей площади землепользования. Результаты расчетов Порt очень близки аналогичным данным других исследователей [9,11], полученных иными методами, что свидетельствует о прямой их верификации.

2. Трансформация излишков пашни в другие виды сельскохозяйственных угодий. Площадь трансформируемой пашни определяется по формуле: Птр=П–Пopt, где Птр – площадь пашни, подлежащая трансформации. Оптимизация пашни проводится в первую очередь за счет маргинальных, эродированных, заовраженных, загрязненных, завалуненных, временно избыточно увлажненных, поверхностно глееватых, эрозионно-опасных земель и технологически неудобных участков. Трансформацию земель производят по бассейновому принципу организации территории с расширением пригидрографического фонда и водоохранных зон. В качестве картографической основы используют план землепользования с горизонталями сечением через 2,5 м, почвенную карту, материалы аэрокосмической фотосъемки.
3. Районирование пашни (Пopt) по признакам относительной ландшафтной однородности с учетом суммарной радиации, запасов продуктивной влаги, крутизны и экспозиции склонов, механического состава почв, продолжительности вегетационного периода, мощности гумусового слоя и содержания гумуса в нем. В качестве интегрированного метода оценки качества почв может быть использован способ, изложенный в описании патента RU2268461C2. На основе районирования пашни выделяют севооборотные массивы. Исходные данные для районирования – почвенная карта, почвенный очерк, агроклиматические справочники.
4. Формирование элементарных агроэкосистем (полей, участков). Элементарные агроэкосистемы формируются по принципу близости ландшафтных условий производства (экспозиция склона, механический состав почв, мощность гумусового слоя, содержание гумуса) и однородности реакции почвенного покрова на технологические воздействия. В качестве основы используются материалы, выполненные по пункту 3.
5. Стабилизация динамической сбалансированности в агроэкосистемах агроландшафта. Обеспечивается равенством извлекаемой с урожаем энергии и привносимой под планируемый урожай. Радикальным средством компенсации утраченного плодородия является оставление побочной биомассы на месте произрастания и заделка её в почву.
6. Ликвидация ускоренной эрозии почв и воспроизводство чистой воды. С завершением второго этапа формирования ЭСА ликвидируется опасность ускоренной эрозии почв на склонах и открываются условия на адаптивную интенсификацию производства. В целях улучшения противоэрозионной стойкости и инфильтрации почв, а также увеличения потерь поверхностного стока необходимо вводить в севообороты многолетние травы, сидеральные и промежуточные культуры.

Таким образом, в результате действий, направленных на оптимизацию пашни и объектов буферной зоны (стабилизация окружающей среды), сбалансированность энергетических взаимоотношений в элементарных агроэкосистемах, уравновешивание интенсивности эрозии и скорости

почвообразования, формируется экологически сбалансированный агроландшафт–предтеча развития устойчивых природно-сельскохозяйственных территориальных комплексов.

Оптимизация пашни, например в ЦЧЗ, подразумевает трансформацию её маргинальной части в другие виды сельхозугодий и обеспечение условий экологически безопасного освоения интенсивных агротехнологий. Согласно расчетам, в данной зоне для функционирования агроландшафтов в режиме экологической сбалансированности пашню следует сократить на 27-30% относительно её площади на конец 1991 года, а в стране иметь её не более 84 млн.га. – «незыблемый минимум для поддержания продовольственной безопасности».

Возрастающие урожаи зерна за последние годы (100-120 млн.т) на относительно сокращенных до 67% площадях пашни свидетельствует о том, что в России создались условия для перехода на экологически сбалансированное природопользование и устойчивое земледелие.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андреев Г.О. Землю в рачительные руки // Сельская жизнь. – 2012. – №69. – С.6-7.
2. Волков С.Н., Варламов А.А., Лойко П.Ф. Состояние и совершенствование землеустройства в России // Земледелие. – 2007. – №1. – С.2-4.
3. Ткачев А.Н. Прогнозы весьма неплохие // Сельская жизнь. – 2007. – №9. – С.1.
4. Орлова Л. Россия теряет почву под ногами. WWW./rosbalt. ru (business) 2017/03/13/ 1598271. html.
5. Бахирев Г.И. Роль земледелия в формировании экологически сбалансированных агроландшафтов (ЭСА)// Земледелие. – 2016. – №17. – С.13-15.
6. Каштанов А.Н., Черкасов Г.Н., Бахирев Г.И., Лашкин В.М. Научные основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий России и формирования систем воспроизводства их плодородия в адаптивно-ландшафтном земледелии. М. – 2013. – Т1. – Гл.6. – С.301.
7. Дремцов С.П. Рассказ о том, как у нас на Руси началось и шло земледелие с самых древних времен и до наших дней. – М.: Тип. Вильде, 1899. – 125с.
8. Рымарь В.Т. Состояние и пути повышения плодородия почв Центрально – Черноземной зоны // Модели и технологии оптимизации земледелия: сб.докл. Межд.научно-практ.конф. – Курск: ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ, 2003. – С.170-177.
9. Линкина А.В., Лопырев М.И. Состав и соотношение земельных угодий в экологических ландшафтных системах земледелия Центрального Черноземья. – Воронеж: ВГАУ, 2012. – 20с.
10. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Воронежской области / Под общ.ред. А.В.Гордеева. – Воронеж: Кварта, 2013. – С.83-84.
11. Примаков Н.В. Экологическая устойчивость почвенного покрова под защитой лесных насаждений / Защитное лесоразведение, мелиорация земель, проблемы агроэкологии и земледелия в Российской Федерации: материалы Межд. научн.-практ. конференции. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2016. – С.587.

УДК 504.054:632.95

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЕСТИЦИДОВ

Вавин В.Г., Рязанцева Н.В.
ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск
vavin_vg@mail.ru

Рассмотрены эколого-токсикологические проблемы, возникающие в связи с применением пестицидов в земледелии. Показаны пути управления скоростью деградации с применением природных сорбентов-цеолитов для очистки почв от пестицидов.

Ecologicaland toxicological problems arising in modern agriculture because of pesticide applicationare discussed. Methods of controlling the rate of pesticide degradation in soil and reducing their toxic effect on environment by means of natural zeolite application are considered.

В комплексе мер по предотвращению негативных эколого-токсикологических последствий применения пестицидов в земледелии важное значение имеют такие профилактические меры как совершенствование ассортимента пестицидов и их препаративных форм, совершенствование техники и технологии применения химических средств защиты растений и других агрохимикатов, контроль за применением пестицидов, внедрение биологического метода и интегрированных систем защиты растений.

Эти мероприятия эффективны только при их применении в комплексе и с учётом специфики сельскохозяйственного производства, особенностей природно-климатических условий, характера возделываемой культуры.

Сохранение пестицидов в агроценозах, накопление их остатков в почвах и сельскохозяйственной продукции требуют разработки и использования методов детоксикации.

Всё актуальнее становится проблема сохранения и лечения почв, восстановление их полезных свойств с помощью широкого использования в природоохранных целях дешевых и доступных материалов, способных поглощать вредные и токсичные вещества.

В качестве таких компонентов успешно используют навоз, солому, гуматы, порошок древесных листьев, опилки лиственных пород. Снизить токсичность остатков пестицидов могут внесенные в почву различные вещества, влияющие на состояние пестицида. Такое влияние, в частности, оказывают активированный уголь, ионообменные смолы. Использование активированного угля в дозе 150-500 кг/га позволяет устранить фитотоксическое действие ряда гербицидов за счёт сорбции и эффективного удержания их остатков в пористой структуре угля. Разработаны методические указания по применению активированного угля для обеззараживания почв при аварийном загрязнении (Краснодар, 1987). Однако, ввиду высокой стоимости активированных углей, этот метод эффективен только в

экстремальных ситуациях при ликвидации последствий загрязнений на небольших площадях.

Перспективным направлением снижения избыточного содержания пестицидов в почвах является применение природных цеолитов, обладающих уникальными адсорбционными, ионообменными и каталитическими свойствами. Уже накоплен определённый опыт использования в растениеводстве природных цеолитов как почвенных кондиционеров, улучшающих её структурные, физико-химические и биологические свойства и являющихся источником минерального питания растений. Доступность природных цеолитов, низкая стоимость, эффективность и универсальность определили их широкое применение в различных отраслях экономики, в том числе и природоохранных технологиях. В частности, при внесении цеолитов в почву как пролонгаторов пестицидов можно ожидать следующие результаты:

- получить химический комплекс с регулируемым высвобождением действующего вещества, на основе чего существенно снизить затраты и пестицидную нагрузку на агроценоз;
- снизить уровень загрязнения пестицидами почв, почвенных вод, сельскохозяйственной продукции;
- повысить уровень безопасности обслуживающего персонала, качество труда;
- упрощать технологии химической защиты растений за счёт смещения сроков обработок, совмещения операций;
- надёжно проводить защитные мероприятия независимо от погодных условий;
- управлять скоростью детоксикации пестицидов в агробиоценозе.

Цеолиты – породы вулканического происхождения. Для них характерна жесткая кристаллическая структура, наличие в решетке обменных катионов и молекулярной воды, сквозных микропор. Цеолиты характеризуются максимальными среди природных сорбентов значениями обменной ёмкости – от 1,5 до 6 г-экв./г. В настоящее время в СНГ выявлено более 50 месторождений природных цеолитов, 6 из которых уже освоены. Добыча достигла 200 тыс. тонн в год. Предполагаемые ресурсы – свыше 4 млрд. тонн.

Адсорбционные и пролонгирующие свойства цеолитов заслуживают более пристального внимания, ускорения и глубоких исследований, широкого и эффективного применения в области защиты сельскохозяйственных культур химическим методом.

УДК 631.95

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОЦЕНКИ ПРИРОДНО-РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА АГРОЛАНДШАФТА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

Г.П. Глазунов
ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск
gennadij-glazunov@yandex.ru

В работе представлена структура базы данных природно-ресурсного потенциала агроландшафтов, являющаяся основой для составления электронной базы данных в среде СУБД Access и создания программных средств агроэкологической оценки земель на основе ГИС-технологий для усовершенствования проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

Ключевые слова: *агроландшафт, природно-ресурсный потенциал, база данных, параметры, свойства почв, местоположение в рельефе, адаптивно-ландшафтные системы земледелия, ГИС-технологии.*

В связи со сложившимися социально-экономическими условиями для обеспечения продовольственной и экономической безопасности в настоящее время требуется увеличение объёмов производства высококачественной экологически чистой сельскохозяйственной продукции, что является одной из основных стратегических задач государственной политики и аграрной науки, решение которой имеет огромное значение [1]. Согласно Стратегии социально-экономического развития агропромышленного комплекса РФ на период до 2020 года [2] в нашей стране более широкое применение получат научно обоснованные зональные системы земледелия, включая точное и органическое земледелие, обеспечивающие эффективное использование земельных, трудовых, энергетических и других ресурсов, расширение производства экологически безопасной сельскохозяйственной продукции и продовольствия.

Поэтому необходимо ускорение формирования нового уклада агропромышленного производства на основе модернизации и качественного улучшения инновационной деятельности, для чего необходимо внедрение рациональной территориальной организации окружающей среды, в которой должны быть гармонизированы природные, экономические и социально-демографические процессы. Основополагающим фактором в решении этой проблемы является внедрение в производство современных высокотехнологичных научных разработок.

На современном этапе развития сельскохозяйственного производства в условиях возрастающей техногенной нагрузки требуется разработка и внедрение современных ресурсо- и энергосберегающих систем земледелия, с одной стороны, обеспечивающих сохранение и повышение продуктивности агроценозов, а с другой, сохранение и воспроизводство почвенного плодородия и гарантированное получение соответствующей санитарным и экологическим нормативам продукции. Достижение этих задач возможно

лишь при благоприятной экологической обстановке в условиях рационального землепользования. Это может быть достигнуто при освоении адаптивно-ландшафтных систем земледелия, являющихся основой систем земледелия нового поколения. Оно предусматривает, с одной стороны, максимальный учет и сохранение природных ресурсов, с другой – ограничение антропогенного воздействия, негативно влияющего на состояние окружающей среды [3,4].

При переходе к адаптивно-ландшафтной системе земледелия необходимо в первую очередь знание природно-ресурсного потенциала агроландшафтов [5]. Для этого требуется создание обширной пространственной и тематической информационной базы. Такая база есть в организациях, занимающихся исследованиями и проектными работами в области сельского хозяйства, но обширные банки ценной информации громоздки и представлены как в цифровом виде, так и на бумажных носителях. Традиционные методы анализа этих материалов ведут к значительным затратам сил, времени, выпадению части информации из научного оборота, могут вызывать ошибки, снижающие ценность окончательных выводов. Оптимизировать процесс анализа могут информационные технологии. Особенно значимую роль при сборе, хранении и анализе пространственной информации играют цифровые базы данных, геоинформационные системы и ГИС-технологии [6], позволяющие значительно повысить качество проводимых исследований и открывают новые возможности повышения производительности, экологичности и прибыльности сельского хозяйства. Вместе с тем эти технологии в области проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия применяются в России в единичных случаях и требуют разработки новых подходов к их использованию.

Основой для разработки таких систем является оценка природно-ресурсного потенциала агроландшафтов – комплексной характеристики, которая учитывает особенности почвенного покрова, агроклиматические особенности региона, биологические и антропогенные ресурсы, влияющие на урожайность сельскохозяйственных культур.

Проблеме оценки природно-ресурсного потенциала агроландшафтов посвящено большое количество работ, тем не менее остаётся недостаточно изучена автоматизация этого процесса, необходимая для проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия, неотъемлемой частью которой является база данных оценки природно-ресурсного потенциала агроландшафтов. Она должна быть построена таким образом, чтобы обеспечить пользователя необходимой и достаточной информацией для облегчения выбора оптимального направления использования территории и наиболее эффективных технологий, обеспечивающих сохранение и повышение продуктивности агроценозов, при одновременном сохранении и воспроизводстве почвенного плодородия, с гарантированным получением заданного уровня и качества продукции.

Поэтому разработка структуры базы данных природно-ресурсного потенциала агроландшафтов является актуальным и важным этапом в усовершенствовании проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия и формирования экологически сбалансированных агроландшафтов.

Исследования проводились на базе лаборатории геоинформационных систем и агроэкологического мониторинга ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии с использованием системного анализа, ГИС-технологий на основе современных методик (Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. Методическое руководство; Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения; Методические указания МУ 13.5.13-00 Организация государственного радиоэкологического мониторинга агроэкосистем в зоне воздействия радиационно опасных объектов; Методика проектирования базовых элементов адаптивно-ландшафтной системы земледелия) и результатов опыта по проведению агроэкологической оценки земель при разработке адаптивно-ландшафтных систем земледелия хозяйств Курской области (КФХ «Рассвет» Конышевского района, СПК «Русь» Советского района).

Цель исследований – разработать структуру базы данных природно-ресурсного потенциала агроландшафтов для проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

На основе проведённых исследований и данных научной литературы создана концептуальная модель данных с логическими связями, отражающими необходимый состав сведений об агроэкологической оценке агроландшафтов в виде строго упорядоченной структуры, но с возможностью её развития и динамики. Ключевым компонентом структуры является земельный участок с установленными границами, входящий в агроландшафтную основу.

Структура базы данных для оценки природно-ресурсного потенциала агроландшафта включает 7 модулей: общие сведения (административный район, индекс хозяйства, название хозяйства, площадь сельхозугодий, га, электронные картосхемы землепользования хозяйства и т.д.); агроклиматические ресурсы (название метеостанции, количество солнечной радиации ФАР, сумма активных температур >+10ºС по месяцам за вегетационный период, минимальное, максимальное и среднегодовые значения температуры воздуха, средние температуры воздуха по месяцам за вегетационный период, даты перехода температуры почвы через +5°, +10°, +15° С, количество осадков за год, количество осадков за вегетационный период, количество осадков по месяцам вегетационного периода, запасы продуктивной влаги в метровом (1,5 м) слое, мм, гидротермический коэффициент, тип водного режима, биоклиматический потенциал, глубина промерзания почвы в зимний период, сроки и скорость снеготаяния); рельеф и геологическое строение местности (название типа агроландшафта,

преобладающие экспозиции, распределение угодий по крутизне склонов, степень расчленённости территории элементами овражно-балочной сети, геологическое строение местности, геоморфологические условия залегания пород, глубина залегания грунтовых вод);почвенные ресурсы (тип, подтип, разновидность почвы, почвообразующая порода, мощность гумусового слоя, степень деградации почвы, физическое состояние, содержание органического вещества, pH почвы, ёмкость катионного обмена, содержание питательных элементов в почве, радиоэкологическое состояние почвы, остаточное содержание пестицидов в почве, санитарно-эпидемиологическое состояние почвы, биологическое состояние почвы, солонцеватость, заболоченность, карбонатность и др.); биологические ресурсы (площадь лесных насаждений, в том числе полезащитных, стокорегулирующих, прибалочных и приовражных лесных полос, кустарниковых кулис, лесных полос на пастбищах, насаждений вокруг прудов и водоёмов, площади кустарников водоохранного значения, процент облесённости пашни, оврагов и сильноэродированных земель, фитосанитарное состояние участка, сельскохозяйственные культуры); антропогенные ресурсы (удобрения и стимуляторы роста, мелиоранты, средства защиты растений, семенной материал, здания и сооружения, техника и оборудование, датчики, персонал); нормативно-справочная документация по оценке ландшафта, агроклиматических, почвенных и биологических ресурсов; агроэкологическим требованиям сельскохозяйственных культур.

Для облегчения и автоматизация процесса оценки природно-ресурсного потенциала агроландшафтов и разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия на основе созданных модулей планируется создание базы данных в среде СУБД MySQL.

Разработанная структура базы данных также послужит основой для создания программных средств по природно-ресурсному потенциалу агроландшафтов для формирования экологически сбалансированных агроландшафтов на основе ГИС-технологий, необходимых для систем земледелия различной интенсивности, что является качественно новым уровнем при проектировании высокоинтенсивных систем земледелия и агротехнологий.

Таким образом, на основе проведённых исследований, данных научной литературы и результатов собственного опыта разработана структура базы данных с возможностью её развития и динамики, обеспечивающая возможность составления электронной базы данных в среде СУБД Access и создания программных средств оценки природно-ресурсного потенциала агроландшафтов на основе ГИС-технологий для проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия различной интенсивности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стратегия социально-экономического развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года (научные основы). – Москва, 2011. – 100 с.

2. Масютенко, Н.П. К усовершенствованию теоретических основ формирования экологически сбалансированных агроландшафтов / Н.П. Масютенко, Н.А. Чуян, А.В. Кузнецов, Г.М. Брескина, М.Н. Масютенко // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29. – № 8. – С. 10-14.
3. Масютенко, Н.П. К методике оценки воздействия агрогенных нагрузок на почву / Н.П. Масютенко, А.В. Кузнецов // Модели автоматизированного проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции (к 40-летию ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии). Курск, 2010. – С. 208-211.
4. Калужских, А.Г. Пространственная изменчивость содержания и состава лабильных гумусовых веществ в чернозёме типичном в зависимости от экспозиции склона, агрогенных факторов и связь их с микробной биомассой / А.Г. Калужских, Н.П. Масютенко, М.Н. Масютенко // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 4. – С. 36-40.
5. Система оценки ресурсного потенциала агроландшафтов для формирования экологически сбалансированных агроландшафтов / Масютенко Н.П., Чуян Н.А., Кузнецов А.В., Глазунов Г.П., Калужских А.Г., Дубовик Е.В., Панкова Т.И., Бахирев Г.И., Сухановский Ю.П., Санжарова С.И., Прущик А.В., Соловьева Ю.А., Чуян О.Г. Курск: ГНУ ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 2012. – 67 с.
6. Брескина, Г.М. Применение геоинформационных технологий для изучения почв / Г.М. Брескина // Актуальные вопросы инновационного развития агропромышленного комплекса. Материалы Международной научно-практической конференции. Курск, 2016. – С. 268-271.

УДК 631.485:417.2:445.4

ВЛИЯНИЕ ЭКСПОЗИЦИИ СКЛОНА НА СОДЕРЖАНИЕ ГУМУСА И АКТИВНОГО ПУЛА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ЧЕРНОЗЁМЕ ТИПИЧНОМ

Г.П. Глазунов
ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск
gennadij-glazunov@yandex.ru

Исследовано изменение содержания гумуса и активного пула органического вещества в чернозёме типичном в зависимости от местоположения их в рельефе. В почве на водораздельном плато складываются наилучшие условия для накопления углерода органического вещества почвы.

Ключевые слова: *гумус, лабильные гумусовые вещества, негумифицированное органическое вещество, активный пул органического вещества, чернозём типичный.*

Для усовершенствования теоретических и практических основ формирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия, обеспечивающих высокую эффективность использования земель, необходимо исследование пространственной неоднородности и динамики свойств черноземных почв в агроландшафте. Микробная биомасса и лабильные гумусовые вещества, являясь активным пулом органического вещества почвы, связаны с урожайностью сельскохозяйственных культур. Поэтому проблема изучения пространственного варьирования данных свойств чернозёма типичного для обеспечения высокой эффективности его использования в адаптивно-ландшафтных системах земледелия является актуальной [1, 2, 3,4].

Исследования проводились на территории ОНО ОПХ «Панинское»

ФГБНУ ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии (Курская область, Медвенский район). Объектом исследований являлся чернозём типичный тяжелосуглинистый мощный и среднемощный малогумусный тяжелосуглинистый иловато-крупнопылеватый на лессовидном суглинке разной степени эродированности.

Почвенные образцы отбирали рендомизированным способом на северной, южной экспозициях и на водораздельном плато в 30 точках в слое 0-20 см в трехкратной повторности в конце вегетационного периода ярового ячменя и озимой пшеницы перед уборкой урожая.

Содержание в почве гумуса – по методу И.В. Тюрина в модификации Б.А. Никитина со спектрофотометрическим окончанием по Д.С. Орлову и Н.М. Гриндель [5], лабильных гумусовых веществ и их состав определяли в 0,1н вытяжке NaOH из недекальцинированных почв чернозёмного типа по методу Тюрина в модификации Почвенного института им. В.В. Докучаева с предварительным компостированием (1984), углерод микробной биомассы в почвенных образцах – регидратационным методом [6], негумифицированное органическое вещество – буровым методом с последующим отмыванием на ситах [7], влажность почвы – весовым [8]. Полученные данные обработаны методами математической статистики [7].

Анализ полученных результатов показал, что содержание гумуса и активного пула органического вещества в чернозёме типичном в зависимости от экспозиции склона различно (табл.).

Таблица – Количественный и качественный состав компонентов органического вещества в чернозёме типичном на пашне в зависимости от экспозиции склона (слой почвы 0–20 см)

Местоположение почвы в рельефе	Гумус, %	$С_{ЛГВ}$	$С_{ЛГК}$	$С_{ЛФК}$	$С_{ЛГК}/С_{ЛФК}$	Активный пул ОВ	
		мг/кг почвы				$С_{МБ,}$ мг/кг почвы	НОВ, мг/кг почвы
Озимая пшеница							
Склон северной экспозиции	6,10 ±0,14	5055 ±443	1978 ±221	3077 ±304	0,65 ±0,08	711 ±102	523 ±97
Водораздельное плато	5,98 ±0,23	4212 ±639	1657 ±362	2555 ±365	0,65 ±0,12	665 ±139	611 ±117
Склон южной экспозиции	5,40 ±0,10	2236 ±286	468 ±158	1768 ±279	0,27 ±0,10	569 ±65	785 ±117

$С_{МБ}$ – углерод микробной биомассы; $С_{ЛГВ}$ – углерод лабильных гумусовых веществ; $С_{ЛГК}$ – углерод лабильных гуминовых кислот;$С_{ЛФК}$ – углерод лабильных фульвокислот; НОВ – негумифицированное органическое вещество; – стандартное отклонение.*

В посевах озимой пшеницы содержание гумуса в чернозёме типичном уменьшается от склона северной экспозиции к южному склону, при этом разница между показаниями составляет 13%.

Склоны южной экспозиции получают больше тепла, чем склоны северной экспозиции, что приводит к формированию и различной влажности

почвы. Все эти факторы неоднозначно влияют на содержание углерода микробной биомассы. Так, содержание биомассы почвенных микроорганизмов находится в прямой зависимости от экспозиции склона и гидротермических условий года. Наибольшее её содержание отмечалось на склоне северной экспозиции (711 мг/кг почвы) и снижалось на 25% на склоне южной экспозиции (569 мг/кг).

Содержание негумифицированного органического вещества в почве в 1,4 раза отличалось между склонами противоположных экспозиций, причем больше на склоне южной экспозиции (4,08 т/га), а наименьшее – на северном (2,98 т/га).

Содержание ЛГВ в почве уменьшается в 2,3 раза в ряду: склон северной экспозиции → водораздельное плато → склон южной экспозиции. На южном склоне запасы ЛГК меньше в среднем в 3,5 раза по сравнению с водораздельным плато и северным склоном независимо от возделываемой сельскохозяйственной культуры. Такая же тенденция наблюдается и с запасами ЛФК, то есть характер распределения ЛГВ и их компонентов в агроландшафте в посевах озимой пшеницей имел такую же направленность, как и в посевах ячменя.

Качественный состав ЛГВ в посевах озимой пшеницы был одинаковым на водораздельном плато и на склоне северной экспозиции. На склоне южной экспозиции значения соотношения $С_{ЛГК}/С_{ЛФК}$ были ниже в 2,4 раза.

В составе активного пула органического вещества чернозёма типичного независимо от экспозиции склона преобладает МБ и составляет 66%, а НОВ – 37%.

На склоне северной экспозиции в пахотном слое почвы лабильных гумусовых веществ (ЛГВ) и ЛГК содержалось больше в 2,5 раза, чем на склоне южной экспозиции, соответственно. Аналогичная тенденция просматривается в распределении в агроландшафте ЛФК.

Выявлено, что на водораздельном плато наблюдается улучшение качественного состава лабильных гумусовых веществ, где соотношение $С_{ЛГК}/С_{ЛФК}$ в слое почвы 0-20 см выше на 25% по сравнению с южным и северным склоном, соответственно.

Очевидно, что на склонах разных экспозиций создаются неодинаковые микроклиматические условия, которые и определяют разную направленность интенсивности почвообразовательных процессов, что в конечном итоге приводит к формированию почв, различающихся по плодородию.

Количество углерода микробной биомассы в почве, приходящееся на 1 г ЛГВ, увеличивается от склона северного к склону южному в 1,8 раза. Следует отметить повышенную вариабельность данного показателя. Вероятно, это связано с тем, что содержание лабильных гумусовых веществ в почве очень динамично, особенно ЛФК, входящих в их состав.

Таким образом, была выявлена направленность снижения содержания гумуса и лабильных гумусовых веществ в почве в зависимости от местоположения в рельефе в ряду склон северной экспозиции →

водораздельное плато → склон южной экспозиции.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что местоположение на склоне оказывают существенное влияние на содержание в почве гумуса и активного пула органического вещества. Это можно объяснить тем, что на склонах разных экспозиций создаются неодинаковые микроклиматические условия, которые влияют как на количество поступающего в почву ОВ, так и на процессы его гумификации и минерализации, а также на жизнедеятельность микроорганизмов. В почве на водораздельном плато складываются наилучшие условия для накопления углерода ОВ почвы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Брескина Г.М. Степень влияния биотических, абиотических и антропогенных факторов на показатели экологического состояния чернозёма типичного// Бюллетень научных работ. Специальный выпуск к международной научно-практической конференции «Четверть века на страже плодородия» 30 мая -2 июня 2006 г, Издательство БелГСХА, Белгород, 2006. – С. 66-67.
2. Панкова, Т.И., Широких, Е.В., Брескина, Г.М. Агроэкологическое состояние чернозёма типичного в агроландшафтах //Агролесомелиоративное обустройство агроландшафтов /Сборник материалов научно-практической конференции аспирантов и молодых ученых/ Т.И. Панкова, Е.В. Широких, Г.М. Брескина – Волгоград, 2007. – С. 13-16.
3. Глазунов, Г.П. Влияние степени антропогенной нагрузки на отдельные компоненты органического вещества почвы / Г.П. Глазунов, Т.И. Панкова, Г.М. Брескина // Успехи современной науки. 2016. Т. 5. № 9. С. 179-182.
4. Дегтева, М.Ю. Антропогенная нагрузка на почвы и критерии её оценки / Дегтева М.Ю., Афонченко Н.В. // Современные проблемы радиологии и агроэкологии, пути реабилитации техногенно-загрязненных угодий. Сборник докладов международной конференции. Обнинск, 2016. – С. 103-107.
5. Никитин Б.А. Уточнение к методике определения гумуса в почве // Агрохимия. 1983. № 8. С. 101-106.
6. Благодатский С.А., Благодатская Е.В., Горбенко А.Ю., Паников Н.С. Регидратационный метод определения биомассы микроорганизмов почвы // Почвоведение. 1987. № 4. С. 64-71.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – 5-е изд. доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351с.
8. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат, 1986. 415 с.

УДК 631.17:633.1

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ РАЗЛИЧНОГО УРОВНЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР НА ГУСТОТУ СТОЯНИЯ И СТРУКТУРУ ПОЛУЧАЕМОГО УРОЖАЯ

А.В. Гостев

ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск

В данной статье представлен анализ материалов проведенных десятилетних исследований по изучению влияния технологий базового и интенсивного типов возделывания зерновых культур на густоту стояния и структуру получаемого урожая. Убедительно доказано, что использование агротехнологий интенсивного типа способствует формированию к уборке оптимального по густоте стояния стеблестоя возделываемых зерновых культур и получению большего количество зерна с одного растения, как по числу, так и по массе.

Как известно, основными составляющими урожая сельскохозяйственных культур является оптимальная густота стояния растений к уборке, большое число зерен в колосе и высокая масса 1000 зерен. Самой важной из них является оптимальная густота стояния растений, позволяющая максимально использовать площадь питания и солнечную радиацию. В начальном периоде роста растения, имеющие незначительную листовую поверхность и малоразвитую корневую систему, не нуждаются в большой площади питания [3]. По мере их роста предоставленная растениям площадь используется все более полно. При малой площади питания может наступить такой момент, когда рост одних растений начинает затруднять рост других. В результате, снижается продуктивность растений и существенно изменяется состав и численность растений в агроценозах.

Процесс самоизреживания однолетников протекает такими темпами, что в обычных условиях он не может обеспечить густоту посевов, при которых получают высокий урожай. Более того, процесс самоизреживания нередко связан с замедлением роста и снижением урожая. Почвенные условия жизни растений, которые создаются в результате различных способов обработки почвы, по-разному влияют на рост и развитие растений. Поэтому основной целью проводимых нами исследований являлось выявление влияния технологий различного уровня интенсивности возделываниях зерновых культур на густоту стояния изучаемых сельскохозяйственных культур, а также структуру получаемого урожая.

Исследования проводились в условиях лесостепи Центрально-Чернозёмной зоны на территории Курской области в опытно-производственном хозяйстве ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии (Курская область, Медвенский район) в течение 2006-2016 гг. Территория хозяйства приурочена к юго-западному склону Среднерусской возвышенности и находится в бассейне реки Млодать. В целом рельеф территории можно охарактеризовать как сильно волнистый, обусловленный наличием балок и отвершков. Основными почвообразующими породами являются отложения четвертичного периода – лессовидные суглинки (на

водоразделе), аллювиальные и делювиальные – в поймах ручьев и днищах балок. Почвы района сформировались на лессовидных отложениях, тяжелосуглинистых по механическому составу и богатых основными элементами питания [1]. Почвы опытных участков – чернозём типичный среднесуглинистый среднегумусный.

Объектом исследования являлись технологии возделывания зерновых культур на примере возделывания озимой пшеницы, гречихи и ячменя в научно-производственном опыте Всероссийского научно-исследовательского института земледелия и защиты почв от эрозии. Научно-производственный опыт по изучению эффективности агротехнологий разного уровня интенсивности ведется с 2002 года. В нем изучаются два типа технологий различной интенсивности произрастания культурных растений: базовый (нормальный) и интенсивный. Перечень выполняемых технологических приемов подробно указан в Регистре технологий возделывания зерновых культур для Центрального Черноземья [4].

Наши наблюдения за всходами растений (озимой пшеницы, гречихи, ярового ячменя) показали, что интенсивная технология возделывания данных культур в конечном итоге способствовала увеличению густоты стояния возделываемых культур по сравнению с базовой технологией (табл. 1,2).

Таблица 1 - Густота стояния в фазе выхода в трубку озимой пшеницы и ячменя, а также в фазе 4 настоящих листьев гречихи, возделываемых по базовой и интенсивной технологиям в научно-производственном опыте

Возделываемая культура	Тип используемой технологии	Густота стояния в фазе выхода в трубку озимой пшеницы и ячменя, а также в фазе 4 настоящих листьев гречихи, шт/м^2										
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	X
Озимая пшеница	Базовый	564	633	589	345	683	728	499	454	515	437	545
	Интенсивный	701	733	703	624	703	732	404	488	702	474	626
Гречиха	Базовый	н.д.*	н.д.*	н.д.*	212	322	240	297	272	255	304	272
	Интенсивный	н.д.*	н.д.*	н.д.*	217	373	246	325	290	283	293	290

Ячмень	Базовый	601	614	585	330	650	777	475	449	344	393	522
	Интенсивный	665	678	630	342	694	801	486	500	412	439	565

*Примечание: **н.д.** – в данные годы исследования не проводились*

Таблица 2 - Густота стояния перед уборкой озимой пшеницы, гречихи и ячменя, возделываемых по базовой и интенсивной технологиям в научно-производственном опыте

Возделываемая культура	Тип используемой технологии	Густота стояния перед уборкой озимой пшеницы, гречихи и ячменя, возделываемых по базовой и интенсивной технологиям, шт/м^2										
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	X
Озимая пшеница	Базовый	539	555	523	188	460	378	461	387	381	416	429
	Интенсивный	652	705	664	195	471	491	364	440	382	431	480
Гречиха	Базовый	н.д.*	н.д.*	н.д.*	106	239	230	180	172	204	251	197
	Интенсивный	н.д.*	н.д.*	н.д.*	123	241	237	198	176	212	259	207
Ячмень	Базовый	535	539	477	151	570	585	379	352	307	320	422
	Интенсивный	537	609	573	157	608	629	383	370	322	333	452

*Примечание: **н.д.** – в данные годы исследования не проводились*

Изреженность посевов по мере роста и развития растений - это закономерно-полагающий процесс и он четко проявлялся на всех культурах. Густота стояния озимой пшеницы в среднем по базовой технологии от фазы выхода в трубку до уборки уменьшалась на 21%, а по интенсивной технологии на 23%, тогда как густота стояния ячменя, а также количество растений гречихи от всходов до уборки уменьшалось на 19-20% в первом случае и 27-28% во втором вне зависимости от технологии возделывания.

Как известно, для получения высоких урожаев необходимо создание оптимальной густоты стояния растений, поэтому при рядовом посеве для озимой пшеницы число продуктивных стеблей на квадратном метре перед уборкой должно быть 350-500 шт., гречихи – 200-250 шт., ячменя – 400-450 шт. [2]. Проведенные исследования показали, что применение базовых и интенсивных технологий возделывания зерновых культур ведет к достижению оптимальной густоты стояния посевов за счет создания благоприятных условий для роста и развития выращиваемых растений в начальные периоды, причем в большинстве случаев использование интенсивной технологии обеспечивает лучшие (по сравнению с базовой) показатели густоты стояния как в начальные фазы развития возделываемых культур, так и перед уборкой.

Безусловно, наличие оптимальной густоты стояния растений не является залогом высокой урожайности, и оно должно сопровождаться наличием не менее 20зерен в колосе озимой пшеницы и ячменя (30 зерен на одном растении гречихи) при массе 1000 зерен колосовых не менее 40 г (25 гр – для зерна гречихи). Наличие щуплого зерна (менее 25 г на 1000 шт) - одна из существенных причин резкого падения урожая зерновых, а причин, её порождающих, в основном две: раннее полегание посевов, избыточное (либо недостаточное) количество элементов питания. И такие стрессовые ситуации наблюдались во время исследования (табл. 3,4).

Таблица 3 - Количество зерна в колосе озимой пшеницы, ячменя, а также на одном растении гречихи, возделываемых по базовой и интенсивной технологиям в научно-производственном опыте

Возделываемая культура	Тип используемой технологии	Количество зерна в колосе озимой пшеницы, ячменя, а также на одном растении гречихи, возделываемых по базовой и интенсивной технологиям, шт.										
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	X
Озимая пшеница	Базовый	22	33	28	26	39	34	29	21	23	28	28
	Интенсивный	28	38	25	28	41	36	29	25	25	35	31
Гречиха	Базовый	н. д.*	н. д.*	н. д.*	н. д.*	35	49	61	56	45	47	49
	Интенсивный	н. д.*	н. д.*	н. д.*	н. д.*	43	57	69	65	58	51	57
Ячмень	Базовый	32	19	24	19	24	22	15	27	18	16	22

	Интенсивный	29	26	25	20	26	26	21	28	20	19	24

*Примечание: **н.д.** – в данные годы исследования не проводились

В результате проведенных исследований установлено, что в большинстве случаев интенсивные технологии возделывания зерновых культур способствуют повышению количества и крупности зерна, выращиваемого на каждом растении. Так, каждый колос озимой пшеницы сорта Синтетик, возделываемого по базовой технологии, в среднем содержит 28 зерен общей массой 1,2 г, тогда как по интенсивной – 31 зерно массой 1,3 г, что на 8% больше. При возделывании ярового ячменя сорта Суздалец по базовой технологии формируется колос, имеющий в среднем 22 зерна общей массой 0,9 г, а по интенсивной – 24 зерна массой 1,1 г, что превышает базовые показатели на 21%. Аналогичное превышение отмечается и в случае выращивания гречихи сорта Деметра по базовым технологиям, где на одном растении формируется в среднем 49 зерен общей массой 1,4 г, а по интенсивным – 57 зерен с массой 1,7 г. Тем самым, наблюдения за исходными показателями формирования урожая (густотой стояния растений, числом зерен в колосе, массой 1000 зерен) показали, что применение агротехнологий интенсивного типа способно сформировать к уборке оптимальный стеблестой возделываемых зерновых культур и получить большее количество зерна с одного растения, как по числу, так и по массе.

Таблица 4 - Масса 1000 зерен озимой пшеницы, гречихи и ячменя, возделываемых по базовой и интенсивной технологиям

Возделываемая культура	Тип используемой технологии	Масса 1000 зерен озимой пшеницы, гречихи и ячменя, возделываемых по базовой и интенсивной технологиям, г										
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	X
Озимая пшеница	Базовый	39,8	40,7	38,3	35,3	39,5	42,1	43,4	50,7	43,5	47,5	42,1
	Интенсивный	44,5	42,5	36,6	36,1	39,8	44,7	41,6	49,4	44,2	47,4	42,7
Гречиха	Базовый	н.д.*	н.д.*	н.д.*	н.д.*	27,6	28,8	28,5	28,1	28,6	28,6	28,4

	Интенсивный	н.д.*	н.д.*	н.д.*	н.д.*	30,1	29,3	29,9	28,8	26,4	30,0	29,1
Ячмень	Базовый	39,1	43,9	37,0	38,0	46,3	45,4	42,1	45,1	46,4	46,1	42,9
	Интенсивный	43,7	45,5	38,6	38,2	50,3	45,3	42,2	46,3	47,2	45,6	44,2

*Примечание: **н.д.** – в данные годы исследования не проводились*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Афанасьева, Е.А. Черноземы Средне-Русской возвышенности [Текст] / Е.А. Афанасьева.- М.: Наука, 1966. – С. 115-123.
2. Кадыров, С.В. Технологии программированных урожаев в ЦЧР [Текст] / С.В.Кадыров, В.А. Федотов. – Воронеж, 2005. – С.70–424.
3. Левин, И.Ф. Пивоваренный ячмень в Татарии [Текст] / И.Ф. Левин, Е.В.Кожемякин // Зерновое хозяйство – 2001. – №4. – С. 12–13.
4. Регистр технологий возделывания зерновых культур для Центрального Черноземья [Текст] / Г.Н. Черкасов, И.Г. Пыхтин, А.В. Гостев и др. – Курск: ГНУ ВНИИЗиЗПЭ РАСХН. 2013. – 249 с.

УДК 631.51

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЕЙ

А.В. Гостев, В.А. Плотников, Л.Б. Нитченко
ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск

В данной статье описывается вариант способа обработки почвы и модернизация глубокорыхлителей за счёт устройства, позволяющего производить послойную обработку почвы, аэрацию и внесение жидких удобрений в почву.

Интенсификация сельского хозяйства вызывает неуклонное повышение энерговооружённости. По мере увеличения мощности и рабочих скоростей сельскохозяйственных агрегатов всё более возрастают противоречия между необходимостью проведения агротехнических приёмов и отрицательным воздействием их на плодородие земель. Прежде всего, это уплотнение почвы на значительные глубины (до 2 м).

Экспериментально установлено, что уплотняющие напряжения зависят от массы сельскохозяйственных машин и орудий (давления на ось), размера шин и кратности прохождения техники по участку. Современные технологии обработки почвы включают многократные проходы машин, поэтому площадь следов тракторов и машин составляет до 90 % площади поля [1].

По данным специалистов США, за последние 40 лет под воздействием тяжелых машин почвы стали плотнее на 20 %. Ежегодные убытки от этого достигли 1,1 млрд. долларов [2].

Исследования Почвенного института имени Докучаева В.В. и Всероссийского научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства (ВИМ) показали, что воздействие движителей машинно-тракторных агрегатов ухудшает физические свойства различных почв и в большинстве случаев снижает в той или иной степени эффективное плодородие [3].

Для устранения уплотнения почвы многократными проходами движителей различных машинно-тракторных агрегатов необходимо разрыхлять почвы машинами, действие которых на почву основаны в том числе и на вибрации.

Опытами, проведенными в России и за рубежом, доказана возможность значительного (до 50%) снижения тягового сопротивления плугов и рыхлителей в результате применения вибрирующих рабочих органов. Однако общий расход энергии при обработке почвы вибрирующими рабочими органами (крюковая мощность и мощность затрачиваемых на работу вибраторов) превышает количество энергии, необходимой для обработки почвы обычными рабочими органами. Применение эксцентриковых вибраторов с приводом от ВОМ трактора усложняет и удорожает машину, а также увеличивает опасность травмирования обслуживающего персонала и ухудшает условия работы людей [4].

Существующие щелеватели-глубокорыхлители не полностью уничтожают сорняки. При выполнении ими технологических приемов на недостаточном уровне происходит крошение почвы, требуется дополнительная работа для предпосевной обработки.

Совершенствование глубокорыхлителей, как и чизельных орудий, должно быть направлено на повышение крошащей способности рабочих органов, снижение тягового сопротивления и повышение износостойкости узлов и деталей, на повышение процента уничтожения сорняков [5].

Анализы протоколов испытаний глубокорыхлителей на машиноиспытательных станциях России показывают, что усовершенствование глубокорыхлителей в основном производится только по первому требованию, по улучшение крошащей способности рабочих органов и уменьшению гребнистости поверхности почвы [6, 7, 8].

По некоторым данным [9], уплотнение почвы ведёт к ухудшению воздухообмена. Интенсивность выделения из уплотнённой почвы углекислоты (CO_2) уменьшается в 1,5-2 раза. Углекислота приземного воздуха отдаёт растениям углерод, требуемый на создание биомассы в процессе фотосинтеза. Существенное влияние уплотнение почв оказывает на режим питания растений. Основная форма азота в уплотнённой почве (до 95 %) в течение всего вегетационного периода растений – аммоний. Это связано с переуплотнением почв, ухудшением воздушного режима и затуханием процесса нитрификации. Применение высоких доз азотных удобрений на переуплотнённых почвах не даёт желаемого эффекта. Помимо этого, единственный способ вдоволь «накормить» плодовые деревья – вносить минеральные удобрения в почву в жидком виде и под напором на расстоянии 40-60 см от поверхности почвы [10].

Специалистами лаборатории систем земледелия Всероссийского научно-исследовательского института земледелия и защиты почв от эрозии разработан новый способ обработки, аэрации и удобрения почвы и устройство для его осуществления, соответствующий всем основным требованиям по совершенствованию конструкции глубокорыхлителей и повышению эффективности их использования. Способ обработки, аэрации и удобрения почвы характеризуется тем, что рыхление почвы осуществляется послойно рабочими органами для горизонтальной обработки, подпружиненными рабочими органами для вертикальной обработки почвы, в том числе и по следам ходовых систем тракторов различного класса тяги, и катком для уплотнения верхнего слоя почвы, при этом рыхление почвы рабочими органами для вертикальной обработки осуществляется с колебаниями в продольно-вертикальной плоскости с регулируемой частотой и амплитудой, а так же струями сжатого воздуха, подаваемого в подпахотные слои почвы с регулируемой частотой и подачей под давлением жидких удобрений в подпахотные слои почвы. В январе 2017 года авторами получен патент на группу изобретений за №2608728 [11].

На рис. 1 представлена схема устройства для обработки, аэрации и удобрения почвы,

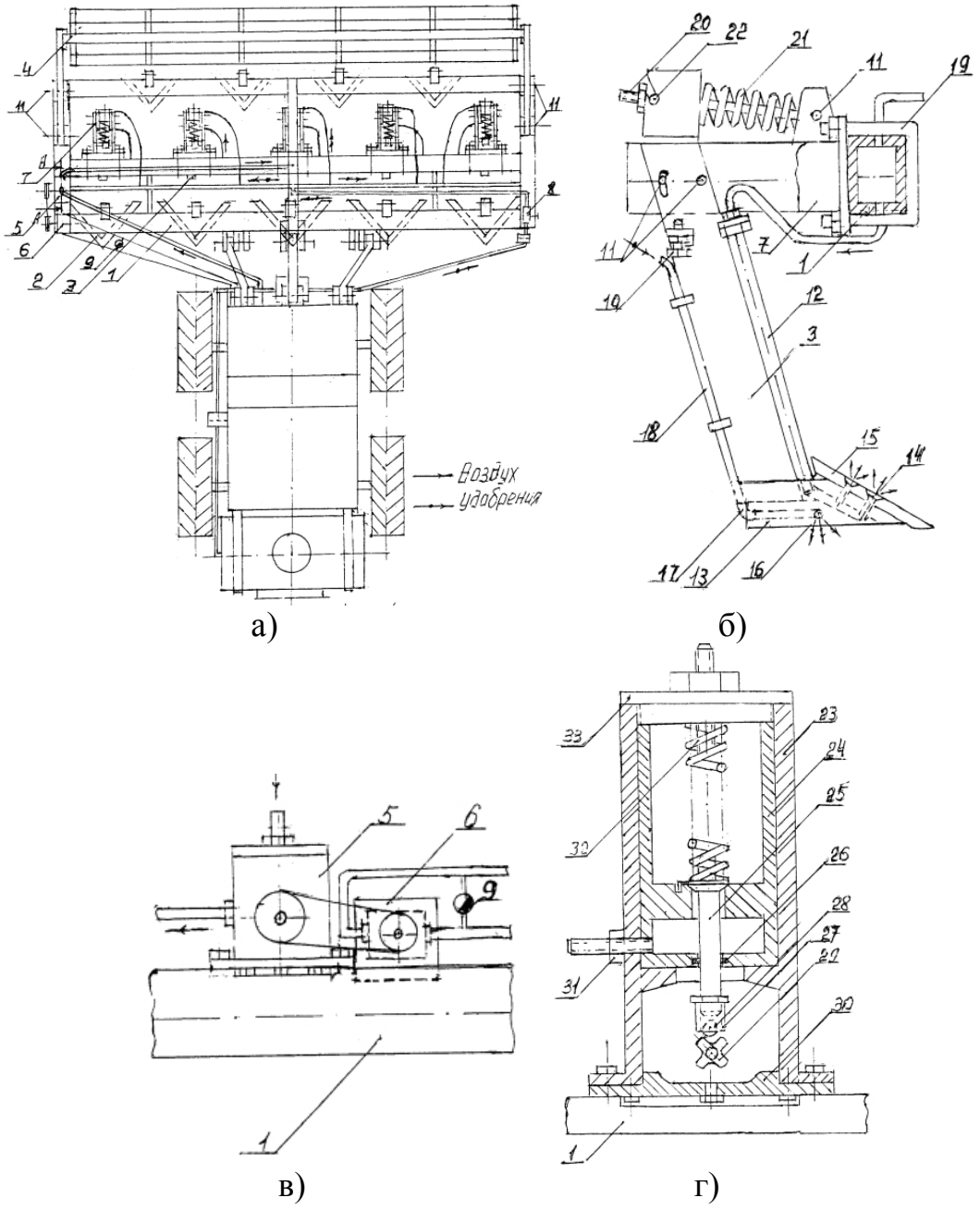


Рис. 1. Схема устройства для обработки, аэрации и удобрения почвы: а) – вид сверху,б) и в) – вид сбоку,г) – пульсатор в разрезе

которое содержит: основную раму 1 с элементами навески на тракторы различного класса тяги, элементы присоединения катка и регулировки глубины обработки; рабочие органы 2 для горизонтальной обработки почвы с элементами индивидуальной глубины обработки почвы; рабочие органы 3 для вертикальной обработки почвы; каток 4 для дополнительного крошения, уплотнения верхнего слоя почвы и регулировки глубины обработки устройства в целом; систему подачи сжатого воздуха от пневмосистемы трактора, содержащую: пульсатор 5 с приводом от гидродвигателя 6 с

элементами регулирования числа оборотов в виде дросселя 9, коллектор в виде полой средней поперечной трубы, рамы 1 с входным и выходным штуцерами и выносными напорными рукавами, для соединения пульсатора 5 с ресивером трактора и распределительным коллектором, коллектор с рабочими органами 3, гидродвигатель 6 с гидронасосом трактора; систему подачи под напором жидких удобрений, содержащую: ёмкость, фильтры, насос с приводом от ВОМ трактора, регулятор-распределитель жидких удобрений, напорные рукава гидрокоммуникации.

Рабочие органы для вертикальной обработки почвы содержат стойку 3 с элементами регулирования амплитуды 10 в виде уголковых упоров с болтами и гайками; а в верхней части стойки вилку с пазами под шарнирный вкладыш 22; два горизонтальных отверстия в средней части стойки 3 под оси шарниров 11, причём заднее горизонтальное отверстие выполнено в виде радиального паза по отношению к переднему; износостойкую накладку 12 в передней части стойки в виде круглого полого стержня с шестигранником и штуцером на верхнем конце и круглого на нижнем конце; башмак 13 с воздушным наклонным каналом в передней его части и резьбовыми отверстиями под винты 14 с осевыми сопловыми отверстиями, долото 15 с отверстиями под винты 14, и горизонтальный продольный канал с боковыми резьбовыми отверстиями и дозирующими элементами в виде жиклёров 16 с необходимыми диаметрами отверстий, резьбу в задней части продольного канала и угловой штуцер 17, питающую трубку 18 в задней части стойки 3 с отсечным клапаном для подачи жидких удобрений.

Держатель 7 содержит: две параллельные горизонтальные пластины с отверстиями под оси шарниров 11 в задней части, сваренные с вертикальной пластиной с отверстиями под скобы с гайками 19 и две вертикальные параллельные пластины с отверстиями под шарнирный палец 11, приваренные торцами к верхним граням горизонтальных пластин в передней части, винт 20 с гайкой, пружину сжатия 21, шарнирный вкладыш 22.

Пульсатор 5 содержит: корпус наружный 23, корпус внутренний 24, клапан 25 с центрирующим поясом под пружину сжатия, выполненным в центре наружной поверхности тарелкиклапана 25 и угловой направитель, приваренный к верхней кромке тарелкиклапана 25, резьбу на конце стержня клапана, уплотнение 26, регулирующую муфту 27 с роликом 28, четырёх-профильный кулачковый вал 29 с приводным шкивом на хвостовике и фиксирующей гайкой, картер 30 корпуса 23, штуцер 31, пружину сжатия 32, гайку-штуцер 33.

Работает устройство для обработки и аэрации почвы следующим образом:

Собирается пульсатор 5; корпус 24 монтируется в корпус 23 и фиксируется штуцером 31, клапан 25 монтируется тарелкой в гнездо корпуса 24 с выходом стержня клапана в картер корпуса 23,предварительно вставив в выточку корпуса 24 уплотнение 26, при этом угловой направитель клапана должен входить в направляющее цилиндрическое отверстие корпуса 24. В

полость муфты монтируется посредством шарнирного пальца ролик 28, а муфта 27 накручивается на конец стержня клапана 25 и фиксируется гайкой. Далее в корпус 23 монтируется четырёхпрофильный кулачковый вал 29, а на хвостовик вала 29 монтируется приводной шкив. В полость корпуса 24 на центрирующий поясок тарелки клапана 25 монтируется пружина сжатия 32 и закручивается гайкой-штуцером 33 в картере корпуса 23, отпуская фиксирующую гайку муфты 27, откручивая её до положения касания вершины кулачка вала 29 роликом 28. После касания ролика вершины кулачка вала 29, вал за приводной шкив проворачивается, а муфта 27 скручивается со стержня клапана 25 ещё на оборот или пол-оборота до совпадения плоскости кулачка вала 29 и ролика 28 ификсируется гайкой, далее монтируется поддон 30. Собранный пульсатор 5 монтируется посредством болтов на продольный брус рамы 1, на этот же брус монтируется гидродвигатель 6 для привода кулачкового вала 29 пульсатора 5, одевается приводной ремень на шкивы пульсатора 5 и гидродвигателя 6, причем шкив пульсатора может устанавливаться на хвостовик вала гидродвигателя, а шкив гидродвигателя на хвостовик кулачкового вала пульсатора.

Навешивается сзади на навесной механизм трактора основная рама 1, монтируются рабочие органы 3 на средний поперечный брус рамы 1 посредством скоб 19с гайками держателей 7 и шарнирных пальцев 11, при этом два рабочих органа 3 устанавливаются по центру следов трактора, остальные с шагом не более 1,2 м [12]; монтируется натяжной винт 20 посредством шарнирного пальца11 держателя 7, а на винт 20 монтируется пружина сжатия 21, шарнирный вкладыш 22, а вкладыш 22 монтируется в пазы вилки стойки 3, гайкой винта 20 пружина 21 приводится в рабочее положение, монтируются рабочие органы 2 на передний, задний и поперечные брусья рамы 1, на продольные брусья рамы 1 в задней её части посредством шарнирных пальцев 11, агрегатируется каток 4, соединяют напорными рукавами ресивер трактора с пульсатором 5, а пульсатор 5 с коллектором, выполненным в виде внутренней полости средней поперечной трубы рамы 1, а коллектор со штуцерами из носостойких накладок 12 рабочих органов 3, монтируются элементы подачи жидких удобрений в подпахотные слои почвы; фильтр третьей ступени и регулятор-распределитель жидких удобрений 8 с гидрокоммуникациями после регулятора на раме 1, бак для рабочей жидкости с фильтром первой ступени впереди трактора, насос непосредственно на ВОМ трактора, фильтр второй ступени на правой стороне лонжерона трактора перед насосом и остальные гидрокоммуникации, соединяющие насос с фильтром третьей ступени и регулятором и гидромешалкой, бак рабочей жидкости с фильтром второй ступени и гидронасосом. Соединяют напорными рукавами гидродвигатель 6 с гидронасосом трактора и монтируют дроссель 9 и предохранительный клапан.

Устанавливают глубину обработки рабочих органов 3 перестановкой шарнирных пальцев 11в секторах продольных брусьев в задней части рамы 1

катком 4. Устанавливают глубину обработки рабочих органов 2 относительно глубины обработки рабочих органов 3, амплитуду колебаний рабочих органов 32-3 мм, болтами с гайками 10, устанавливают частоту пульсаций, изменяя обороты гидродвигателя 6 дросселем 9, давление в пневмосистеме трактора.

Подъезжают на край поля, опускают агрегат, включают насос подачи жидких удобрений, рычагом включения ВОМ трактора, рукояткой крана ресивера трактора включают подачу сжатого воздуха от ресивера к пульсатору и начинают движение. При этом рыхление почвы производится рабочими органами для горизонтальной обработки, колеблющимися с амплитудой 2-3 мм в продольно-вертикальной плоскости, рабочими органами 3 для вертикальной обработки и струями сжатого воздуха. При подаче порции сжатого воздуха под почву перед долотом 13 сопротивление почвы рабочему органу 3 уменьшается[13] и рабочий орган под действием силы упругости пружины сжатия 21 повернётся вокруг переднего шарнирного пальца 11вертикальной стойки на 2-3 мм по часовой стрелке, при прекращении подачи сжатого воздуха сопротивление почвы возрастает и рабочий орган 3 повернётся на 2-3 мм против часовой стрелки. Струйки сжатого воздуха, поступающие под почву посредством осевого отверстия в накладке 12 наклонного канала башмака 13, сопловых отверстий винтов 14, аэрируют и крошат почву, становятся прослойкой между рабочей поверхностью долота 15 и грунтом, препятствуя тем самым налипанию последнего на долото, при этом, проходя сквозь осевое отверстие в накладке 12, наклонный канал башмака 13, винты 14, охлаждают их. С учётом того, что вал 29 смонтирован с четырёхпрофильным кулачком, за один его оборот произойдёт четыре фазы подъёма и опускания клапана пульсатора 25, то есть четыре пульсации сжатого воздуха под почву перед долотом 14 и четыре колебания в продольно-вертикальной плоскости рабочего органа 3, поэтому при 60 об./мин. произойдет 240 пульсаций в минуту, при этом в целом снижается тяговое сопротивление почвы передвижению устройства, кроме того, при подаче воздуха под почву посредством осевого отверстия износостойкой накладки 12, наклонного канала башмака 13 и сопловых отверстий винтов 14 происходит охлаждение вышеуказанных элементов рабочих органов 3 сжатым воздухом, уменьшается их износ, повышается их срок службы. Одновременно подаются в подпахотные горизонты под напором жидкие удобрения, регулятором-распределителем8 устанавливается необходимое давление и подача их посредством напорных рукавов гидрокоммуникаций, питающей трубки 18 с отсечным клапаном, углового штуцера 17 и продольного горизонтального канала с боковыми отверстиями, с резьбой и жиклёрами 16 башмака 13 в стороны от рабочих органов 3. При этом создаются более благоприятные условия для распространения питательных веществ по всему межщелевому пространству, одновременно происходит охлаждение средней и задней части башмака 13 жидкими удобрениями, уменьшается трение почвы о боковые стенки башмака[13]. Происходит послойное рыхление почвы рабочими органами 2 для горизонтальной

обработки, рабочими органами 3 для вертикальной обработки почвы, каток 4 крошит и уплотняет верхний слой почвы и предохраняет её от испарения влаги изнутри. Рабочие органы 3 разуплотняют почву по следам колёс тракторов различного класса тяги и по всей ширине захвата орудия.

При обработке почвы в междурядьях садов и внесении жидких удобрений к корням плодовых деревьев возможна работа рабочими органами 3 с катком 4, рабочие органы 2 снимаются, а агрегатирование устройства возможно тракторами меньшей мощности, оборудованными элементами для подачи жидких удобрений. Кроме этого, монтируется три рабочих органа для вертикальной обработки почвы, два из которых расставляют посредством скоб с гайками 19 на среднем поперечном брусе рамы 1 по центру следов колёс, а один между ними. Согласно требованиям источника [14] по глубине заделки удобрений и условий неповреждения корней толще 7–10 мм, катком 4, посредством пальцев 11, устанавливаем глубину обработки 40-50 см. Крайние рабочие органы 3 посредством напорных рукавов гидрокоммуникаций соединяют с регулятором- распределителем8, с левой стороны правого башмака 13 выкручивают жиклёр 16, а закручивают заглушку у левого крайнего башмака 13, выкручивают правый жиклёр 16 и закручивают заглушку к среднему рабочему органу 3, подача жидких удобрений не производится.

Ко всем трём рабочим органам для вертикальной обработки 3 к износостойким накладкам 12 подсоединяются напорные рукава для подачи сжатого воздуха от коллектора устройства. Подъезжают к междурядьям сада, опускают орудие, включают подачу жидких удобрений, подачу сжатого воздуха к рабочим органам 3 посредством вышеуказанных элементов, гидродвигатель 6 посредством гидрошлангов соединяют с насосом трактора и начинают движение. При этом происходит разрыхление почвы по следам колёс трактора и по ширине захвата устройства, поступление жидких удобрений вблизи корней плодовых деревьев.

При применении предлагаемого «Способа обработки, аэрации и удобрения почвы и устройства для его осуществления» как в первом, так и во втором варианте повышается качество обработки почвы величиной давления воздуха с частотой колебаний (230-240 пульсаций/мин.) рабочих органов 3 в продольно-вертикальной плоскости с амплитудой 2-3 мм. Достигается более эффективное использование энергии сжатого воздуха, воздух рыхлит почву, аэрирует её, охлаждает наиболее нагреваемые элементы рабочих органов 3, снижая их износ и увеличивая срок службы, снижается тяговое сопротивление передвижению орудия ориентировочно на 10-15 %, разуплотняется почва как по следам тракторов различного класса тяги, так и по всей ширине захвата, повышается производительность, происходит глубокое проникновение влаги и её аккумулирование в нижних слоях почвы.

Внесением под напором в подпахотные слои почвы жидких удобрений одновременно с вертикальной обработкой в стороны от рабочих органов

создаются условия более эффективного и качественного распространения питательных веществ по всему межщелевому пространству.

Заключение

Предлагаемый «Способ обработки, аэрации и удобрения почвы и устройство для его осуществления» найдёт применение в современных агротехнологиях по созданию оптимальных почвенных условий для развития корневой системы растений, сохранению плодородия почвы путём эффективной защиты её от эрозии и переуплотнения и, в конечном итоге, обеспечит повышение урожайности сельскохозяйственных культур.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нечаев А.А.Мелиорация земель в адаптивно-ландшафтном земледелии Центральной лесостепи ЦЧО [Текст] / А.А.Нечаев, В.М. Баранов, Н.П. Торубаров. -Орел, 2005.-472 с.
2. Аграрный сектор США в конце XX века [Текст] / Под ред. Б.А. Чернякова. - М., 1977.- 398 с.
3. Временные рекомендации по ограничению уровня воздействия движущей сельскохозяйственной техники на почву. - М.: Агропромиздат, 1985.- 16 с.
4. Синеоков Г.Н. Теория и расчет почвообрабатывающих машин [Текст] / Г.Н. Синеоков, И.М. Панов.-М.: «Машиностроение», 1977. - 328 с.
5. Юзбашев В.А. Особенности конструкций и тенденции развития чизельных орудий. Обзорная информация [Текст]/ В.А. Юзбашев, А.В. Соколов, Ю.А. Кузнецов. -М.: ЦНИИТЭИ тракторосельхозмашин,1977.-44 с.
6. Протокол испытаний ФГУ «Центрально-Черноземная государственная зональная машиноиспытательная станция» № 14-56-2005 (1020192) от 2 декабря 2005 г. Глубокорыхлитель навесной ГН-250.
7. Протокол испытаний«Алтайская государственная зональная машиноиспытательная станция» № 01-68-13 (1010042) от 26 ноября 2013 г. Плуг чизельный глубокорыхлитель ПЧ-4,5 (с активным катком).
8. Протокол испытаний ФГБУ «Владимирская государственная зональная машиноиспытательная станция» № 03-57-13 (5010142) от 20 ноября 2013 г. Плуг чизельный навесной ПЧН-2,7К.
9. Кушнарёв А.С. Проблемы повышения плодородия почв [Текст] / А.С. Кушнарёв // Техника в сельском хозяйстве. – М.: ВО «Агропромиздат». – 1989. - № 1. – С. 4-7.
10. Гольдман В.Б. Завтра земледельческой техники [Текст] / В.Б. Гольдман, А.Б. Школьников. – М.: Колос, 1982. – 147 с.
11. Патент на группу изобретений № 2608788 «Способ обработки, аэрации и удобрения почвы и устройство для его осуществления». Опубликован23 января 2017 г.
12. Лурье А.Б. Широкозахватные почвообрабатывающие машины.IV.5.Обоснование конструктивных параметров комбинированных машин [Текст] / А.Б. Лурье, А.И. Любимов. – Ленинград, 1981. – С.175.
13. Кулен А. Современная земледельческая механика. 2.5.3.2. Пути уменьшения трения почвы – материал и налипания почвы [Текст] / А.Кулен, Х. Куиперс. – М.: Агропромиздат, 1986. – С. 145.
14. Драгайцев А.П. Южное плодоводство. 5. Глубина заделки [Текст] / А.П. Драгайцев, Г.В. Трусевич. – М.: «Колос». –1970. -С. 320.

УДК 631.81.095.337

ОПТИМИЗАЦИЯ ДОЗИРОВОК И СООТНОШЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

И.И. Гуреев
ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск
gureev06@mail.ru

Резюме. *Оптимизируют питание сельскохозяйственных культур в соответствии с диагностическими данными, максимально приближенными к фактической потребности растений в питательных веществах во времени. Такие данные получают инновационным способом функциональной диагностики, базирующимся на взаимосвязи фотохимической активности хлоропластов живых растений с потребностью в элементах питания. Дозировки и соотношения элементов питания сельскохозяйственных культур формализуют с учётом взаимовлияния питательных веществ в растениях.*

Summary.*The nutrition of crops is optimized in accordance with the diagnostic data, as close as possible to the actual requirements of plants in nutrients in time. Such data are obtained by an innovative method of functional diagnostics, based on the relationship between the photochemical activity of chloroplasts of living plants and their need for nutrients. Rates and ratios of crop nutrientsare formalized taking into account the mutual influence of nutrients in plants.*

Ключевые слова: *удобрения, оптимизация питания, функциональная диагностика, хлоропласты, диагностический прибор.*

Key words: *fertilizers, nutrition optimization, functional diagnostics, chloroplasts, diagnostic device.*

Удобрение наиболее значимый ресурс регулирования питания и продуктивности растений. Получение высоких и качественных урожаев сельскохозяйственных культур невозможно без их полной обеспеченности питательными веществами в течение всей вегетации. С другой стороны, удобрения - ресурс дорогостоящий. На них приходится примерно треть от всех затрат в растениеводческом секторе сельскохозяйственного производства. Нерациональное использование удобрений, помимо удорожания получаемой продукции, ведёт к ухудшению её качества, а также закислению почв, отрицательно сказывающемуся на их плодородии, и другим негативным экологическим последствиям.

Растения в процессе вегетации используют широкую номенклатуру элементов питания. По величине потребления их подразделяют на макроэлементы (азот, фосфор, калий), мезоэлементы (кальций, магний, сера) и микроэлементы (бор, марганец, железо, медь, цинк, молибден и др.). Но в силу закона минимума, продуктивность растений определяет элемент, находящийся в минимуме, независимо от того, в каком количестве он им требуется.

В то же время каждый элемент имеет свой диапазон безопасной концентрации, при котором растительный организм функционирует нормально. За пределами данного диапазона происходят различные патологические нарушения в обменных процессах растений, приводящие в случае недостатка к дефициту, а избытка - к токсичности [1]. Всё это

впоследствии негативно сказывается на экономико-экологических показателях производства растениеводческой продукции.

В настоящее время уровни урожайности сельскохозяйственных культур достаточно высокие и затраты на ресурсы для дальнейшего повышения их продуктивности будут неуклонно расти. Одним из условий, ограничивающим динамику роста этих затрат, является соблюдение регламента применения удобрений не только по количеству вносимых питательных веществ, но и по соотношению между ними, зависимому от вида культур и складывающихся почвенно-погодных условий.

Взаимосвязь факторов функционирования удобрений в растениях сложная. Зачастую увеличение количества какого-то элемента, находящегося в дефиците, способствует потреблению растениями других элементов (синергизм), в то же время избыток его препятствует поступлению других элементов (антагонизм). Например, дефицит фосфора приводит к накоплению нитратного азота, а бора - к его недостатку. Причём данные явления не связаны с азотным удобрением. Поэтому оптимизировать питание следует в соответствии с диагностическими данными, максимально приближенными к фактической потребности растений в питательных веществах во времени.

Широко распространенная практика почвенной диагностики балансовым способом по макроэлементам питания (азот, фосфор, калий) предполагает стратегическое планирование урожайности сельскохозяйственных культур внесением основного удобрения. Но оптимизировать по её данным процесс питания растений невозможно.

Во-первых, потребность растений в питании не ограничивается только макроэлементами.

Во-вторых, балансовый способ несовершенен, так как ориентирован на обособленный вынос планируемой урожайностью культур каждого из элементов питания без учёта взаимовлияния между ними.

В-третьих, усвоение подвижных форм элементов питания зависит от ряда неучитываемых и нерегулируемых факторов, таких как содержание в растениях и почве других питательных веществ, температура внешней среды и т.д. [2].

Но макроэлементы растения потребляют в больших количествах и в основном корневой системой. Для обеспечения достаточного промежутка времени по переходу питательных веществ в почвенно-поглощающий комплекс, макроудобрения вносят заблаговременно до посева культур. Поэтому, несмотря на имеющиеся недостатки, почвенной диагностики пока не избежать.

Погрешности почвенной диагностики должны устраняться корневыми и листовыми подкормками в процессе вегетации культур, когда растения живые. Лишь в этот период по их реакции можно оценить истинную потребность в питательных веществах, используя листовую диагностику, которую подразделяют на визуальную, химическую и функциональную.

Визуальную диагностику проводят по внешним признакам,

проявляющимся на листьях вследствие уже состоявшегося нарушения питания. Эти признаки свидетельствуют о необратимых процессах, заведомо снижающих урожайность и качество растениеводческой продукции. Отчего визуальная диагностика неприемлема для оптимизации питания растений.

При химической диагностике лабораторным анализом оценивают состав тканей, но не учитывают изменяющуюся реакцию растений на вариабельные почвенно-погодные условия, т.е. факт дефицита или избытка элементов питания не отражает их текущую потребность.

Альтернативой визуальной и химической диагностике является способ функциональной диагностики, который позволяет оценить не содержание элементов питания, а потребность растений в них. Базируется он на фундаментальных свойствах существования жизни на Земле - взаимосвязи фотохимической активности хлоропластов живых растений с потребностью в элементах питания (способ Плешкова А.С. и Ягодина Б.А.) [3].

Хлоропласты, являясь уникальной фабрикой синтеза органического вещества, обладают важным свойством. Фотохимическая активность их суспензии при добавлении в неё какого-то элемента питания изменяется пропорционально обеспеченности растений данным элементом. Степень изменения фотохимической активности от присутствия в питательной среде испытываемого элемента позволяет судить о величине его потребности или избытка.

Но способу Плешкова А.С. и Ягодина Б.А. присущи серьёзные недостатки. По нему диагностирование каждого из элементов питания проводят обособленно от других компонентов питательной среды, отчего невозможно оценить их взаимное влияние и оптимальное соотношение. А при питании растений из почвенного раствора соотношение элементов играет даже более существенную роль, нежели их концентрация [4]. Вследствие этого дефицит или избыток каких-то элементов может нарушить усвоение растениями других элементов.

Это разбалансирует систему питания растений и порождает неопределённость – если дефицит элементов питания можно восполнить подкормками, то на их избыток известным способом влиять невозможно.

Перечисленных недостатков лишён способ функциональной диагностики, учитывающий взаимовлияние между питательными веществами (способ дробной реплики) [5]. Отличительной особенностью его являются диагностические действия путём испытания влияния питательных смесей на фотохимическую активность хлоропластов растений. Состав смесей подбирают, исходя из возможности формализации эмпирической моделью процесса потребления растениями питательных веществ. При наличии модели питание культур оптимизируют математическими методами.

Схему вариантов испытания питательных смесей конструируют по методике планирования многофакторного эксперимента. Перечень наиболее значимых элементов (факторов) для питания культур достаточно обширен. Так, полный факторный эксперимент при наличии 10 факторов содержит

2^{10}=1024 вариантов, реализовать которые в обозначенном объёме совершенно нереально вследствие непомерных затрат средств и времени. Поэтому используют дробную реплику, позволяющую без существенной потери информативности сократить трудоёмкость эксперимента [6].

Для реализации способа созданы не имеющие аналогов в мире алгоритм икомпьютеризованный прибор Аквадонис. Новые инструменты обеспечивают диалог человека с растением, как с живым существом. Программное обеспечение прибора способно оптимизировать питание растений с учётом синергетических и антагонистических взаимовлияний между питательными веществами.

В программе заложена уникальная особенность, позволяющая коррекцией дозировок дефицитных элементов питания нейтрализовать один из основных недостатков почвенной диагностики - негативное влияние на растения находящихся в почвенном растворе избыточных питательных веществ, которые провоцируют антагонизм между элементами питания. Посредством прибора оперативно «по запросу растений» оптимизируют питательную среду и формируют сбалансированные удобрительные смеси.

Прибор компактен, оснащён автономным источником питания, в полевых условиях позволяет определять потребность растений в 15 макро- и микроэлементах.Он прошёл производственную проверку на полевых культурах в 10 регионах России, в Украине, Белоруссии и Казахстане.

Эффективность инновации подтверждена трёхлетними государственными испытаниями на ячмене и озимой пшенице, проведенными в Курской области Центрально-Черноземной машиноиспытательной станцией совместно с ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии (таблица).

По результатам испытаний установлена высокая эффективность использования микроудобрений. Получена прибавка урожайности зерна ячменя до 22%, озимой пшеницы - до 17,0%. При этом содержание клейковины в зерне озимой пшеницы возросло с 24,9 до 29,0-29,1%.

Из сравнения способов функциональной диагностики вытекает следующее. По сопоставляемым показателям (кроме содержания клейковины в зерне озимой пшеницы, где сравниваемые способы примерно одинаковы) преимущество у способа дробной реплики. Имеется и прибавка урожайности культур в его пользу, но она невелика. Но обнаружено значительное превышение по годовой экономии совокупных затрат - 24-40%, что свидетельствует об основном источнике эффективности инновации за счёт снижения затрат на используемые удобрения. А это является источником получения не только экономического эффекта, но и экологического - в виде щадящего химического воздействия на окружающую среду.

Таблица – Эффективность способов диагностики потребности растений в элементах питания

Варианты опыта	Обработка семян микроудобрениями	Листовая подкормка	Ячмень, среднее за 2012-2014 гг.		Озимая пшеница, среднее за 2013-2015 гг.		
			Урожайность зерна, т/га	Годовая экономия совокупных затрат денежных средств, руб./га	Урожайность зерна, т/га	Содержание клейковины в зерне, %	Годовая экономия совокупных затрат денежных средств, руб./га
1	Нет	Нет	3,07	-	4,07	24,9	-
2	Акварамикс, 100 г/т	По данным функциональной диагностики с обособленным испытанием элементов питания (способ Плешкова А.С. и Ягодина Б.А.)	3,71	1830	4,69	29,1	2195
3	Акварамикс, 100 г/т	По данным функциональной диагностики с испытанием питательных смесей (способ дробной реплики)	3,74	2571	4,75	29,0	2726

Экономико-экологическая эффективность способа дробной реплики свидетельствует о перспективе его использования земледельческими хозяйствующими субъектами при выращивании сельскохозяйственных культур независимо от географии расположения. Функциональная диагностика с учётом взаимовлияния между питательными веществами является важнейшим направлением совершенствования агрохимического обеспечения земледелия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш, Л.С. Строчкова. - Медицина, 1991. - 496 с.
2. Хорошкин, А.Б. Способы повышения эффективности минерального питания сельскохозяйственных культур / А.Б. Хорошкин. - Ростов-на-Дону, 2011. - 67 с.
3. А.с. 952168 СССР, МКИ$_3$ A01G 31/02. Способ обеспечения растений минеральными элементами / А.С. Плешков, Б.А. Ягодин (СССР). № 2970658/30-15; заявл. 31.07.80; опубл. 23.08.82. Бюл. № 31.

4. Агрохимия / Б.А. Ягодин, П.М. Смирнов, А.В. Петербургский и др. Под ред. Б.А. Ягодина. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 1989. - 639 с.
5. Пат. 2541310 Российской Федерации, МПК A01G 7/00. Способ диагностики потребности растений в минеральных элементах питания / Гуреев И.И.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии». № 2013118542/13; заявл. 22.04.2013; опубл. 10.02.2015. Бюл. № 4.
6. Статистические методы в инженерных исследованиях (лабораторный практикум): Учеб.пособие / В.П. Бородюк, А.П. Вощинин, А.З. Иванов и др. М.: Высшая школа, 1983. 216 с.

УДК 631.582

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ СЕВООБОРОТОВ

И.И. Гуреев
ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск
gureev06@mail.ru

В земледелии широко используют химические средства борьбы с сорняками - гербициды. Но некоторые из них обладают продолжительным последействием, что вступает в противоречие с севооборотом. В силу закономерности его функционирования последующая культура по биологическим свойствам подпадает под действие гербицидов и угнетается ими, вплоть до уничтожения. Для максимального сохранения позитивных свойств севооборота приведены меры агротехнического и технико-эксплуатационного характера, способствующие ускорению детоксикации гербицидов в почве.

In agriculture, chemical means of controlling weeds -herbicides - are widely used -. But some of them have a long aftereffect, which contradicts the crop rotation. Due to the regularity of its functioning, the subsequent crop by its biological properties is affected by herbicides and is oppressed by themup to destruction. For the maximum preservation of the positive properties of the crop rotation measures of agrotechnical and technical-operational nature whichaccelerate the detoxification of herbicides in the soil are presented.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *севооборот, засорённость посевов, гербициды, баковые смеси, последействие.*

KEY WORDS: *crop rotation, weed infestation of crops, herbicides, tank mixtures, aftereffect.*

Главное условие культурного земледелия – правильно спроектированный севооборот, при котором природные факторы способствуют максимальной реализации продуктивности выращиваемых культур. Классическое определение севооборота включает в себя **научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур (и пара) по полям и во времени** [1].

Севооборот самый дешёвый и самый эффективный агротехнический приём. По сравнению с монокультурой он обеспечивает не только рациональное использование пашни, но и повышение плодородия почвы. Наибольший эффект факторов интенсификации земледелия (сорт, обработка почвы, удобрения, орошение и др.) достигается только в условиях севооборота. По мере развития производительных сил в земледелии роль чередования культур лишь возрастает [2].

Общая закономерность функционирования севооборота заключается в том, что положительные его свойства возрастают с усилением различий чередующихся культур по биологии и технологии выращивания. В условиях севооборота оздоровляется фитосанитарная обстановка и потенциальная засорённость культур в 3-5 раз ниже, чем при беспорядочном или бессменном их выращивании [3].

Однако сложившаяся в настоящее время ситуация с засорённостью посевов не может быть радикально разрешена лишь севооборотом и другими агротехническими приёмами. Поэтому в дополнение к приёмам агротехники используют химические средства защиты растений (гербициды), которые облегчают борьбу с сорняками и позволяют сохранить урожаи сельскохозяйственных культур с минимальными затратами труда и материальных ресурсов. С экономической и экологической позиций гербициды следует применять тогда, когда возможности агротехники исчерпаны.

Начало агрохимической эры гербицидов относится к 1944 году, когда стали известны соединения 2,4-Д [4]. Но гербициды этой группы в рекомендованных дозах недостаточно подавляют корнеотпрысковые сорняки. Многолетняя практика их применения способствовала распространению устойчивых к ним видов сорных растений (пикульники, горцы, подмаренник цепкий и др.). Поэтому возникла необходимость в многокомпонентных смесях действующих веществ, в составе которых длительное время использующиеся препараты и новые, зачастую обладающие уникальной физиологической активностью. Вследствие синергетического взаимодействия эффективные дозы таких смесей, как правило, ниже суммарных доз исходных компонентов, а спектр действия на сорняки шире.

Значительный прогресс в химической защите культур от сорняков достигнут с появлением новых видов гербицидов, в частности, производных сульфонилмочевины. Применяют их как в зерновом производстве, так и при возделывании сахарной свёклы, кукурузы, подсолнечника, сои и других культур. Эти гербициды используют при низкой норме расхода – от 1-2 до нескольких десятков граммов на гектар. Они обладают многими положительными свойствами:

- хорошей селективностью,
- невысокой стоимостью,
- не оказывают сильного фитотоксичного воздействия на обрабатываемые культуры,
- широким диапазоном сроков применения,
- отсутствием агрессивности в баковых смесях с другими препаратами,
- низкой токсичностью для животных,
- незначительными экологическими последствиями.

Избирательность всех гербицидов обусловлена биохимическими факторами. Являясь биологически активными веществами, гербициды имеют различные периоды распада и некоторые из них обладают продолжительным

последействием. Явно выраженное последействие у ряда препаратов на основе сульфонилмочевины [5]. Практические опыты подтверждают, что остатки таких гербицидов способны сохраняться в почве достаточно долгий период и затем влиять на последующие культуры в севообороте. Из них наиболее стойкие хлорсульфурон и метсульфуронметил, которые могут сохраняться в почве несколько лет, ограничивая возможность возделывания чувствительных культур в севообороте [6].

Основополагающее свойство гербицидов состоит в том, что их эффективность тем выше, чем больше биологические различия между защищаемой культурой и сорняками. При наличии продолжительного и значимого последействия гербициды вступают в противоречие с севооборотом, так как в силу закономерности его функционирования последующая культура по биологическим свойствам, как правило, подпадает под действие гербицидов. Противоречия усугубляются с ростом продолжительности последействия гербицидов.

Факт последействия остаточных количеств некоторых гербицидов и их метаболитов на последующую культуру известен давно. Однако для полевых севооборотов это не имело практического значения до тех пор, пока доля таких гербицидов в производстве была относительно невелика [7].

Анализ современного состояния обеспеченности гербицидами земледелия Российской Федерации показал следующее [8]. По состоянию на 2016 год общее количество препаратов, разрешённых к применению на территории РФ превышает 1800. Из них примерно 30% имеют ограничения по воздействию на чередующиеся культуры севооборотов (рис.).

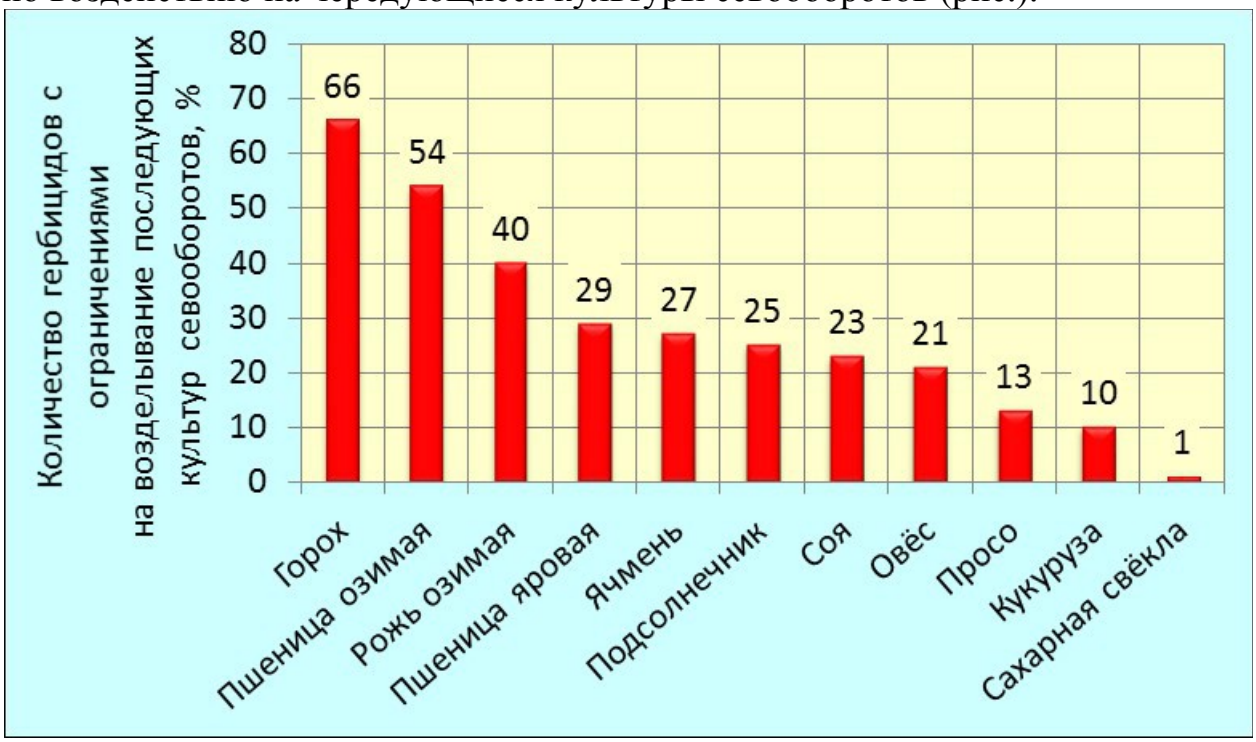


Рисунок – Защита сельскохозяйственных культур гербицидами с последействием

Из практики сельскохозяйственного производства эти последействия могут выражаться как значительным угнетением культур, так и полным их уничтожением, что существенно сказывается на величине и качестве урожая. Объёмы применения гербицидов с продолжительным последействием и приносимый тем самым ущерб свидетельствует о необходимости учёта данного негативного явления при проектировании севооборотов. Поэтому классическое определение севооборота подлежит корректировке в следующей редакции - **научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур (и пара) по полям и во времени обеспеченных химическими средствами защиты растений от сорняков**.

Руководствуясь данным актуальным определением, проектировать севообороты следует в неразрывной связи с системой защиты сельскохозяйственных культур от сорняков. Для максимального сохранения позитивных свойств севооборотов необходимы меры, способствующие ускорению детоксикации гербицидов в почве.

На распад препаратов влияет много факторов: агротехнические мероприятия, тип и структура почвы, её влажность и кислотность, температурный режим и др. Так, активизируют распад препаратов, сокращая их срок последействия, повышенные влажность и кислотность почвы. Дефицит влаги, щелочная реакция почвенного раствора и низкие температуры во время вегетации растений наоборот - увеличивают продолжительность последействия гербицидов. Опасность последействия возрастает при использовании в течение нескольких лет препаратов с одним действующим веществом, которое медленно разлагается.

Для управляемого понижения рисков последействия, прежде всего, следует чётко соблюдать регламент и технологию применения гербицидов, в рамках которых стремиться использовать минимальные их дозировки, а также баковые смеси с другими действующими веществами для получения дополнительных преимуществ. Применением смесей удаётся не только уменьшить дозы действующих веществ, но и замедлить приспособляемость и возникновение устойчивых форм сорной флоры.

Необходимо ужесточить регламент правильной эксплуатации опрыскивающей техники и своевременно производить замену узлов и деталей, выработавших ресурс. Следует исключать перекрытия между проходами техники. Повышенные дозы препаратов на перекрываемых участках, а также неравномерное нанесение рабочего раствора изношенными форсунками увеличивает риск последействия гербицидов.

Эффективным инструментом понижения продолжительности последействия гербицидов является отвальная вспашка, проводимая в качестве основной обработки почвы [6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Толковый словарь (сборник электронных словарей) /
2. http://slovorus.ru/index.php?ID=57709&a=&pg=40&s=%D1.

3. Дудкин, В.М. Интенсивные свекловичные севообороты в Центрально-Черноземной зоне / В.М. Дудкин. - М.: Агропромиздат, 1990. - 111 с.
4. Спиридонов, Ю.Я. Методическое руководство по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве / Ю.Я. Спиридонов, Г.Е. Ларина, В.Г. Шестаков. – М.: Печатный Город, 2009. – 252 с.
5. Справочник. Пестициды.ru / http://www.pesticidy.ru/dictionary/herbicide.
6. Последействие гербицидов /
7. https://yablukom.com.ua/interesno-znat/496-posledejstvie-gerbitsidov.
8. Шуховцов, О.Н. Некоторые итоги применения гербицидов группы сульфонилмочевин в Алтайском крае / О.Н. Шуховцов // Повышение устойчивости производства высококачественной сельскохозяйственной продукции на основе использования средств защиты растений и агрохимикатов: Материалы научно-практической конференции. - Барнаул: Изд-во «ИванЪ», 2003. - С.55-59.
9. Стецов, Г.Я. О последействии гербицидов в засушливом земледелии /
10. http://agrosektor.kz/agricultural-technologies/o-posledejstvii-gerbicidov-v-zasushlivom-zemledelii.html.
11. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации. 2016 год. Справочное издание, 880 с.

УДК 551.4: 631.439: 631.434: 631.425.5

РОЛЬ ЛЮЦЕРНЫ В УЛУЧШЕНИИ АГРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИГОРОДНЫХ ПОЧВ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА ЗЕРНОВОЙ ПРОДУКЦИИ

С.С. Деревягин,И.Ф. Медведев, А.Ю. Верин
sergey_derevyagin@mail.ru
ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», г. Саратов

Аннотация: *Показано влияние люцерны в севообороте на гранулометрический состав, плотность сложения, порозность верхнего горизонта почвы, а также на содержание тяжелых металлов в растениеводческой продукции. Отмечено комплексное мелиорирующее действие данной культуры, усиливающееся при внесении минеральных удобрений.*

Ключевые слова: *люцерна, севооборот, плотность сложения, порозность, микроагрегатный состав, тяжелые металлы.*

Abstract: *The influence of alfalfa in crop rotation on the granulometric composition, the density of aggregation, the porosity of the upper soil horizon, and also the content of heavy metals in crop production is shown. The complex meliorating effect of this crop is noted, which is enhanced by the introduction of mineral fertilizers.*

Keywords: *alfalfa, crop rotation, density of formation, porosity, microaggregate composition, heavy metals.*

Введение. Агрофизические параметры почвы оказывают значительное влияние на её плодородие, жизнедеятельность микроорганизмов и растений [1-3, 6]. В условиях стремительно изменяющегося климата Нижнего Поволжья произошло изменение водного режима почв и других условий почвообразования [8]. Это не может не оказывать влияния на условия развития сельскохозяйственных растений. Исходя из литературных данных [9, 10] и результатов многолетнего стационарного опыта [8] можно с уверенностью сказать о положительном влиянии многолетних бобовых трав на азотный режим почв, урожайность и качество урожая зерновых культур,

возделываемых в севооборотах по этому предшественнику. В то же время, практически не исследованным остается вопрос влияния люцерны непосредственно на физические и водно-физические параметры, обеспечивающих в современных экологических условиях высокие буферные свойства почв[7-10].

Этот вопрос становится все более актуальным на фоне роста антропогенного воздействия в пригородных зонах. Одним из аспектов такого воздействия становится интенсивное загрязнение экосистем тяжелыми металлами (ТМ).

Объекты и методика исследований. Объектом исследований были пригородные почвы г. Саратова, находящиеся в сети транспортных потоков – опытные стационары ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока».

Полевые исследования, включающие закладку серии почвенных разрезов, проводились в рамках сертифицированного РАСХН многолетнего стационарного опыта на полях ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока». Почва – чернозём южный. Точки отбора проб находились на склоне южной экспозиции в верхней и нижней его части, под различными севооборотными участками (зернопаровой, зернотравяной севообороты). Гранулометрический состав почвы определялся пирофосфатным методом по Н.А. Качинскому, плотность сложения почвы – методом режущего кольца в пятикратной повторности по Н. А. Качинскому [5], общая порозность - расчетным способом по Вадюниной и Корчагиной, структурное состояние почвы – методом сухого и мокрого просеивания по методу Саввинова [5, 6]. Строение почвенных коллоидов изучали при 300 кратном увеличении с помощью электронного микроскопа УЭМВ-100В, содержание тяжелых металлов в почвенных и растительных образцах определяли в аттестованных лабораториях сети региональной Агрохимслужбы.

Результаты исследований. Сравнительная оценка гранулометрического состава выявила, что количество частиц <0,01 мм под зернопаровым севооборотом увеличивается вниз по склону с 47,7 до 54,4 %. Это явилось следствием перемещения эрозионными потоками частиц физической глины и отложение их в нижней части склона. Многолетние травы зернотравяного севооборота в период возникновения эрозионных процессов играют роль буфера, поэтому увеличение содержания физической глины вниз по склону гораздо меньше - с 49,5 до 50,7%.

Повышение доли песчаных фракций способствует ухудшению физических свойств: снижается количество ценных (0,25-10 мм) (r=-0,66) и водопрочных (>0,25 мм) (r=-0,71) агрегатов, повышается глыбистость (r=0,69), плотность сложения почвы (r=0,82), сокращается поровое пространство (r=-0,82).

Одним из важнейших показателей физических свойств почв является плотность её сложения. Величина её определяется гранулометрическим и агрегатным составом [1, 3, 6]. Установлено, что растения страдают как при излишне рыхлом, так и плотном сложении и наиболее благоприятные условия

создаются при плотности сложения пахотного слоя 1,0-1,2 г/см^3, что хорошо согласуется с оптимальной плотностью (1,0-1,3 г/см^3) для неэродированных южных чернозёмов [5].

Общая порозность почвы тесно взаимосвязана с её плотностью и структурным состоянием и в значительной мере определяет водоудерживающую способность почв, движение влаги и минеральных солей в почвенном профиле, доступность влаги растениям, содержание в почве воздуха [5] (таблица 1).

С увеличением плотности сложения почвы и глыбистой фракции порозность снижается (r=-0,99 и r=-0,57 соответственно). Отмечается тенденция увеличения общей порозности вниз по склону.

Плотность сложения почвы под зернопаровым севооборотом на 0,03 г/см^3 ниже, чем под зернотравяным, что обусловлено биологическими особенностями возделываемых в севооборотах культур [7]. Показатели плотности сложения и порозности почвы находятся в пределах оптимальных значений. Аналогичные данные были получены на степных чернозёмных почвах Приволжской возвышенности [8].

Таблица 1 - Изменение плотности сложения и общей порозности пахотного слоя почвы под зернотравяным севооборотом

Элемент склона	Показатели		
	Плотность сложения, г/см^3		Общая порозность, %
Верхняя часть склона	1,26		53,6
Нижняя часть склона	1,16		56,9
В среднем по склону	1,21		55,2
Математическая обработка данных			
Показатели	НСР $_{0,5}$	F теор.	F факт.
Плотность сложения, г/см^3	0,110	4,8	5,6*
Общая порозность, %	-	-	-

** – данные достоверны на 5%-ном уровне значимости*

Вегетирующие растения принимают активное участие в формировании гумуса почвы, и тем самым в значительной мере косвенно влияют на аккумуляцию ТМ в корнеобитаемом слое. Закрепление органическим веществом осуществляется в результате образования тяжелыми металлами солей с органическими кислотами, адсорбции катионов на поверхности органических и органоминеральных коллоидных систем. Это снижает миграционные возможности тяжелых металлов и их поглощение растениями [9, 10].

Коллоидные системы верхнего слоя почвы под влиянием многолетних трав образуют более выраженные конгломераты и цепочки (рисунок).

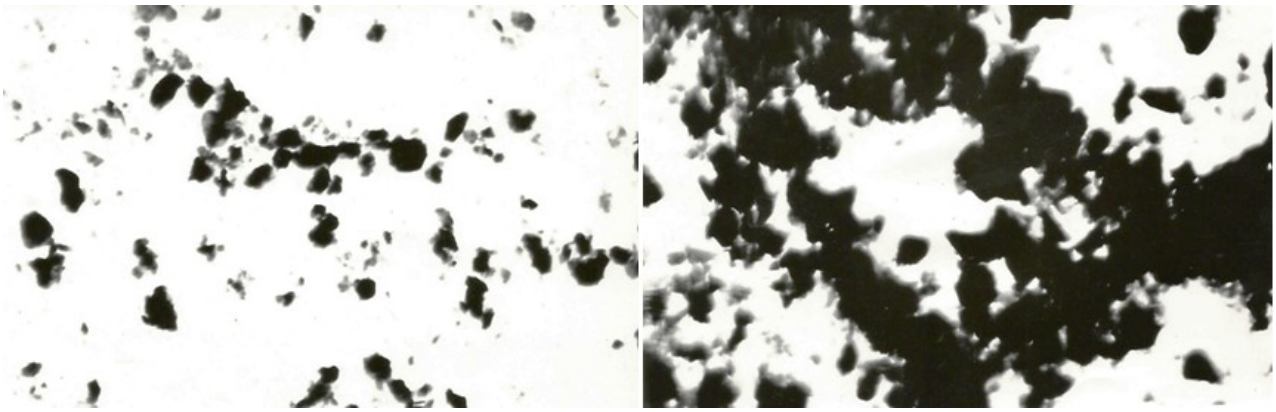


Рисунок - Строение почвенных коллоидов: слева - на зернопаровом севообороте, справа - на зернотравяном севообороте

Свойства почвы и состав почвенного раствора определяют динамическое равновесие между металлами в почвенном растворе и твердой фазе почвы [4].

Обнаруженная нами высокая корреляция суммарного содержания металлов в сене люцерны (r = 0,96) с суммарным содержанием тяжелых металлов, как в пахотном горизонте, так и в подстилающей породе, по-видимому, определяется строением корневой системы люцерны и может иметь значение при выборе культуры для комплексной фиторемедиации почв. Применение на посевах люцерны органических и минеральных удобрений в высоких дозах дало положительные результаты в качестве активаторов биологической фиксации тяжелых металлов. В среднем по органическим и минеральным удобрениям суммарное загрязнение сена многолетних трав 2-года жизни увеличилось на 11,4%, на 3 году жизни – на 9,7%. На втором году жизни более высокий уровень загрязнения сена отмечался при внесении минеральных удобрений, на третьем году – при внесении навоза. Выявленная дифференциация, по-видимому, связана с более консервативным закреплением элементов питания, в том числе и тяжелых металлов в органическом веществе навоза.

Подсчет отношений между содержанием тяжелых металлов в сене люцерны и содержанием в почве подтвердил выявленные закономерности. На удобренных вариантах это отношение по всем анализируемым металлам за два года жизни было на 18,7% больше, чем на вариантах без удобрений.

Удобрения, повысили урожайность культуры в среднем за два года на 32,8%. При этом, наряду с макроэлементами, увеличился вынос металлов (Таблица 2).

Таблица 2 – Влияние удобрений на баланс тяжелых металлов в системе почва-люцерна, кг/га

Удобрения	Урожайность, кг/га	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni	Сумма
Контроль	2980	0,00 12,8	0,00 39,5	0,00 1,5	0,00 0,04	0,00 2,9	0,00 56,74
Навоз 60 т/га	4020	0,39 15,4	2,43 48,8	0,18 2,00	0,003 0,06	0,13 3,40	3,13 69,66

$N_{80}P_{60}K_{40}$	3910	0,005 18,3	0,007 57,3	0,014 2,1	0,001 0,12	0,01 3,60	0,037 81,4

** примечание: в числителе приходная часть, в знаменателе – расходная*

Полученные нами результаты не противоречат мнению о том, что органические удобрения временно снижают доступность тяжелых металлов для растений [4, 9, 10], так как содержание многих металлов в биомассе люцерны в результате внесения органики действительно снижалось. В то же время, увеличение урожайности под влиянием удобрений приводит к увеличению суммарного абсолютного выноса с урожаем тяжелых металлов до 69,66-81,4 кг/га. Доступность для растений вновь увеличивается по мере минерализации органического вещества навоза.

Заключение. Таким образом, многолетние травы способствуют обогащению верхнего пахотного горизонта илистыми фракциями и меньшему перераспределению механических частиц по всей длине склона. При этом травы осуществляют фитоэкстракцию тяжелых металлов из почвенной системы. Использование органических удобрений лишь временно снижает доступность металлов для растений, не решая проблемы, в отличие от минеральных удобрений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Воронин, А. Д. Основы физики почв / А. Д. Воронин. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986. – 244 с.
2. Павловский, Е. С. Агролесомелиорация и плодородие почв / Е. С. Павловский, Васильев Ю. И. Зайченко К. И. – М., 1991. – 282 с
3. Горкун, М. И. Влияние механического состава и культуры севооборота на структуру и водно-физические свойства мощных чернозёмов: автореф. дис. кандидата с.-х. наук / М. И. Горкун – Киев, 1969. – 29 с.
4. Дубовик, Д. В. Тяжелые металлы в склоновом агроландшафте / Д. В. Дубовик,Е. В. Дубовик // Курск: ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ, 2016. - 170 с.
5. Качинский, Н. А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения / Н. А. Качинский. – М.: Изд-во академии наук СССР, 1958. – 192 с.
6. Нерпин, С. В. Физика почв / С. В. Нерпин, А. Ф. Чудновский. – М.: Наука, 1967. – 584 с.
7. Медведев, И.Ф. Эколого-мелиоративные особенности развития почвенной системы в зоне влияния лесных полос / И.Ф. Медведев, Д.А. Анисимов, А.А.Бочков // Вестник СГАУ им. Н.И. Вавилова – Саратов.- 2013 г.- №11 - С.3-9.
8. Медведев, И.Ф. Влияние почвенно-агрохимических показателей на формирование корневой системы яровой мягкой пшеницы (Triticum aestivum L.) в различных погодных условиях на чернозёмах южных / И.Ф. Медведев, С.С. Деревягин, Д.И. Губарев, А.С. Бузуева, К.А. Азаров // Проблемы агрохимии и экологии. 2014. № 3. С. 8-13.
9. Elouear Z., Bouhamed F., Boujelben N., Bouzid J. Application of sheep manure and potassium fertilizer to contaminated soil and its effect on zinc, cadmium and lead accumulation by alfalfa plants // Sustainable Environment Research, 2016, Vol. 26, Issue 3, p. 131–135.
10. Miller R.W., Al-Khazraji M.L., D.T. Gardiner Alfalfa growth and absorption of cadmium and zinc from soils amended with sewage sludge Agriculture // Ecosystems & Environment, 1995, Vol. 53, Issue 2, p. 179-184.

УДК 633.16

БЕССМЕННОЕ ВОЗДЕЛЫВАНИЕ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В ЦЧЗ

Г.М. Дериглазова
ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск
g_deriglazova@mail.ru

В статье проанализировано 5 летнее исследование по изучению бессменного возделывания ярового ячменя в условиях Центрального Черноземья. Показана зависимость урожайности и показателей качества культуры от погодных условий, способа обработки почвы и внесения удобрений при данном способе выращивания культуры.

Анализ научной литературы указывает на большое влияние состава культур в севообороте в формировании продуктивности севооборотов и значительное варьирование урожайности ярового ячменя в зависимости от условий роста и развития растений в конкретном севообороте (И.В. Дудкин, Т.А. Дудкина, 2013; О.А. Митрохина, 2016). В рекомендациях по возделыванию ярового ячменя указывается о недопустимости возделывания культуры в бессменных посевах. Мы еще раз решили в этом убедиться.

Исследования в бессменных посевах по оценке влияния различных способов обработки почвы (вспашка и безотвальная обработка почвы) и внесения минеральных удобрений ($N_0P_0K_0$и $N_{60}P_{60}K_{60}$) на урожайность ярового ячменя проводились в ОППХ ВНИИЗ и ЗПЭ (Курская область, Медвенский район) на водораздельном участке.

Урожайность культуры, в наших исследованиях, при возделывании по вспашке варьировала от 8,0 до 22,4 ц/га, а при безотвальной обработке почвы от 5,5 до 39,2 ц/га в зависимости от года исследования. В среднем за 5 лет по вспашке она составляла 18,8- 19,2 ц/га, а при безотвальной обработке почвы 16,1 -19,7 ц/га в зависимости от использования удобрений (Г.М. Дериглазова, 2013)

При применении минеральных удобрений урожайность культуры достоверно возрастала практически всегда. Вне зависимости от способа основной обработки почвы урожайность увеличивалась на 0,6-6,8 ц/га.

В среднем за 5 лет по вспашке действие удобрений сглаживалось из-за того, что в два года из 5 наблюдалась полеглость посевов. При безотвальной обработке почвы в среднем за 5 лет действие удобрений было более эффективным и достоверным. В данных вариантах при применении удобрений урожайность возрастала на 3,6 ц/га или на 22,4 %.

Изменение способа основной обработки почвы при бессменном посеве культуры повлияло в меньшей степени, чем внесение минеральных удобрений. В зависимости от погодных условий года преимущество было то за вспашкой, то за безотвальной обработкой.

Урожайность при бессменном возделывании ячменя в большой степени (на 90 %) зависела от погодных условий года возделывания культуры. Это подтверждается полученным линейным уравнением.

$$У = 30,87-1,22x, R^2=74,$$

где у – урожайность ярового ячменя, ц/га; х – год наблюдения.

Доля влияния удобрений в варьирование урожайности ячменя при бессменном его посеве оказалась всего 4 %, а обработки почвы только 1 %.

Показатели качества зерна ячменя при таком посеве в зависимости от внесения удобрений и способа обработки почвы значительно не изменялись (табл.).

Натура зерна ячменя во всех вариантах относится к низконатуральному. Данное зерно по этому показателю нельзя использовать ни на пивоварение, ни на крупяные цели. Остальные показатели так же были очень низкими. Хотя и содержание белка в зерне во всех данных вариантах опыта было менее 12 %, но низконатуральность зерна не позволяла использовать его на крупяные цели, а недостаточная крупность (не менее 60 % для второго класса) и энергия прорастания (не менее 90 %) запрещали его использовать для пивоваренных целей.

Таблица - Показатели качества ярового ячменя при бессменном возделывании в зависимости от способа обработки почвы и удобрений (среднее за 5 лет.)

Способ основной обработки почвы	Дозы удобрений	Показатели качества					Назначение
		натура, г/л	масса 1000 зерен, г	крупность, %	энергия прорастания, %	белок, %	
Вспашка	0	526	37,3	57	84	11,1	фуражное
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	528	37,6	59	79	10,7	фуражное
Плоскорезная	0	531	38,5	55	81	10,1	фуражное
	$N_{60}P_{60}K_{60}$	532	37,7	55	81	10,1	фуражное
$НСР_{05}$		3	0,8	3	2	0,5	-

Таким образом, зерно при бессменном возделывании ярового ячменя может быть использовано только как фуражное (Г.М. Дериглазова, А.Я. Айдиев, 2013). Поэтому в выборе предшественника под яровой ячмень, при составлении плана севооборота, необходимо учитывать направление хозяйства и его технические и материальные возможности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дериглазова Г.М. Научное обоснование возделывания ярового ячменя различного назначения на склонах Центрального Черноземья // автореф. дис. док. с.-х. наук/ Орел, 2013. - 42 с.
2. Дериглазова Г.М. Особенности возделывания ярового ячменя на склоновых землях Центрального Черноземья /Г.М. Дериглазова, А.Я. Айдиев/ монография - Курск: ГНУ Курский НИИАПП, 2013. - 233 с.
3. Дудкин И.В., Дудкина Т.А. Влияние севооборотов на засоренность посевов // Земледелие.-2013.-№8.-С.40-42
4. Митрохина О.А. Влияние применения некорневой подкормки комплексными микроудобрениями Акварин-5 на урожайность и качество зерна ячменя в условиях Центрального Черноземья / 11 международная научно-практическая конференция «Аграрная наука сельскому хозяйству» Барнаул. РИО Алтайского ГАУ, 2016 книга 2С.184-185.

УДК 633.16

ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ЗЕРНОВОГО ХОЗЯЙСТВА В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Г.М. Дериглазова, Н.Н. Боева
ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск
ФГБНУ «Курский НИИ агропромышленного производства», Черёмушки
g_deriglazova@mail.ru

В статье проанализированы статистические данные с 1991 по 2015 гг. по количеству земель, используемых землепользователями занимающимися сельскохозяйственным производством в Курской области, посевные площади сельхоз культур, урожайность зерновых и зернобобовых культур и данные с 1913 по 2015 гг. по валовому сбору зерна в Курской области

Во всех развитых странах ведущей отраслью в производстве сельхозпродукции является зерновое хозяйство. Недаром официально в международную практику был введен термин «продовольственная безопасность страны». Продовольственная безопасность на мировом и государственном уровне обеспечивается за счет потенциала производства основных видов продовольствия, прежде всего зерна. При этом необходима способность государства за счет собственного производства обеспечить все население страны основными видами продуктов питания, максимально ограничив независимость государства от внешних источников продовольствия. В настоящее время в России производство сельхозпродукции не может обеспечить потребности населения страны даже на уровне прожиточного минимума. По зерну он удовлетворяется на 80 % (Г.М. Дериглазова, 2010)

Зерно в Российской Федерации является экспортируемым товаром, а продукты его переработки - основным продуктом питания для 85 % россиян. Несмотря на то, что производится экспорт зерна, наша страна не перестает производить его закупки у других стран.

Для удовлетворения потребностей населения Российской Федерации в хлебе и хлебопродуктах необходимо производить зерна в объеме 25 млн. т, в том числе на семенные цели 14 - 15 млн. т. На нужды животноводства в настоящее время расходуется 27 млн. т. зерна, в том числе пшеницы 11 150 тыс. т (40 %), ячменя 5 575 тыс. т (20 %), ржи и тритикале 5 575 тыс. т (20 %), кукурузы 1 394 тыс. т (5 %), овса 1 394 тыс. т (5%), зернобобовых 1 394 тыс. т (5 %), и прочих 1 394 тыс. т (5 %) (Г.М. Дериглазова, 2011, 2013).

По расчетам Международного института продовольственной политики, рост производства сельхозпродукции на 1% обеспечивает рост всей экономики на 2,3 - 2,5 %.

Только 14 субъектов Российской Федерации обеспечивают себя зерном полностью. Это способствует большому потоку межрегиональных перевозок зерна и зернопродуктов, что в свою очередь приводит к ухудшению качества зерна, распространению возбудителей болезней и вредителей.

Основными проблемами производства зерна в России и в других странах производящих зерно, выступают: потери от агроклиматических чрезвычайных ситуаций – 62,4 % всех потерь, в том числе озимые – 30 % и яровые – 32,2 %; потери от поражения посевов и поражения хранящегося зерна вредителями и болезнями составляют более 30 % всех потерь (Л.Н. Караулова, 2016)

Ученые сделали вывод, что наименьшая посевная площадь зерновых и зернобобовых культур в Российской Федерации должна составлять не менее 60 млн. га. Такие площади посева позволят при сформировавшемся уровне обеспеченности материально-техническими средствами и средствами интенсификации гарантировать производство зерна около 70 млн. т, при этом урожайность должна составлять в среднем 18-19 ц/га.

Центрально-черноземный регион и Курская область в частности – это мощный индустриально – аграрный комплекс народного хозяйства с высокоразвитым сельским хозяйством и промышленностью. В Курской области в результате сложившегося разделения труда хорошо сформировано агропромышленное производство. Основой всего продовольственного комплекса и наиболее крупной отраслью сельского хозяйства является зерновое хозяйство. От производства зерна и развития данной сферы в существенной степени зависит жизненный уровень населения, обеспеченность его продуктами питания и социально-экономическое положение области.

Для анализа динамики возделывания зерновых культур в Курской области мы использовали данные представленные в статистических сборниках «Сельское хозяйство Курской области» выпущенных в 1991, 1996, 2001, 2006, 2007, 2008, 2009, 2015 годах.

Таблица 1. Земли, используемые землепользователями занимающимися сельскохозяйственным производством в Курской области, тыс га

Года	Общая земельная площадь	Все сельскохозяйственные угодья	Пашня
1991	2673,8	2183,4	1961,0
1995	2675,3	2001,3	1955,8
1998	2579,0	1974,9	1922,7
2002	2573,7	2390,4	1911,6
2005	2555,8	2376,0	1896,8
2010	2556,0	2383,5	1905,0
2015	2559,3	2388,7	1912,5

Анализируя статистические данные по площади, занимаемой сельхозугодиями и сравнивая их с общей земельной площадью земель, используемых землепользователями занимающимися сельскохозяйственным производством в Курской области видно, что площадь сельхозугодий от общей земельной площади составляет в 1991 году 81,6%. В 1995 году этот показатель снижается до 74,8%. В дальнейшем наблюдается процентное увеличение сельхозугодий во все года и к 2015 году он достиг 93,3%.

Рассматривая количество пашни по сравнению с общей земельной площадью земель, используемых землепользователями занимающимися сельскохозяйственным производством в Курской области можно отметить, что процент пашни в исследуемый период увеличился на 1,4% и в 2015 году составил 74,7% по сравнению с 73,3в 1991 году.

Процентное соотношение пашни к всем сельхозугодиям варьировало в зависимости от года то вверх, то вниз и составило от 79,8% до 97,7 % Наивысшее значение наблюдалось в 1995 году.

Посевные площади зерновых культур составляли более половины от всей посевной площади во все исследуемые года (табл. 2).

Динамику валового сбора зерна в Курской области можно проследить с 1913 года (рис. 1). Более чем за 100 летнюю историю, только в годы Великой Отечественной войны валовой сбор зерна упал до 380,1 тыс. т по сравнению с 1 141,0 тыс. т в 1913 году, то есть уменьшился на 67 %. Следующий спад произошел в 1953 году (636,9 тыс. т). Валовый сбор зерна в этот год уменьшился на 44 % по сравнению с 1913 годом (Г.М. Дериглазова, 2011, 2013).

Таблица 2 Посевные площади сельхоз культур в Курской области

Года	Вся посевная площадь	Зерновые культуры	% посева зерновых культур
1991	1833,2	979,5	53,4
1995	1639,1	931,7	56,8
1998	1453,5	869,4	59,8
2002	1340,2	843,7	62,9
2005	1222,5	795,5	65,1
2010	1355,3	894,9	57,4
2014	1558,2	980,9	62,9
2015	1619,3	1062,9	65,6

В дальнейшем валовый сбор зерна в Курской области постепенно увеличивался. Пики данного показателя были зафиксированы с 1968 по 1978 года, когда валовое производство зерна достигло более 2 млн. т, доходя до 2 776,5 тыс. т, такой же пик был и с 1985 по 1992 года.

В период перехода к рыночной экономике, сопровождающийся кризисными явлениями, на производство зерна повлиял ряд неблагоприятных условий. Ухудшилось финансовое состояние производителей зерна, произошло существенное сокращение внесения удобрений, значительное уменьшение применение ядохимикатов, гербицидов, ухудшение состояния семеноводства, нарушение сроков работ и др. Возникли трудности с реализацией зерна. Это привело к сокращению посевных площадей зерновых культур, и валовый сбор зерна соответственно снизился.

В кризисный период (1993-2000 гг.) из-за резкого сокращения поголовья скота произошли существенные изменения в структуре использования зерна, наметилось острое сокращение потребления фуражного зерна.

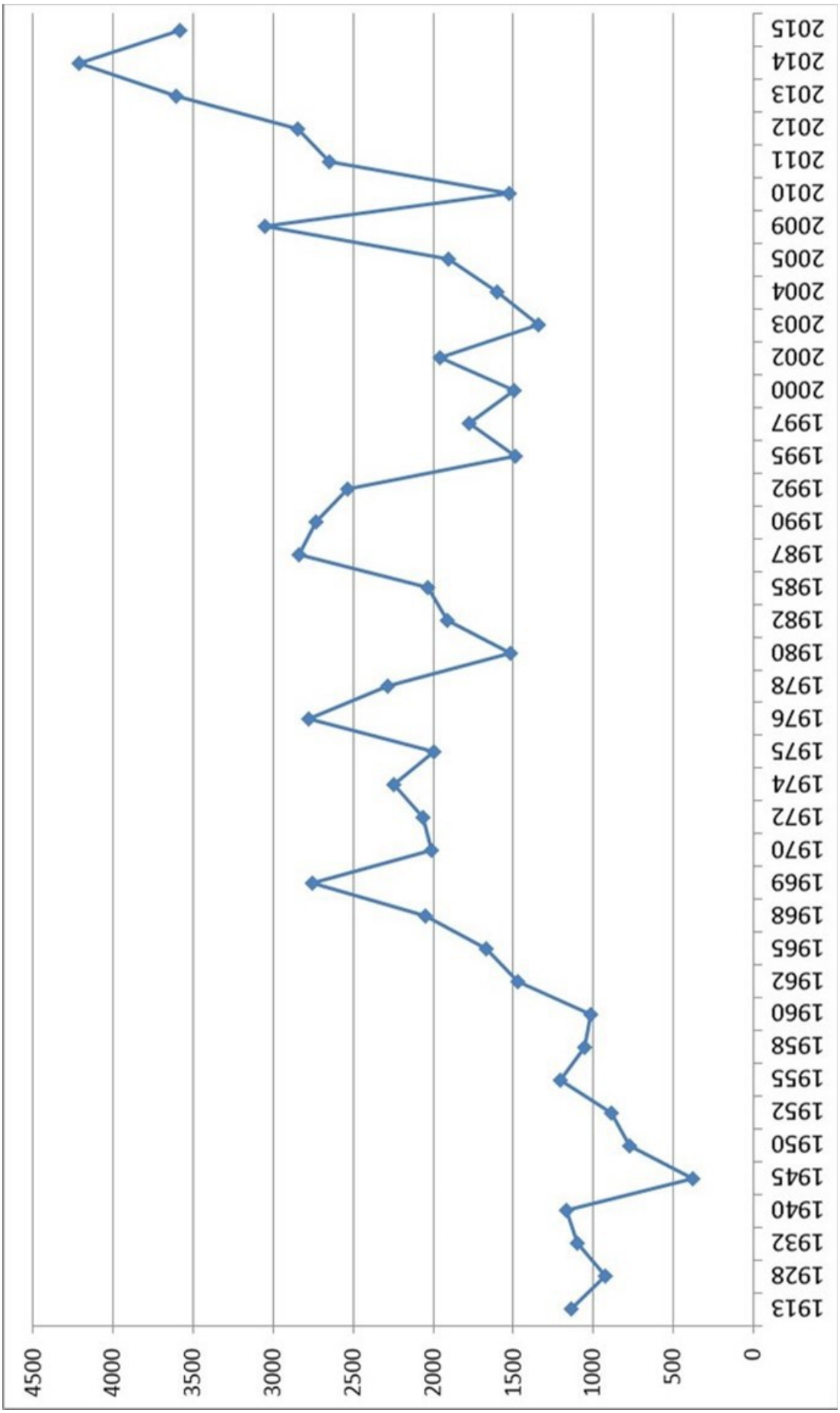


Рисунок 1 - Валовый сбор зерна в Курской области, тыс. т

С 2001 года началось постепенное восстановление зерновой отрасти в области. За счет распахивания и ввода в оборот ранее не использованных земель (около 600 тыс. га) увеличились посевные площади, что позволило расширить состав возделываемых зерновых культур. Так, в 2009 году в Курской области удалось получить основной прирост зерна за счет повышения урожайности до 33-35 ц/га (рис. 2), что на 13-15 ц/га выше, чем в 2001 году, когда она достигала только 20 ц/га. В результате этого, были получены не только высокие показатели по валовому сбору зерна (3 миллиона 400 тысяч тонн), но и значительно улучшилось качество выращиваемого урожая. Около 70 % полученного урожая соответствовало продовольственным кондициям, тогда как в прошлые годы этот показатель не превышал 30 % (Г.М. Дериглазова, 2013).

В 2010 году валовый сбор зерна в Курской области упал вдвое по сравнению с предыдущим годом и составил всего 1 миллион 500 тысяч тонн зерна. Это произошло из-за сокращения посевных площадей зерновых и некоторым снижением урожайности (с 35 до 30 ц/га). Эти два фактора и явились причиной такого резкого спада валового сбора зерна. В последующие годы валовый сбор снова начал расти и достиг своего пика в 2014 году и составил 4 миллиона 214 тонн зерна. Это рекорд для Курской области. Причиной этому явилась рекордная урожайность для зерновых - 43,3 ц/га (рис.2)

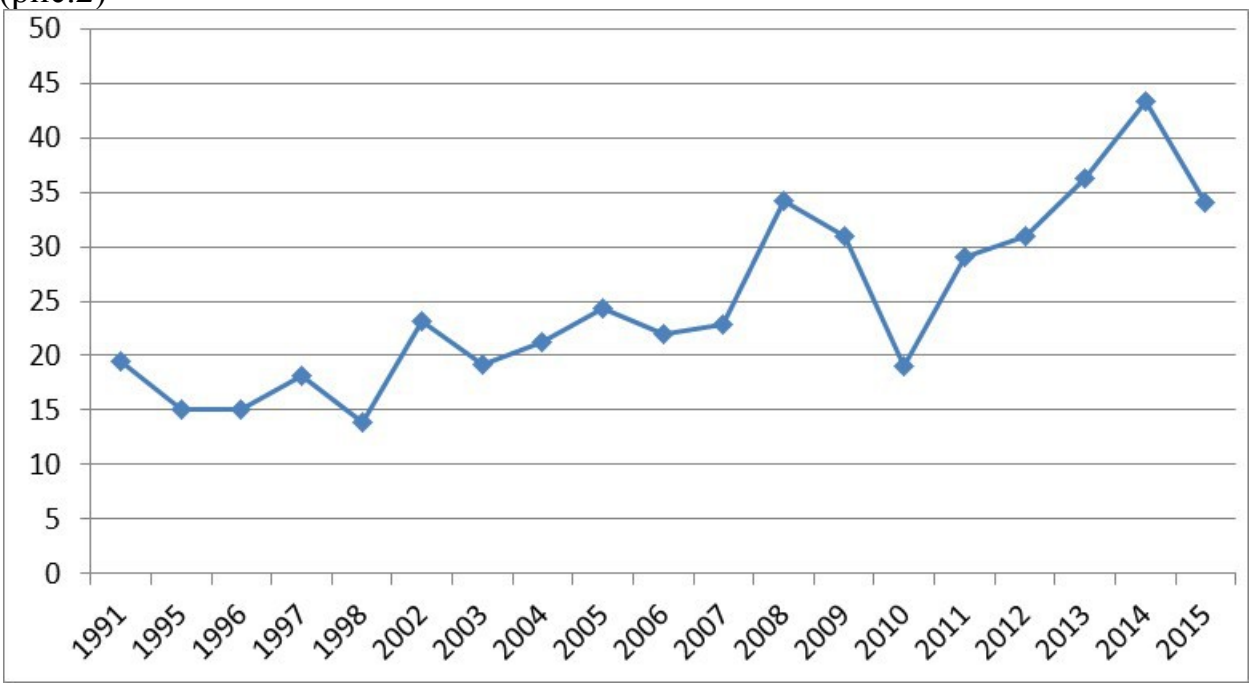


Рисунок 2 -Урожайность зерновых культур в Курской области

Представленный график валового сбора зерна позволил наглядно проследить не только его динамику в Курской области (за известный период валовой сбор зерна увеличился почти в 4 раза), но и общее положение в стране, так как они напрямую зависят друг от друга. При стабильной

экономике валовый сбор зерна увеличивался, а при потрясениях и изменении политического режима его уровень заметно снижался (Г.М. Дериглазова, 2011).

Из обобщения статистических данных, можно сделать вывод о том, что производство зерна в Курской области является основной задачей сельского хозяйства. Это должно решаться главным образом за счет роста урожайности зерновых культур. Курская область располагает большими резервами для повышения урожайности зерновых культур (Г.М. Дериглазова, 2010; Г.М. Дериглазова, А.Я. Айдиев, 2013).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дериглазова Г.М. Опыт возделывания ярового ячменя в Курской области //Земледелие, №6 – Москва, 2010- С.6-9.
2. Дериглазова Г.М. Возделывание зерновых культур в Курской области / Г.М. Дериглазова // Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия (Материалы научно-практической конференции Курского отделения межрегиональной общественной организации «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева», г. Курск, декабрь 2011 г.). – С. 27-31.
3. Дериглазова Г.М. Научное обоснование возделывания ярового ячменя различного назначения на склонах Центрального Черноземья // автореф. дис. док. с.-х. наук/ Орел, 2013. - 42 с.
4. Дериглазова Г.М. Особенности возделывания ярового ячменя на склоновых землях Центрального Черноземья /Г.М. Дериглазова, А.Я. Айдиев/ монография - Курск: ГНУ Курский НИИАПП, 2013. - 233 с.
5. Караулова Л.Н. Агроландшафты Курской области иих влияние на урожайность зерновых культур// сб. Агротехнологические процессы в рамках импортозамещения// мат. Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения Ю.Г.Скрипникова, 2016,- С.48-51.

УДК 631.5:632.954

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВАРИАНТЫ БОРЬБЫ С СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ

Н.В. Долгополова

ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск

dolgopolova.nataya2017@yandex.ru

Обзорная статья посвящена борьбе с сорной растительностью. Сельскохозяйственной науке и практике известно много разных способов борьбы с сорными растениями. Применяются они с учетом степени засоренности посевов, биологических особенностей сорняков, почвенно-климатических условий и требований возделываемых культур к факторам роста и развития.

Многолетний опыт борьбы с сорной растительностью на посевах сельскохозяйственных культур показал необходимость постоянного совершенствования средств и методов борьбы с ними.

В 2015 г. защитные мероприятия в России проводились на площади 81,8 млн. га (в 2014 г. – 79,5 млн. га). Фитосанитарный мониторинг вредителей и болезней растений в Российской Федерации составлял 208,8 млн. га (в 2014 г. – 171,9 млн. га), сорняков – 52,3 млн. га (в 2014 г. – 47,5 млн. га).

Учитывая фитосанитарное состояние сельскохозяйственных угодий в России с точки зрения распространения сорной растительности, болезней и вредителей, применение средств защиты растений является основным методом борьбы с ними. Для минимизации воздействия пестицидов на окружающую среду необходимо строгое соблюдение регламентов применения препаратов и учет фитосанитарного состояния агроценозов.Как уже было сказано выше, для эффективной борьбы с сорной растительностью и предотвращения появления у них резистентности следует чередовать препараты с различным механизмом действия и действующими веществами разных классов.

В настоящее время в «Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов», разрешенных к применению на территории Российской Федерации представлено большое количество гербицидов против однолетних и многолетних злаковых и однолетних двудольных сорных растений и т.д.По характеру действия на растения они делятся на гербициды сплошного действия, убивающие все виды растений, и гербициды избирательного (селективного) действия, поражающие одни виды растений и не повреждающие другие. Первые применяют для уничтожения растительности вокруг промышленных объектов, на лесных вырубках, аэродромах, железных и шоссейных дорогах, под линиями высоковольтных электропередач, в дренажных каналах, прудах и озёрах; вторые – для защиты культурных растений от сорняков (химическая прополка). Такое деление условно, т.к. в большинстве случаев одно и то же вещество в зависимости от концентрации, норм расхода и условий применения может проявлять себя как гербициды сплошного или избирательного действия.

Однако применение гербицидов часто приводит к появлению резистентности (устойчивости), для преодоления которой чередуют препараты с различным механизмом действия либо используют смеси препаратов. Так, представлено несколько злостных сорных растений, борьба с которымиведетсявсеми доступными методами.

Пырей ползучий (Elytrigiarepens (L.) Nevski) – корневищныймноголетник, относитсяксемействуМятликовые (Злаки) *Poaceae Barnhart (Gramineae)*, род Пырей *Elytrigia Desv*.

На одном метре корневища 200-250 почек, из которых может развиться самостоятельное растение. Цветет в июне-августе, плодоносит в июле-сентябре. Засоряет все культуры. Способствует размножению таких вредителей, как проволочники, майский жук, гессенская муха, распространению грибковых заболеваний, разных видов ржавчины, споровых. Основой борьбы с пыреем ползучим является истощение, удушение и высушивание корневищ. Подавляется озимыми культурами, вико-овсяной смесью, гречихой и другими культурами сплошного сева.

Щетинник зеленый, мышей зеленый (Setaria viridis (L.) Beauv.) – поздний яровой однолетник. Семейство Мятликовые (Злаки) *Poaceae Barnhart (Graminea Juss.)*, род Щетинник *Setaria Beauv.* Всходы появляются в

апреле-мае. Семена прорастают с глубины до 10 см. Цветет и плодоносит с июля. Размножается семенами. На одном растении образует до 10-12 тысяч семян. Семена распространяются водой, с навозом, экскрементами птиц, в меньшей степени ветром. Семена сохраняют всхожесть 3-4 года, прорастают при температуре 15-20°С. Обычный вид (сорный и рудеральный) распространен на всей территории России (кроме арктических районов). Засухоустойчив. На богатых почвах – обильно.Сильно иссушает почву.

Щирица жминдовидная – поздний яровой однолетник. Семейство Амарантовые *Amaranthaceae Juss.*, род Щирица *Amaranthus L.*Максимальная плодовитость одного растения до 700 тыс. семян. Семена всходят с глубины не более 8 см, сохраняют всхожесть в почве до 40 лет. Всходы появляются при минимальной температуре 7-8°С, оптимальной 30-36°С.

Щирица запрокинутая – поздний яровой однолетник. Семейство Амарантовые *Amaranthaceae Juss*., род Щирица *Amaranthus L.*Сорное в посевах пропашных (обильно), зерновых (реже), однолетних кормовых, в садах, виноградниках, огородах и как рудеральный сорняк по окраинам полей, оросителям, сорным местам. Одно растение дает до 5000 семян. Период биологического покоя 9 месяцев. Семена сохраняют всхожесть в почве до 40 лет.Произрастает преимущественно на гумусных, водопроницаемых, богатых питательными веществами, прежде всего азотом, почвах.

Горчица полевая – яровой однолетник. Семейство *Brassicaceae Burnett (Cruciferae Juss.)*, род Горчица *Sinapis L.*Семена сохраняют всхожесть после прохождения через пищеварительный тракт животных.

Злостный сегетальный сорняк яровых посевов (особенно зерновых) Черноземной полосы степной и лесостепной зон, иногда встречается на огородах, молодых залежах и парах, по дорогам, пустырям. Извлекает из почвы большое количество питательных веществ и влаги, в 2 раза больше, чем овес и в 6 раз больше, чем ячмень. Является важнейшим альтернативным растением-хозяином возбудителя килы крестоцветных – *Plasmodiophora brassica*, а также резерватором многих вредителей культурных крестоцветных растений (тли, капустная муха).

Редька дикая, полевая – яровой однолетник. Семейство Капустные *Brassicaceae Burnett(Cruciferae Juss.)*, род Капуста *Raphanus L.* Семена, заключенные в оболочки, сохраняют всхожесть до 18% при прохождении члеников через пищеварительный тракт животных. Цветет в мае-сентябре, плодоносит в июле-октябре. Максимальная плодовитость до 2500 семян. Распространен по всей европейской части России. Плоды созревают до уборки ранних зерновых культур, большая часть их осыпается и засоряет почву, часть попадает в зерно при уборке урожая. Распространяется главным образом с семенами злаков.

Росичка кроваво-красная – однолетник. Семейство Мятликовые (Злаки) *Poaceae Barnhart. (Graminea)*, род Росичка *Digitaria Hall.* Сегетально-рудеральный сорняк, засоряющий в основном пропашные культуры

(хлопчатник, кукурузу, подсолнечник), сады, огороды, чайные плантации. Цветет в июле-августе, плодоносит в августе-сентябре. В одном соцветии насчитывается 200-600 колосков. Может образовать до 5000 семян.

Сельскохозяйственной науке и практике известно много разных способов борьбы с сорными растениями. Применяются они с учетом степени засоренности посевов, биологических особенностей сорняков, почвенно-климатических условий и требований возделываемых культур к факторам роста и развития.

По уничтожаемым сорным растениям, предотвращению источников и путей их распространения выделяют предупредительные, истребительные и специальные мероприятия как типы борьбы с сорняками. Предупредительные мероприятия направлены на предотвращение дальнейшего засорения почвы семенами и органами вегетативного размножения сорняков.

Истребительные мероприятия способствуют очищению почвы от семян сорняков и органов их вегетативного размножения, а также уничтожению растущих сорных растений.

Специальные мероприятия проводятся для локализации, уменьшения вредности и уничтожения наиболее злостных потенциально опасных сорных растений.

По средству уничтожения и подавления сорняков, ликвидации источников и предотвращения путей их распространения выделяют физические, механические, химические, биологические, фитоценотические, экологические, организационные и комплексные меры, как виды борьбы с сорными растениями.

Физические меры направлены на уничтожение сорных растений путем изменения физического состояния среды их произрастания. Например, осушение почвы, ее стерилизация, затопление водой, мульчирование торфом, опилками, черной полиэтиленовой пленкой и др.

Механические меры заключаются в использовании приемов обработки почвы для провокации на рост семян и органов вегетативного размножения сорняков с последующим их уничтожением, для механического воздействия на гибель сорных растений (подрезание, вычесывание, запашку и др.), а также ручной прополки, скашивания, срезания и др.

Химические меры основаны на использовании химических препаратов (гербицидов), повреждающих сорняки и не приносящих вреда культурным растениям.

Биологические меры предусматривают использование для борьбы с сорняками живых организмов (насекомых, грибов, клещей, бактерий, птиц, рыб и др.) или продуктов биосинтеза микроорганизмов.

Фитоценотические меры основаны на использовании в подавлении роста и развития сорняков более высокой конкурентной способности возделываемых культур по сравнению с сорными растениями. Экологические меры заключаются в создании более благоприятных почвенных условий для возделываемых культур и отрицательном их влиянии на сорняки.

Организационные меры включают реализацию таких способов, приемов или видов работ, которые повышают общее состояние земель. Они включают картирование сорняков по угодьям, уничтожение их у опор линий электропередач, газопроводов, в населенных пунктах, правильное размещение копен соломы на полях, урегулированную пастьбу скота и др.

Комплексные меры представляют совместное, последовательное научно обоснованное применение приемов и способов, взаимно усиливающих друг друга и обеспечивающих наибольшую гибель сорняков.

Только агротехническими приемами в большинстве случаев полностью уничтожить сорняки невозможно, поэтому в хозяйствах применяют химический метод борьбы с сорняками с помощью различных гербицидов. Химическая прополка резко сокращает затраты труда на уход за сельскохозяйственными культурами и является одним из надежных способов борьбы с сорняками. Ее можно провести на больших площадях в очень короткие сроки. Вместе с тем она улучшает рост и развитие культурных растений, облегчает уборку урожая и предотвращает засорение почвы.

Гербициды влияют на сорняки по-разному. Их действие зависит от фазы развития сорного растения, вида препарата, дозы и способов его внесения, температуры, осадков и других условий. Сорняки сильнее поражаются гербицидами в молодом возрасте и при повышенной температуре воздуха.

По химическому составу гербициды разделяют на две группы: неорганические и органические. Подавляющее большинство гербицидов, применяемое в настоящее время, относится к органическим соединениям.

Однако применять химические средства для борьбы с сорняками рекомендуется только при показателях, превышающих пороги вредоносности.

Наличие сорняков в посевах сельскохозяйственных культур еще не свидетельствует о необходимости их немедленного и полного уничтожения. При небольшой засоренности посевов вред от сорняков обычно незначителен и борьба с ними может быть экономически не оправдана. С увеличением засоренности вредоносность сорняков возрастает, что ведет к снижению урожая культур. Вредоносность сорных растений определяется также фазой развития и чувствительностью к ним культурных растений. Отрицательное влияние сорняков на урожай проявляется в разной степени в различные периоды роста и развития возделываемых культур. Выделяют критический период развития культурных растений, в течение которого они наиболее чувствительны к конкуренции сорняков. Этот период определяется видом возделываемой культуры, составом сорняков, экологическими условиями их выращивания, в первую очередь, почвенно-климатическими, обеспеченностью влагой и другими факторами жизни растений. Знание критических периодов позволяет своевременно проводить мероприятия по борьбе с сорняками или повышать конкурентоспособность возделываемых культур путем изменения условий их выращивания, меняя сроки сева или

посадки культур, регулируя нормы высева семян, дозы и сроки внесения удобрений, улучшая экологические условия роста и развития растений, например, проводя известкование кислых почв, осушая или орошая поля.

В зависимости от количества сорняков в посевах и реакции на них возделываемых культур в целях определения экономической целесообразности проведения мероприятий по борьбе с сорными растениями различают следующие уровни засоренности или пороги вредоносности сорняков: фитоценотический, критический и экономический.

Фитоценотический порог вредоносности (ФПВ) — количество сорняков в посевах, при котором они практически не влияют на рост и развитие культурных растений и не снижают их урожай. Произрастание сорняков в посевах обусловливается наличием факторов жизни, которые не используются полностью возделываемой культурой. Например, после наступления фазы молочной спелости у зерновых ввиду естественного осветления и меньшего потребления влаги улучшаются условия произрастания сорняков в их посевах, но отрицательного влияния на урожай они не оказывают.

Критический (статистический) порог вредоносности (КПВ) — количество сорняков, при котором статистически достоверно снижается урожай сельскохозяйственных культур. Потери его обычно не превышают 3-6 % фактического урожая, хотя и могут ощущаться хозяйством. Однако мероприятия по борьбе с сорняками оказываются нецелесообразными, поскольку затраты на борьбу с ними не компенсируются дополнительным урожаем культур, т. е. не дают экономического эффекта.

Экономический порог вредоносности (ЭПВ) — количество сорняков, при котором затраты по их уничтожению полностью окупаются дополнительной прибавкой урожая, и мероприятия, проводимые по борьбе с ними, являются рентабельными. Прибавка урожая при этом обычно превышает 5-7% фактического урожая. При низкой урожайности или стоимости основной продукции возделываемых культур ЭПВ сорняков определяется прибавкой урожая в 8-12%.

Отказ от применения химических средств защиты растений при превышении порога вредоносности – «нулевой вариант», может привести к полному уничтожению агроценоза, к чрезмерному распространению вредителей, ухудшению фитосанитарной обстановки в районах возделывания культуры, что является недопустимым. В современных условиях ведения сельского хозяйства отказ от применения подобных препаратов невозможен. При соблюдении всех регламентов применения препарата его воздействие на компоненты окружающей среды будет минимальным.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Долгополова Н.В. Основные элементы в севообороте и оптимальные технологии при выращивании яровых зерновых в агроландшафте ЦЧЗ: [Текст] // Н.В.Долгополова, А.С. Акименко //Курск. – Вестник Курской ГСХА, 2017 г. № 1.– С.11 – 15.

2. Пигорев И.Я. Роль естественных и антропогенных факторов на содержание чернозёма выщелоченного в адаптивно-ландшафтном земледелии ЦЧЗ [Текст] // И.Я. Пигорев, Н.В.Долгополова, Е.А. Батраченко, Е.В. Широких // Курск. – Вестник Курской ГСХА, 2017 г. № 1.– С.–2–4.
3. Долгополова Н.В. Засоренность яровой твердой пшеницы в зависимости от предшественников и фонов удобрения [Текст] // Н.В. Долгополова, Н.Н. Железняков // Вестник Курской ГСХА, 2012 г., № 6.С.41-42.

УДК 631.445.25

ВАЛОВОЙ И МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ НА СКЛОНАХ

Дубовик Е.В., Дубовик Д.В.
ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск
vniizem@mail.ru

Исследовано изменение валового состава серой лесной почвы в зависимости от местоположения в рельефе. Установлено, что в верхнем горизонте Апах на склоне северной экспозиции количество SiO_2 ниже, чем на склоне южной экспозиции и водораздельном плато, а содержание Al_2O_3 и Fe_2O_3 соответственно выше. По соотношению SiO_2: R_2O_3 в верхнем горизонте, на всех элементах рельефа, почвы относятся к сиаллитным. Изучен минералогический состав серой лесной почвы. Выявлено, что более 90% минералов представлено кварцем. Установлено, что местоположение в рельефе практически не влияет на минералогический состав серой лесной почвы.

Ключевые слова. *Валовой состав, минералогический состав, экспозиция склона.*

The alteration of total composition of grey forest soil depending on the location in the relief is studied. It is established that in the upper horizon A_{arable} on the slope of northern exposure the amount of SiO_2 is lower than that on the slope of southern exposure and on the watershed plateau and the content of Al_2O_3 and Fe_2O_3 is respectively higher. By the ratio SiO_2:R_2O_3 in the upper horizon on all the elements of the relief the soils are classified as siallite soils. Mineralogical composition of grey forest soil is studied. It is found out that more than 90 % of minerals are presented by quartz. It is established that location in the relief practically does not influence mineralogical composition of grey forest soil.

Key words: *total composition, mineralogical composition, slope exposure, grey forest soil*.

Введение

Как известно, почвы наследуют геохимические особенности почвообразующих пород [1.-С.140]. Порода в процессе почвообразования подвергается изменению. В зависимости от типа почвообразования происходит изменение и перераспределение по профилю почв различных химических элементов. Заметную роль в перераспределении масс-потоков химических элементов играет рельеф [2.-С.9]. Рельеф местности определяет степень и интенсивность такого фактора, как водная эрозия, которая влияет на изменение элементного состава почвы [3.-С.55].

В связи с этим целью работы было изучение влияния местоположения в рельефе (экспозиции склона и его крутизны) на валовой и минералогический состав серой лесной почвы по морфологическим профилям.

Объекты и методика исследований

Исследования проведены на территории хозяйства СПК «Рассвет» (Курская область, Глушковский район) на склонах полярных экспозиций – северной и южной, а также на водораздельном плато в одном геоморфологическом профиле. Образцы почвы отбирались из генетических горизонтов почвенного профиля. Разрезы заложены на склонах при уклоне 1^o, 3^o, 5^o и в центральной части водораздельного плато. Почва - серая лесная малогумусная легко- и среднесуглинистая на лессовидном суглинке (Greyic Phaeozems Albic (PHab) [4.-С.103].

Определение валового состава почв выполнено методом рентгеновской спектроскопи с помощью энергодисперсионного рентгенофлуоресцентного спектрометра EDX-720P/800P Shimadzu (Япония). Минералогический состав почв определялся на рентгеновском дифрактометре MiniFlexII фирмы «Rigaku» (Япония).

Результаты исследований

На серых лесных почвах в верхнем горизонте Апах на склоне северной экспозиции количество SiO_2 было ниже, чем на склоне южной экспозиции на 1,52%, и на 1,91%, чем на водораздельном плато. В тоже время содержание Al_2O_3 и Fe_2O_3 на северном склоне было выше, чем на южном склоне на 0,75% и 0,36%, водоразделе на 0,85% и 0,50%, соответственно (табл. 1).

Содержание SiO_2 в верхнем пахотном горизонте на северном склоне имело тенденцию к увеличению сверху вниз по склону на 1,34-2,36%. На южном склоне различия были незначительными (0,72%). Также на северном склоне отмечается тенденция к снижению вниз по склону количества полуторных окислов Al_2O_3 и Fe_2O_3.

Молярное соотношение SiO_2:R_2O_3 на склоне северной экспозиции сверху вниз по склону возрастало с 9,67 до 11,72. На водоразделе оно составляло 11,72. На склоне южной экспозиции отношение SiO_2:R_2O_3 имело тенденцию к снижению вниз по склону с 11,80 до 11,14. В среднем соотношение SiO_2:R_2O_3 на склоне южной экспозиции было на 1,02 больше, чем на северной. Соотношение SiO_2: R_2O_3 на всех элементах рельефа в верхнем горизонте А пах >4, что позволяет отнести почвы к сиаллитным.

Вниз по почвенному профилю на склоне северной экспозиции отмечается равномерное небольшое снижение SiO_2 с минимумом в горизонте С. На южном склоне также наблюдается снижение SiO_2 по профилю почвы, но более резкое, чем на северном склоне.

Содержание CaO в профиле на всех элементах рельефа равномерное с резким увеличением в горизонте С. Также в профиле серой лесной почвы отмечается присутствие V_2O_5 главным образом в горизонте А2В.

Минералогический состав серой лесной почвы в основном представлен силикатами. Более 90% составляет кварц. В верхних горизонтах Апах и А1А2 имеются алюмосиликаты. В горизонте АВ помимо кварца, составляющего 97%, содержатся железосиликаты, представленные пироксенами. В горизонте В более 6% составляют хрупкие слюды, а также встречаются пироксены. В горизонте С содержание кварца снижается и имеется значительная доля

карбонатов, а также алюмосиликатов. По элементам рельефа минералогический состав изменяется незначительно.

Таблица 1. Валовой химический состав серой лесной почвы (% от абсолютно сухой навески, основные элементы)

Склон	Уклон, °	Горизонт	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	K_2O	SO_3	CaO	TiO_2	$SiO_2:R_2O_3$
Северный склон	1	А пах	77,05	11,15	3,76	3,83	1,15	1,27	1,12	9,67
		А2В	76,54	11,33	4,18	3,74	1,78	1,23	0,96	9,30
		В	76,30	11,77	4,20	4,02	1,33	1,18	0,98	8,98
		С	68,55	10,46	4,43	3,65	1,50	10,18	1,04	8,77
	3	А пах	78,39	11,03	3,61	3,41	1,32	0,97	1,00	10,00
		А1А2	76,91	11,24	3,99	3,79	1,47	1,25	1,04	9,49
		А2В	74,76	13,47	4,91	3,68	0,95	0,95	1,03	7,66
		В	76,27	12,09	4,42	3,79	0,97	1,19	1,05	8,70
		С	75,13	11,49	4,03	3,63	1,71	2,78	0,98	9,08
	5	А пах	79,41	9,59	3,03	3,86	1,49	1,30	1,02	11,72
		А1А2	79,39	9,93	3,10	3,85	1,23	1,23	0,98	11,34
		А2В	79,38	10,26	3,17	3,85	0,98	1,16	0,95	10,99
		В	76,51	11,80	4,16	3,82	1,22	1,21	1,04	9,00
Водораздельное плато	0	А пах	80,19	9,74	2,97	3,53	1,37	0,94	0,97	11,72
		А2В	76,66	11,81	4,38	3,68	1,38	0,89	0,99	8,92
		В	75,16	12,69	4,63	3,95	1,14	1,20	0,99	8,17
		С	70,15	10,55	4,80	3,56	1,15	8,38	1,10	8,76
Южн	1	А пах	80,0	9,57	3,08	3,74	1,12	1,25	0,95	11

			4							,80
		A1A2	78,46	10,64	3,73	3,72	1,12	1,09	1,00	10,25
		A2B	76,89	11,72	4,39	3,70	1,11	0,93	1,04	9,00
		B	75,80	12,06	4,67	3,65	1,52	0,99	1,07	8,57
		C	68,67	10,10	4,34	3,43	1,26	10,85	1,05	9,07
	3	A пах	80,03	9,74	3,30	3,51	1,18	0,96	0,98	11,49
ый склон		A1A2	78,41	10,89	3,74	3,53	1,26	0,93	0,97	10,04
		A2B	76,79	12,04	4,18	3,55	1,34	0,91	0,96	8,88
		B	76,12	11,73	4,42	3,92	1,25	1,34	1,01	8,90
		C	71,65	10,93	4,20	3,42	1,43	7,15	0,99	8,95
	5	A пах	79,32	10,22	2,96	3,67	1,40	1,18	0,98	11,14
		A1A2	77,62	10,90	3,68	3,83	1,49	1,24	0,97	9,96
		A2B	75,92	11,58	4,40	3,98	1,58	1,31	0,97	8,97
		B	75,46	12,23	4,46	3,89	1,43	1,33	0,96	8,51

Таким образом, можно отметить, что местоположение в рельефе влияет на изменение валового состава серой лесной почвы и не влияет на ее минералогический состав.

Таблица 2. Средний минералогический состав серой лесной почвы

Почвенный горизонт	Минерал	Формула	Содержание %
А пах	Кварц Анортит	SiO_2 $Ca[Al_2Si_2O_8]$	93,0 7,0
А1А2	Кварц Силлиманит	SiO_2 $(Al_2O_3)(SiO_2)$	96,0 4,0
АВ	Кварц Геденбергит Энстатит	SiO_2 $CaFeSi_2O_6$ $(Mg, Fe)_2Si_2O_6$	97,0 1,7 1,6
В	Кварц Клинтонит Энстатит	SiO_2 $Ca(Mg, Al)_{3-2}[(OH)_2Al_2Si_2O_{10}]$ $(Mg, Fe)_2Si_2O_6$	91,0 6,3 2,7
С	Кварц Кальцит Альбит Анортит	SiO_2 $CaCO_3$ $Na[AlSi_3O_8]$ $Ca[Al_2Si_2O_8]$	84,0 6,8 4,9 4,3

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кауричев И.С., Панов Н.П., Розов Н.Н. Почвоведение. - 4-е изд. испр. и доп.– М.: Агропромиздат, 1989. – 719 с.
2. Касимов Н.С., Перельман А.И. О геохимии почв // Почвоведение. 1992. № 2. С. 9-26.
3. Дубовик Д.В., Дубовик Е.В. Тяжелые металлы в почвенном профиле серой лесной почвы на склоновых землях // Агрохимия. 2016. №5. С. 55-64.
4. World reference base for soil resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. – World Soil Resources Reports №106. FAO. Rome. 2015. 192 p.

УДК 631.58: 632.51

ЗАЩИТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ОТ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМАХ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

И.В. Дудкин[1], Т.А. Дудкина[2]

[1]ФГБНУ «Курский НИИ агропромышленного производства», Черёмушки

[2]ФГБНУ«Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии»,г.Курск

dudkini1@mail.ru

Рассмотрены вопросы защиты растений от сорняков как части адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Названы принципы построения систем регулирования засорённости посевов. Показано влияние на сорную флору элементов агроландшафта и основных противосорняковых мероприятий. Обращено внимание на актуальные проблемы земледелия и защиты растений, требующие решения в ближайший период.

Проблема борьбы с сорными растениями - одна из важнейших в современном земледелии. Вред, причиняемый сорняками, многообразен. На засорённых полях снижается урожай возделываемых культур и качество продукции. Сорные растения затрудняют проведение механизированных

работ. Сорняки, произрастающие в большом количестве, снижают плодородие почвы.

Следует отметить, что в течение больших промежутков времени происходят значительные изменения в сорных сегетальных сообществах. Нами по литературным источникам и основываясь на собственных исследованиях, была прослежена антропогенная эволюция сорных растений в XX веке [1]. Установлено, что за этот период увеличили своё присутствие в посевах многолетние корнеотпрысковые(бодяк полевой, осот полевой, вьюнок полевой, молокан татарский) и корневищные сорняки (пырей ползучий, хвощ полевой), однолетние злаковые сорняки (ежовник обыкновенный, виды щетинников, овсюг) и малолетние двудольные, устойчивые к гербицидам 2,4-Д и 2М-4Х (ромашка непахучая, виды пикульников, виды горцев, виды фиалки, подмаренник цепкий, звездчатка средняя).

Изменения, происходящие в видовом составе сорняков, и изменения численности сорных растений в посевах связаны с агротехникой возделывания культур, уровнем культуры земледелия, объёмами и ассортиментом применяемых гербицидов.

В настоящее время в России, в том числе в Центральном Черноземье, получили распространение адаптивно-ландшафтные системы земледелия, которые пришли на смену зональным системам [2]. Основными принципами формирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия являются: 1) адаптация земледелия к условиям ландшафта; 2) соответствие агроэкологической оценки земель требованиям сельскохозяйственных культур; 3) адаптация системы земледелия к социально-экономическим условиям хозяйства; 4) учёт особенностей организации, специализации и экономики хозяйства; 5) сочетание экономической эффективности и экологической безопасности разрабатываемых систем земледелия.

Адаптивно-ландшафтные системы земледелия – это, несомненно, шаг вперёд в отношении экологизации земледелия. Освоение таких систем показало их устойчивость и экологическую надёжность [3, 4]. Необходимость оценки всех факторов в земледелии и растениеводстве не только с экономических, но и с экологических позиций и высказывается и другими исследователями [5, 6, 7].

Блок защиты растений – один из самых проблемных в адаптивно-ландшафтных системах земледелия. В настоящее время борьба с сорняками стала приоритетной в области защиты растений, так как без её успешного решения бессмысленно проводить все другие мероприятия, направленные на улучшение плодородия почвы, защиту растений от различного типа фитопатогенов и т.д., приводящие к повышениюпродуктивности растениеводства [8].

На современном этапе развития научного земледелия парадигма борьбы с сорняками сменяется парадигмой управления сорным компонентом агрофитоценоза. Культурный компонент должен быть сформирован и

развиваться таким образом, чтобы быть способным сдерживать распространение сорной флоры и чтобы вредоносность сорного компонента не превысила допустимого уровня.

В основе разработки систем управления засорённостью посевов сельскохозяйственных культур находятся следующие принципы: системность, целостность, принцип регулирования численности сорных растений, нормативность, дифференцированный подход, многовариантность и альтернативность, своевременность и динамичность, ориентация на наиболее распространённые и вредоносные виды, комплексность, экологичность, ресурсосбережение, адаптивность, систематичность, периодическая смена систем борьбы с сорняками [9].

Для построения системы борьбы с сорняками необходимо, прежде всего, знать фактическую и потенциальную засорённость обследуемого объекта (участка, поля, севооборота).

В хозяйствах рекомендуется делать два обследования: основное (сплошное) и оперативное. Основное обследование проводят на всех полях по каждой культуре в сроки массового появления сорняков, оперативное – на полях, где планируются работы по борьбе с сорняками (перед их началом). Опыт показывает, что, как правило, мероприятия по борьбе с сорняками выгодны при уровне засорённости, когда потери урожая от сорняков превышают 5 % [10].

В современном земледелии основными антропогенными воздействиями, регулирующими уровень и качественные характеристики засорённости посевов, являются: севооборот, обработка почвы и применение гербицидов.

Введение и освоение научно обоснованных севооборотов, адаптированных к почвенно-климатическим условиям каждого хозяйства и отвечающих их специализации, является важной задачей совершенствования систем земледелия. В результате многолетних исследований Курского НИИ АПП было установлено, что урожайность сельскохозяйственных культур при систематическом возделывании их в севооборотах по хорошим предшественникам имеет тенденцию к росту [11].

Правильно построенный севооборот способен значительно улучшать гербологическую ситуацию в посевах. В наших опытах [12], из всех изучавшихся культур, влияние севооборота на сорный компонент ячменного агрофитоценоза проявилось наиболее заметно. При выращивании этой культуры в плодосменном севообороте, где предшественником был горох, по сравнению с зернопаропропашным и зернопаропропашным сидеральным севооборотами, где ячмень следовал за кукурузой на силос, количество сорняков в среднем за годы исследований было меньше в предуборочный период соответственно в 2,9 и 2,6 раза. Наибольшую массу сорняки накапливали в зернопаропропашном сидеральном севообороте.

Сделать использование пахотных земель более рациональным можно путём введения в севообороты промежуточных посевов. Как показывают проведенные нами исследования [13], промежуточные культуры, наряду с

другими положительными свойствами, являются важным фитосанитарным оздоравливающим фактором.

Обработка почвы – это ключевое звено в системе противосорняковых мероприятий. Исследования во ВНИИЗиЗПЭ показали [14], что в зернопропашном севообороте дифференцированная основная обработка почвы, по сравнению с другими системами основной обработки (отвальная, мелкая безотвальная и поверхностная, нулевая), отличается наибольшей способностью очищения пахотного слоя почвы от семян сорняков.

Установлено, что при дифференцированной основной обработке семена малолетних видов, находящиеся в 0-30 см слое почвы,были менее всхожими, чем при вспашке и мелкой безотвальной обработке почвы. Это даёт основание сделать вывод, что сочетание отвальной и мелкой безотвальной, и поверхностной основной обработки почвы в севообороте является фактором, способствующим снижению жизнеспособности семян сорняков в обрабатываемом слое.

Заслуживает внимание мало используемый в практике сельского хозяйства фитоценотический метод снижения засорённости посевов. Он основан на способности культур подавлять сорняки. Наиболее высокой конкурентной способностью обладают: озимая рожь, озимая пшеница, многолетние травы, гречиха. Конкурентную способность сельскохозяйственных культур можно повысить, увеличив норму высева семян, а, следовательно, и густоту стояния растений культуры, при оптимальных сроках сева, равномерном размещении растений по площади, при создании смешанных и совмещённых посевов, а также посевов смеси сортов [15].

В адаптивно-ландшафтных системах земледелия должны быть предусмотрены наиболее экономичные и экологически обоснованные способы и сроки внесения минеральных удобрений с учётом биологических особенностей сельскохозяйственных культур, требований экологии и адаптивно-ландшафтного земледелия [2]. Применение удобрений, как минеральных, так и органических, оказывает значительное влияние на засорённость посевов. Полевые опыты показали, что применение минеральных удобрений, как правило, увеличивало массу сорняков в агрофитоценозах [16, 17].

Одни исследователи сообщают об увеличении количества сорняков в посевах сельскохозяйственных культур при применении туков [18, 19]. В работах других учёных результаты исследований свидетельствуют о снижении численности сорных растений при внесении удобрений в минеральной форме [20, 21]. Стрижков Н.И. и др. [22] установили, что внесение минеральных удобрений снижает вредоносность сорняков.

Влияние навоза и птичьего помёта на гербологическое состояние посевов в значительной мере зависит от технологии применения, качества органического удобрения, наличия в удобрении жизнеспособных семян

сорных растений. Поэтому сведения о воздействии навоза и птичьего помёта на сорную часть агрофитоценоза разноречивы.

В последние годы возрос интерес к использованию нетоварной части урожая зерновых культур в качестве удобрения. Это связано, с одной стороны, с необходимостью утилизации этого побочного продукта производства зерна, излишки которого, не используемые на кормовые цели, образуются ежегодно в большом количестве. С другой стороны, это связано с требованием воспроизводства плодородия почвы и с нехваткой органических удобрений.

Сидоров М.И. и Зезюков Н.И. [23] отмечают, что использование наряду с навозом других органических удобрений, в частности, соломы, представляет практический интерес в связи с ускоренным падением содержания гумуса в почве и необходимостью решать эту проблему. Наши исследования показали, что применение побочной продукции в качестве удобрения, как в прямом действии, так и последействии не приводило к росту численности сорняков в посевах. Как правило, наблюдалась тенденция её снижения.

Улучшение условий питания повлекло за собой увеличение массы сорняков в посевах сельскохозяйственных культур, возделывавшихся на следующий год и через год после внесения этого вида органических удобрений. Использование побочной продукции в качестве удобрения не приводило красширению видового состава сорных растений [24].

Ещё один вид органического удобрения - сидераты. В наших опытах [25] засорённость посевов озимой пшеницы, хотя и несколько увеличивалась при замене чёрного пара сидеральным, не является существенным препятствием для использования сидеральных паров в Центрально-Черноземном регионе. Существует вероятность увеличения количества и доли в сорно-полевом сообществе многолетних, в частности, корнеотпрысковых сорняков при введении в севооборот сидерального пара. Это следует учитывать при планировании мер борьбы с сорными растениями.

В адаптивно-ландшафтных системах земледелия при регулировании засорённости посевов гербицидам отводится роль «второй линии обороны». Гербициды следует применять только тогда, когда другие возможности снижения до приемлемого уровня засорённости посевов исчерпаны и существует реальная угроза потери урожая. Современные химические средства борьбы с сорняками высокоэффективны. В условиях производства они способны при однократном внесении снижать численность сорных растений на 90 % и более. В то же время отмечается [26], что, несмотря на многолетнее и интенсивное применение гербицидов, засорённость посевов сельскохозяйственных культур продолжает оставаться высокой.

При обработке гербицидами очень важно правильно определить срок их применения. Гербициды листового действия необходимо применять во время активной вегетации сорняков. Так, например, как показали исследования НИИСХ Юго-Востока [27], при химической обработке против пырея

ползучего максимальный эффект достигается при высоте растений не более 15 см, в фазе 3-4 листьев. Если пырей перерос, эффективность послевсходовых препаратов резко снижается.

В адаптивно-ландшафтных системах земледелия, в отличие от систем земледелия старшего поколения, в гораздо большей степени учитываются факторы ландшафта, например, рельеф и полезащитные лесные насаждения.

Влияние местоположения в рельефе на продуктивность культур зернопаропропашного севооборота превышало воздействие удобрений или было сопоставимо с ним в посевах озимой пшеницы и сахарной свёклы. В то же время, в посевах ячменя, урожайность которого в большей мере связана с исходным уровнем плодородия и внесением удобрений, оно не являлось значимым [28, 29].

Проведенные нами учёты сорной флоры показали [30], что засорённость посевов на водораздельном плато была значительно ниже, чем на склонах. Количество и масса сорных растений в среднем по севооборотам и фонам удобренности увеличивались в ряду: водораздельное плато – юго-юго-восточная (ю-ю-в) экспозиция – северо-северо-западная (с-с-з) экспозиция. По сравнению с водораздельным участком численность сорняков на склоне ю-ю-в экспозиции была выше в 1,9, а на с-с-з склоне – в 3,5 раза.

Установлены различия в уровне засорённости посевов и по элементам склона [31]. Исследования проводились нами на склоне северной экспозиции с уклоном $3\text{-}5^0$. В вариантах с мелкой мульчирующей обработкой почвы на глубину 8-10 см дисковыми боронами и культиваторами и без основной обработки почвы сверху вниз по склону засорённость увеличивалась. Это объясняется, главным образом, переносом части семян сорняков с верхней части склона вниз с потоками талой воды в период снеготаяния. В варианте с периодической (один раз за ротацию) вспашкой наибольшее количество сорняков было в середине склона.

Опыты, в которых изучались технологии возделывания ячменя, показали [32, 33], что для получения зерна на пивоваренные цели, его необходимо возделывать на ориентированных на север склонах и водораздельных участках в зернопаропропашных севооборотах. Это в значительной степени обусловлено составом севооборота, в частности, присутствием паровых полей и пропашных культур, которые значительно снижают засорённость посевов. Особенно этот фактор важен при возделывании ячменя без гербицидов. Для получения зерна с высокой питательной ценностью на продовольственные и кормовые цели ячмень более целесообразно выращивать в зернотравяных севооборотах с внесением минеральных удобрений.

В настоящее время правомерно ставить вопрос о создании геоинформационной системы по мониторингу агроландшафтов и формированию государственных информационных ресурсов. Это является важной задачей, которую надо решать, как на уровне государства, так и на уровне региона. Это позволит внедрять методы решения задач с помощью данных дистанционного зондирования, в том числе в области земледелия и

защиты растений, поднимающих сельскохозяйственное производство на качественно новый уровень [34].

Лесные полосы – обязательный элемент современных агроландшафтов Центрального Черноземья, оказывающий влияние, как на культурный, так и на сорный компонент агрофитоценозов.

Выявлено, что депрессионное влияние древесно-кустарниковых насаждений распространяется на все структурные элементы полевого растительного сообщества. От недостатка факторов жизни в зоне поля, непосредственно прилегающей к лесной полосе, страдают как сорные, так и культурные растения. Так, например, с освещённой (южной) стороны в среднем за два года урожайность сельскохозяйственных культур (озимой пшеницы и ячменя) на расстоянии 5 м от лесной полосы была в 2,5 раза ниже, чем на расстоянии 150 м [35].

Депрессия растений в приопушечной зоне лесных полос отмечается и в исследованиях Воронежского ГАУ [36]. Высказывается мнение, что эту зону целесообразно вывести из севооборота под залужение многолетними травами, то есть возникает необходимость в проектировании культурных экотонов. В депрессионной зоне полезащитных лесных насаждений нами зафиксировано снижение показателей засорённости по сравнению с другими вариантами опыта. Наибольшие количество и масса сорных растений в посевах озимой пшеницы были отмечены на расстоянии 20 м от лесной полосы. При удалении от неё засорённость снижалась. В ячменном агрофитоценозе наблюдалась та же закономерность, но максимум засорённости сдвинулся в зону 50-60 м от полезащитных лесных насаждений. Самые низкие количество и масса сорняков в посевах обеих культурбыли отмечены на максимальном расстоянии от лесной полосы.

Следует сказать об особенностях управления сорным компонентом агрофитоценозов в современных условиях. Во-первых, это широкое и не всегда обоснованное распространение так называемой «нулевой» технологии или, как её ещё называют, технологии прямого посева, или No-till. В производстве часто вынуждены переходить на эту технологию из-за экономических проблем, нехватки техники, горючего, людских ресурсов. Связано это также с политикой в современном машиностроении, заинтересованностью в переходе на эту технологию фирм, поставляющих сельскому хозяйству технику и ядохимикаты. Неизбежным следствием внедрения этой технологии является рост засорённости посевов. Решение этой проблемы, как правило, находят в увеличении применения гербицидов, что негативно сказывается на состоянии окружающей среды и здоровье тружеников села. Мы считаем, что должны быть проведены новые, более глубокие и непредвзятые исследования по данному вопросу и именно учёные должны сказать своё решающее слово.

Ещё одна проблема, которой хочется коснуться – это увеличивающееся использование генной инженерии в сельском хозяйстве, в частности, в защите растений. Здесь также просматривается огромная заинтересованность фирм,

прежде всего, иностранных в распространении, в том числе и в России, генно-модифицированных растений. Считаем, что к этому вопросу надо подходить с очень большой осторожностью. Высказываются как положительные, так и отрицательные мнения. Дискуссия продолжается. Учёные не пришли к единому мнению. Многие страны запретили выращивание и применение ГМО-продуктов. Учитывая эти обстоятельства, попытки спешно внедрить растительные продукты генной инженерии в России являются противоречащими интересам населения нашей страны.

Говоря о химическом методе защиты растений, следует отметить проблему качества препаратов. Известно, что в первые годы производства ядохимиката, его имеет право производить только фирма-разработчик. Но в дальнейшем это право приобретают и другие фирмы. Оригинальные препараты, выпускаемые фирмами, где они были созданы и эти же препараты, выпускаемые другими производителями (дженерики) зачастую очень сильно различаются по качеству, наличию в них балластных загрязняющих химических веществ и эффективности действия. Следует так организовать контроль за производством и применением агрохимикатов, чтобы избежать поступления на рынок некачественных продуктов.

Важной и многосторонней проблемой, на наш взгляд, является недостаточное использование в производстве разработок и достижений сельскохозяйственной науки. Это касается и вопросов фитосанитарии, в частности, защиты растений от сорняков. Производители сельскохозяйственной продукции, особенно такие, у которых объёмы производства невелики, например, фермеры, склонны упрощать технологии возделывания культур. Нередки случаи несоблюдения севооборотов, отсутствия контроля распространения вредных организмов. Некоторыми производственниками не выполняются самые простые агрономические правила.

Много лет поднимается вопрос о необходимости организации сельскохозяйственных научно-консультационных служб. Должна быть создана такая система обеспечения научной информацией, чтобы производитель сельскохозяйственнойпродукции мог получить квалифицированную помощь быстро и качественно по любой проблеме и знал, куда и к кому обратиться. Следует сказать, что во многих других странах такие службы давно созданы и успешно работают. Надо использовать их опыт. Если взглянуть на эту проблему ещё шире, то следует вести речь вообще о связи сельскохозяйственной науки с производством. Уверены, что большинство учёных и специалистов согласятся с тем, что она недостаточна. Решение этой проблемы невозможно без заинтересованности и участия в этом государственных органов управления.

В заключение считаем важным отметить, что к решению проблем, в том числе и в фитосанитарии, следует приступать не тогда, когда они уже возникли и требуют немедленного решения, а тогда, когда их возникновение можно предотвратить. В отношении борьбы с сорными растениями это

значит максимально широкое применение предупредительных (профилактических) и организационных мер. Всегда легче предупредить засорение полей, чем бороться с сорняками. К предупредительным мерам относятся: тщательная очистка семенного материала; посев кондиционными семенами (по засорённости и всхожести) районированных сортов; использование зерновых отходов на корм животным только в размолотом или запаренном виде; внесение в почву органических удобрений после их компостирования по технологиям, обеспечивающим потерю всхожести содержащихся в них семян сорняков; уничтожение сорных трав на пустующих землях и на обочинах полей, в населённых пунктах, вдоль линий электропередач; ликвидация залежей путём выращивания на них многолетних трав или возвращения в состав пахотных земель; выявление очагов карантинных сорняков [2].

В связи с этим, построение систем борьбы с сорняками (систем управления сорным компонентов агрофитоценозов) и их реализация должны осуществляться в такой последовательности: предупредительные и организационные меры, севооборот, обработка почвы, другие нехимические меры (фитоценотические меры, промежуточные посевы и др.), гербициды. Всякое движение в обратном направлении неизбежно связано с большими материальными затратами, ухудшением экологической обстановки в агроэкосистемах и, в конечном счёте, входит в противоречие с основными положениями адаптивно-ландшафтного земледелия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дудкин И.В. Эволюция сорного компонента агрофитоценозов Центрально-Черноземной зоны / И.В. Дудкин, З.М. Шмат // Земледелие. – 2006. -№ 4. – С. 34-36.
2. Научно-практические основы адаптивно-ландшафтной системы земледелия Курской области / Г.Н. Черкасов, Д.В. Дубовик, Н.П. Масютенко, И.В. Дудкин и др. – Курск: ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ ФАНО России, 2017. – 188 с.
3. Котлярова О.Г. Разработка и освоение ландшафтных систем земледелия в хозяйствах Белгородской области / О.Г. Котлярова, Е.Г. Котлярова // Достижения науки и техники АПК. – 2008. - № 6. – С. 36-38.
4. Котлярова Е.Г. Агроэкологическое обоснование эффективности ландшафтных систем земледелия в Центральном Черноземье / Е.Г. Котлярова: Автореф. дис. … докт. с.-х. наук / 06.01.01 – общее земледелие. – Курск, 2011. – 42 с.
5. Евглевский А.А. Эффективность экологически безопасных средств и факторов в растениеводстве и животноводстве / А.А. Евглевский // Материалы Международного экологического форума «Современные экологические проблемы провинции» (г. Курск, 4-8 июля 1995 г.). – Курск, 1995. – С. 88-89.
6. Лыков А.М. Введение в биогеоценотическое (адаптивно-биосферное) земледелие // Плодородие. – 2006. - № 1(28). – С. 27-32.
7. Бородкин О.И. Формирование микробного сообщества и фитотоксических свойств чернозёма в специализированном севообороте / О.И. Бородкин, М.А. Сумская, Н.В. Безлер // Сахарная свёкла. – 2010. - № 8. – С. 14-19.
8. Спиридонов Ю.Я. Проблема засорённости посевов и борьбы с ней в условиях современного состояния сельского хозяйства России / Ю.Я. Спиридонов // Агрохимия. – 1996. - № 10. – С. 75-83.

9. Дудкин И.В. Принципы построения систем борьбы с сорными растениями / И.В. Дудкин // Инновационно-технологические основы развития земледелия / Сборник докладов Всероссийской конференции (ВНИИЗиЗПЭ, 19-21 сентября 2006 г.) – Курск, 2006. – С. 123-129.
10. Дудкин И.В. Борьба с сорняками в ландшафтных системах земледелия / И.В. Дудкин // Кормопроизводство. – 1999. - № 3. – С. 17-19.
11. Айдиев А.Ю. Роль севооборота в повышении продуктивности сельскохозяйственных культур и устойчивости функционирования агроэкосистем в многолетней динамике / А.Ю. Айдиев // Сохранение и воспроизводство плодородия почв в адаптивно-ландшафтном земледелии (к 70-летию со дня рождения академика А.П. Щербакова) / Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции (13-15 сентября 2011 г., г. Курск). – Курск: ГНУ ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 2011. – С. 59-62.
12. Дудкин И.В. Засорённость посевов ячменя в различных севооборотах / И.В. Дудкин, Т.А. Дудкина // Земледелие. – 2010. - № 6. – С. 31-33.
13. Дудкин И.В. Фитосанитарное действие промежуточных посевов / И.В. Дудкин, Т.А. Дудкина // Фитосанитарная безопасность агроэкосистем / Материалы Международной научной конференции (7-9 июля 2010 г., г. Новосибирск). – Новосибирск, 2010. – С. 79-81.
14. Дудкин И.В. Системы обработки почвы и сорняки / И.В. Дудкин, З.М. Шмат // Защита и карантин растений. – 2010. - № 8. – С. 28-30.
15. Дудкин И.В. Использование биологических ресурсов для оптимизации фитосанитарного состояния посевов / И.В. Дудкин // Почвозащитное земледелие в России / Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 45-летию ВНИИЗиЗПЭ (Курск, 15-17 сентября 2015 г.). – Курск: ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ, 2015. – С. 102-109.
16. Конова А.М. Комплексное применение минеральных удобрений и пестицидов при возделывании ячменя на дерново-подзолистой почве / А.М. Конова // Плодородие. – 2010. - №2. – С.13-14.
17. Эффективность использования пашни в зависимости от сочетания удобрений в севооборотах / А.С. Акименко, И.В. Дудкин, Ю.Б. Логачёв, Т.А. Дудкина // Земледелие. – 2013. - №2. – С.10-12.
18. Манько Ю.П. Научные основы и приёмы снижения потенциальной засорённости пашни в интенсивном земледелии Лесостепи Украины / Ю.П. Манько: Автореф. дис. … докт. с.-х. наук / 06.01.01 – общее земледелие. – М., 1991. – 47 с.
19. Сержетдинов И.В. Засорѐнность посевов озимой тритикале при внесении расчѐтных доз минеральных удобрений и применении средств защиты растений / И.В. Сержетдинов, А.В. Горбунов // Нижегородский аграрный вестник. – Февраль 2012. – Н. Новгород. – С.86-89.
20. Гармашов В.М. Засорѐнность посевов при различных способах обработки почвы в зернопропашном севообороте / В.М. Гармашов, А.Ф. Витер // Земледелие. – 2008. - №5. – С.37-38.
21. Мельникова О.В. Вынос элементов питания сорными растениями / О.В. Мельникова // Земледелие. – 2008. - №2. – С.14.
22. Влияние различных факторов на формирование видового состава сорняков и уровень засорѐнности культур в севооборотах Поволжья / Н.И. Стрижков, В.Б. Лебедев, С.Е. Каменченко и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2010. - №5. – С.15-17.
23. Сидоров М.И. Использование соломы на удобрение / М.И. Сидоров, Н.И. Зезюков // Земледелие. – 1988. - № 11. – С. 48-50.
24. Дудкин И.В. Засорённость посевов сельскохозяйственных культур при использовании соломы на удобрение / И.В. Дудкин, Т.А. Дудкина // Агроэкологические проблемы

почвоведения и земледелия / Сборник докладов Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева». – Курск: ГНУ ВНИИЗиЗПЭ, 2011. – С. 31-32.
25. Дудкин И.В. Засорённость сельскохозяйственных культур в звене севооборота с сидеральным паром / И.В. Дудкин, Т.А. Дудкина // Защита и карантин растений. – 2016. - №11. С.19-21.
26. 26. Туликов А.М. Вредоносность сорных растений в посевах полевых культур / А.М. Туликов // Известия ТСХА. – 2002. – Вып. 1. – С. 92-107.
27. Лебедев В.Б. Основные направления борьбы с пыреем ползучим / В.Б. Лебедев, Н.И. Стрижков // Достижения науки и техники АПК. – 2007. - № 8. – С. 30-31.
28. Проценко Е.П. Нитратонакопление и продуктивность севооборотов на склонах ЦЧЗ / Е.П. Проценко, Л.Н. Караулова // Достижения науки и техники АПК. – 2005. - №1. – С. 23-24.
29. Проценко Е.П. Влияние экологических факторов на особенности поступления азота в растения и их биологическую продуктивность / Е.П. Проценко, Л.Н. Караулова, А.А. Проценко // Учёные записки. Электронный научный журнал Курского гос. ун-та. – 2009. - № 2. – С. 160-172.
30. Дудкин И.В. Влияние экспозиции склона на сорный компонент агрофитоценоза / И.В. Дудкин // Бюллетень научных работ. Специальный выпуск к международной научно-практической конференции “Четверть века на страже плодородия” (30 мая - 2 июня 2006 г.). - Белгород, 2006. - С.86-87.
31. Дудкин И.В. Засоренность посевов сельскохозяйственных культур по элементам склона в связи с обработкой почвы / И.В. Дудкин // Тезисы докладов научно-практической конференции, посвященной 25-летию Всероссийского НИИ земледелия и защиты почв от эрозии (22-23 марта 1995 г.) - Курск, 1995. - С.23.
32. Дериглазова Г.М. Повышение урожайности и качества ячменя на склонах / Г.М. Дериглазова, Н.Н. Боева // Земледелие. – 2006. - № 3. – С. 32-33.
33. Дериглазова Г.М. Традиции и инновации производства зерна ячменя в Курской области / Г.М. Дериглазова // Материалы научно-практической конференции «Проблемы и пути реализации потенциала производства зерна в Центральном Черноземье» и заседания территориального координационного совета «Проблемы земледелия ЦЧЗ» (Каменная Степь, 31 мая – 1 июня 2007 г.). – Каменная Степь – Санкт-Петербург, 2007. – С. 27-28.
34. Брескина Г.М. Применение геоинформационных технологий для изучения почв / Г.М. Брескина // Актуальные вопросы инновационного развития агропромышленного комплекса (Материалы Международной научно-практической конференции, 28-29 января 2016 г., г. Курск, ч.2). – Курск: Изд-во Курской гос. с.-х. академии, 2016. – С. 268-271.
35. Недикова Е.В. Важный элемент экологической стабилизации агроландшафтов / Е.В. Недикова // Земледелие. – 2005. - № 4. – С. 6.
36. Дудкин И.В. Влияние защитных лесных насаждений на засорённость и урожайность сельскохозяйственных культур / И.В. Дудкин // Вестник РАСХН. - 2008. - №3. - С.14-16.

УДК 631.582: 632.51

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕЛЁНОГО УДОБРЕНИЯ – ОДИН ИЗ ПУТЕЙ БИОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

И.В. Дудкин[1], Т.А. Дудкина[2]

[1] ФГБНУ «Курский НИИ агропромышленного производства», Черёмушки

[2] ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии»,г.Курск

dudkini1@mail.ru

Установлено, что засорённость посевов не является препятствием для широкого применения сидеральных паров в Центрально-Черноземной зоне. Обращается лишь внимание на возможное увеличение численности в посевах многолетних корнеотпрысковых сорняков при применении зелёного удобрения.

В последние годы в среде специалистов сельского хозяйства всё больше возрастает понимание необходимости интенсификации использования биологических факторов при выращивании продукции растениеводства. Макаров И.П. [1] указывает, что принцип биологизации землепользования предполагает более широкое использование биологических методов защиты растений, органических удобрений, в том числе сидератов, а также использование биологического потенциала сортов и гибридов сельскохозяйственных культур.

Чтобы повысить производительную способность почв, потенциальное и эффективное плодородие, требуются меры по их улучшению. В числе этих мер находится и сидерация [2-8].

Сидерация, или использование зелёной массы возделываемых культур в качестве органического удобрения, один из наиболее эффективных приёмов биологизации. Запашка растительной массы сидеральных культур способствует увеличению органического вещества и элементов питания в почве, повышению её биологической активности, увеличению продуктивности севооборота в целом [9, 10].

Важные данные получены в опытах Воронежского ГАУ [11]. В этих опытах применение зелёного удобрения позволило наряду со значительнымувеличением поступления органического вещества в почву, уменьшить потери гумусав севообороте на 50-70 % по сравнению с контролем. При этом озимая пшеница по сидеральному пару лучше перезимовывала и меньше полегала. Использование многолетних бобовых трав на сидерат также позволило сократить дозу внесения минерального азота на 60 кг. д.в., не ухудшая условий минерального питания растений. Сидеральные культуры защищали почву от распыления, закрепляли подвижные формы питательных веществ от вымывания, снижали кислотность почвы.

Сидераты – наиболее выгодные органические удобрения с точки зрения экономики. Затраты на их возделывание и применение в 3-4 раза меньше, чем при использовании навоза и компостов [12].

Положительный фитосанитарный эффект сидерации, заключающийся в уменьшении распространения вредителей, болезней и сорняков, отмечают в своих работах О.Г. Котлярова [13], Абашев В.Д., Козлова Л.М. [14]. О том, что применение сидеральных удобрений приводит к подавлению роста и развития сорняков или, как минимум, не приводит к увеличению засорённости посевов, сообщает также ряд исследователей [15-18].

В то же время, в литературе приводятся данные о недостаточном сороочищающем действии сидерального пара [19-21]. Такие противоречивые сведения требуют продолжения изучения данного вопроса.

В Медвенском районе Курской области в опытном хозяйстве ВНИИЗиЗПЭ в 1994 – 2003 гг. нами былипроведены полевые исследования по изучению действия сидерального пара на засорённость посевов следующих за паром культур севооборота - озимой пшеницы и сахарной свёклы. Наряду с сидеральным паром (парозанимающая культура – горох) в опыте изучались чёрный пар и занятый (клевер на 1 укос). Схемой опыта было предусмотрено следующее чередование культур: в зернопаропропашном севообороте - чёрный (или сидеральный) пар – озимая пшеница – сахарная свёкла – кукуруза на силос – ячмень; в плодосменном – клевер на 1 укос – озимая пшеница - сахарная свёкла – горох – ячмень с подсевом клевера. Опыты проводили на четырёх фонах удобрения на 1 га севооборота: 1) 12 т навоза + $N_{36}P_{37}K_{40}$; 2) 12 т навоза; 3) 6 т навоза + $N_{36}P_{37}K_{40}$; 4) 6 т навоза.

Почва опытного участка – чернозём типичный тяжелосуглинистый среднемощный, содержащий гумуса4,8 – 5,0 %. Сидерат (горох) заделывали в почву двукратной обработкой дисковой бороной. Учёты засорённости посевов выполнялись площадочным методом. На каждой делянке выделялось 5 учётных площадок размером 0,25 м^2.

В звене с сидеральным паром количество и сырая масса сорняков в предуборочный период в посевах озимой пшеницы, по сравнению со звеном с чёрным паром, возрастали соответственно в 1,2 и 1,3 раза. Ещё выше, чем в двух других звеньях, было количество сорняков в звене с занятым паром.

Масса сорняков в звене с сидеральным паром оказалась в 1,3 раза больше, чем в звене с чёрным паром, и в 1,2 раза, чем в звене с занятым паром.

Влияние вида пара на засорённость посевов сахарной свёклы имело тенденцию к снижению по сравнению с озимой пшеницей. В среднем по фонам удобрений в звене с сидеральным паром к периоду уборки сахарной свёклы количество сорных растений было даже ниже, чем в звене с чёрным паром. Масса сорняков в посевах сахарной свёклы при выращивании и заделке сидератов в паровом полетолько на 31 г/м^2 была больше, чемв севообороте с чёрным паром. Уровень засорённости посевов сахарной свёклы, возделываемой по пшенице, идущей по занятому пару,возрастал, по сравнению с другими изучаемыми звеньями севооборота. Небольшое повышение засорённости при зелёном удобрении было краткосрочным, только в культуре, следующей за паром, а в посевах сахарной свёклы преимущество звена с чёрным паром практически не ощущалось.

Масса сорняков в проведенных исследованиях при повышении уровня удобренности органическими и минеральными удобрениями значительно возрастала, а количество сорняков, как правило,снижалось или оставалось на том же уровне. Причём на более удобренных фонах вид пара оказывал меньшее влияние на гербологическое состояние культур, идущих за паром. Вероятно, это вызвано усилением подавления сорняков культурой на более высоких фонах удобрений.

Возделывание гороха на зелёное удобрение в паровом поле в опыте приводило в посевах озимой пшеницы к некоторому повышению количества и содержания в сорном ценозе многолетних видов, прежде всего корнеотпрысковых, особенно на фонах с небольшим количеством удобрений, по сравнению с чёрным паром. Данные тенденции в основном сохранились и в посевах сахарной свёклы, хотя и были менее выраженными. В озимой пшенице, возделываемой по сидеральному пару, кроме того,отмечена тенденция снижения долевого участия в сорном ценозе яровых ранних сорняков.

Таким образом, в результате исследований установлено некоторое увеличение засорённости посевов озимой пшеницы при её выращивании по сидеральному пару, по сравнению с чёрным паром. В посевах следующей за пшеницей культуры – сахарной свёклы, преимущество чёрного пара перед сидеральным по общей засорённости посевов практически сходило «на нет». Таким образом, засорённость посевов не является препятствием для широкого применения сидеральных паров в Центрально-Чернозёмной зоне. Следует лишь обратить внимание на возможное увеличение численности в посевах многолетних корнеотпрысковых сорняков при применении зелёного удобрения. Это обстоятельство следует учитывать при планировании мер борьбы с сорными растениями в севообороте.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Макаров И.П. Экологические и экономические принципы зональных систем обработки почвы // Плодородие. – 2007. - №3. – С.22-23.
2. Рязанцева Н.В. Агрофизические и экологические аспекты применения почвоулучшателей на чернозёме типичном в условиях лесостепи ЦЧЗ: Диссерт. … канд. с.-х. наук. – Курск, 1998. – 152 с.
3. Свиридов А.К., Турусов В.И. Содержание гумуса в почве различных севооборотов // Земледелие. – 2005. - №6. – С.21.
4. Семыкин В.А., Беседин Н.В. Пути совершенствования элементов биологизации земледелия Центрального Черноземья // Вестник Курской гос. с.-х. акад. – 2009. - №3. – С.54-56.
5. Айдиев А.Ю., Лазарев В.И. Обоснование возможности управления урожайностью, качеством продукции и плодородием почвы // Модели автоматизированного проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия (к 40-летию ВНИИЗиЗПЭ) / Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции (14-16 сентября 2010 г.). – Курск, 2010. – С.35-37.
6. Дедов А.В. Роль многолетних трав в повышении плодородия чернозёмов // Вестник Воронежского гос. агр. ун-та. – 2012. - №1(32). – С.12-15.
7. Дудкин В.М., Дудкин И.В. Интенсификация биологических факторов земледелия // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия / Сборник докладов научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов им. В.В. Докучаева». – Курск, 2014. – С.49-53.
8. Дудкин В.М., Дудкин И.В. Пути усиления роли севооборота как биологического фактора в современных системах земледелия // Почвозащитное земледелие в России // Сб. докл. Всерос. научн.-практ. конф., посв. 45-летию ВНИИЗиЗПЭ (Курск, 15-17 сентября 2015 г.). – Курск, 2015. – С.109-112.

9. Котлярова О.Г., Уваров Г.И., Котлярова Е.Г. Плодородие агроландшафтов Центрально-Черноземной зоны: Монография. – Белгород: Изд-во БелГСХА, 2004. – 277 с.
10. Дудкина Т.А., Дудкин И.В. Роль севооборота и удобрений в формировании биологических свойств почвы // Земледелие. – 2006. - №2. – С.12-13.
11. Дедов А.В. Биологизация земледелия – основа сохранения плодородия черноземов // Земледелие. – 2002. - №2. – С.10.
12. Новиков М.Н., Тужилин В.М., Тысленко А.М. Сидеральные пары в севооборотах Нечерноземной зоны // Севооборот в современном земледелии / Сборник докладов Международной научной конференции. – М.: Изд-во МСХА, 2004. – С.117-126.
13. Котлярова О.Г. Малозатратные технологии в Белгородской области // Земледелие. – 2000. - №5. – С.4-5.
14. Абашев В.Д., Козлова Л.М. Сидераты в адаптивном земледелии // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2005. - №6. – С.1-10.
15. Новиков М.Н., Тужилин В.М. История развития и значение сидератов в земледелии России // Использование органических удобрений и биоресурсов в современном земледелии / Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 20-летию ВНИПТИОУ. – М.: РАСХН – ВНИПТИОУ, 2002. – С.261-267.
16. Горбунова М.С., Зайцев В.М. Влияние разных видов паров на засорённость и урожайность зерновых культур // Сибирский вестник с.-х. науки. – 2008. - №2. – С.16-21.
17. Хузин В.Н., Хабибрахманов Х.Х. Влияние сидерата и соломы на урожайность яровой пшеницы // Агро XXI. – 2008. - №1-3. – С.39-40.
18. Татур И.С., Гуляка М.И. Пожнивные сидераты и солома – резерв органических удобрений под сахарную свёклу // Сахарная свёкла. – 2015. - №5. – С.27-30.
19. Зезюков Н.И. Научные основы воспроизводства плодородия черноземов ЦЧЗ: Автореф. дис. … докт. с.-х. наук. – Воронеж, 1993. – 35 с.
20. Лазарев В.И., Колосов Н.Я. Эффективность чистых и сидеральных паров в Курской области // Земледелие. – 2002. - №2. – С.20-21.
21. Полевщиков С.И. Эффективность севооборотов в борьбе с сорняками и болезнями // Сахарная свёкла. – 2006. - №1. – С.32-34.

УДК.631.31

О КЛИНЕ - ОСНОВЕ ОРУДИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

В.П. Дьяков

ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск

vpd@kursk.ru

Неумеренная механическая обработка является главной причиной противодействия саморегулированию потенциального плодородия почвы. В основу конструкции рабочих органов положен клин. Его геометрические и линейные параметры влияют на сопротивление почвы и ее деградацию. Лучшие показатели работы достигаются при реализации эффекта Баушингера, что имеет место при соответствии параметров клина физико-механическим свойствам почвы и ее физическому состоянию.

Excessive machining is the main reason for resisting self-regulation of potential soil fertility. The wedge is based on the design of the working elements. Its geometric and linear parameters affect the resistance of the soil and its degradation. The best performance is achieved with the implementation of the Bauschinger effect, which occurs when the wedge's parameters match the physico-mechanical properties of the soil and its physical state.

Ключевые слова: *ПОЧВА, КЛИН, ТЯГОВОЕ УСИЛИЕ, ПАРАМЕТРЫ КЛИНА, ЭФФЕКТ БАУШИНГЕРА*

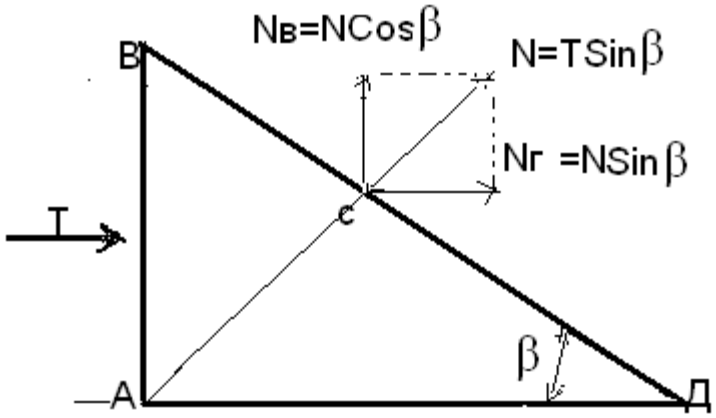
Keywords: *SOIL, WEDGE, STRICT EFFORT, CLEAN PARAMETERS, BAUSHINGER EFFECT*

Введение. В общем случае обработкой почвы достигается создание благоприятных условий для выращивания, произрастания и развития культурных растений, то есть обеспечение соответствующих значений параметров состояния почвы – структуры, степени крошения и укладки почвенных элементов. Достигается эта цель путем изменения физико-механических характеристик и параметров состояния почв. Данным изменениям противодействует обусловленная минералогическим, механическим и химическим составами, так называемая прочность почвы – способность материала противостоять действию механической нагрузки. В итоге механическая обработка проявляет двойственный характер воздействия на почву. С одной стороны, рыхление почвы должно придавать обрабатываемому слою оптимальное крошение и строение для обеспечения благоприятных водного, воздушного, теплового и пищевого режимов произрастания сельскохозяйственных культур. В то же время механическое воздействие приводит к разрушению структуры почвы, к усилению минерализации органических веществ и нарушению водного и воздушного режимов при уплотнении пересушенных или почв с повышенной влажностью. В итоге интенсификация и высокое «насыщение» энергией агротехнических технологий неизбежно приводят к усилению антропогенной нагрузки на пахотный слой и к его водной и ветровой эрозии и деградации почв: неумеренная механическая обработка является главной причиной противодействия саморегулированию потенциального плодородия почвы.

Результаты исследования. Почва, как очень сложный агрегат, служащий объектом изучения для научных дисциплин: почвоведения и агрономии, рассматривающих почву каждой со своих точек зрения, стала объектом изучения механикой почв как материал при работе сельскохозяйственных машин и орудий только с включением в научную деятельность В.П. Горячкина в конце Х1Х века. При этом, наряду с использованием результатов исследования почвы других дисциплин, во главу угла условий взаимодействия орудия с почвой был поставлен вопрос о сопротивлении процесса (актуален и по настоящее время), когда происходит не просто разрушение отдельно обусловленного тела, что имеет место в общей физике, а только части (пласта) какого-то тела, предварительно, непосредственно в едином процессе, отделяемой от целого тела (почвенного массива). Единственно правильный реальный процесс механической обработки почвы, интуитивно обоснованный в далекие времена человечеством и существующий до настоящего времени, В.П. Горячкин охарактеризовал как способ деформации материала «при помощи разрушения частей тела» [1, с.202].

Сущность данного способа обработки почвы весьма проста: необходимо в определенной части поля вырезать на уровне дна борозды ленту (пласт) почвы, отделить ее от массива и, с подъемом ее или без подъема над дном

образующейся при этом борозды, разрыхлить и опустить в борозду или сместить в сторону от борозды. Означенные операции процесса обработки почвы действительно «легко» выполняются человеком вручную обыкновенной лопатой или другим подобным инструментом. Однако время требовало замену ручного труда живым или техническим видом тягового средства. В обоих случаях вставал вопрос о форме орудия, способного в едином процессе выполнить все операции, необходимые для преобразования естественного состояния почвы в требуемое состояние. Из чрезвычайного многообразия разного рода сельскохозяйственного и промышленного назначения орудий, человечество для реализации данного способа механической обработки почвы, по убеждению В.П. Горячкина, выбрало орудие элементарно простой формы – двугранный (плоский) клин (рисунок, вид сбоку).



Силы, действующие на почву со стороны клина

Рабочей поверхностью двугранного плоского (рабочей гранью) клина служит лицевая (фронтальная), или рабочая плоскость ВД. Началом рабочей поверхности плоскости ВД является переднее ребро – лезвие клина Д($Д_1$), обусловливающая ширину рабочей (лицевой) плоскости ВД. Нижняя плоскость АД служит опорой, задняя плоскость АВ – стойкой и не участвует в работе.

Выбор клина в качестве основы почвообрабатывающего орудия был обусловлен, на наш взгляд, наличием к тому времени в практическом использовании наклонной плоскости. Наклонная плоскость представляет собой часть клина - неподвижную лицевую (рабочую) плоскость ВД. Данное стационарное орудие широко использовалось до конца Х1Х и начала ХХ веков в производстве и быту при подъеме на требуемую высоту различных грузов вручную. Оно позволяет при производстве какой-то работы по подъему груза достичь выигрыша в силе за счет проигрыша в расстоянии. Требуемая величина условной силы F находится с весом P условного транспортируемого груза в соотношении:

$$F = P \cdot \mathrm{Sin}\beta, \quad (1)$$

где β – угол между наклонной плоскостью и горизонтом. Зависимость (1) по сути своей отражает принципиальную особенность наклонной плоскости как

простейшей машины (орудия) - уменьшать в Sin β раз силу при подъеме груза вверх на определенную высоту h, но, равным образом, проигрывает в расстоянии перемещения груза. В данных условиях неподвижная наклонная плоскость не перемещает груз, а только способствует его относительному перемещению в сторону подъема. Таким образом, наклонная плоскость ВД, подобно рычагу Архимеда, представляет простейшую машину (орудие), позволяющую меньшей силой уравновесить большую силу.

С течением определенного времени наклонная плоскость конструктивно и технологически трансформировалась в резцы для отрезания и точения металла или других материалов – наклонную плоскость (ВД, рис.) с криволинейной поверхностью со стойкой, установленную под углом к направлению перемещения материала (груза) неподвижно, - токарный резец. Принцип работы токарного резца известен: резец (наклонная плоскость) установлена неподвижно, а обрабатываемое тело надвигается на плоскость. Подсказкой В.П. Горячкину в том, что в основе рабочих органов почвообрабатывающих орудий лежит клин, послужили, очевидно, наблюдения профессора И.А. Тиме (1870 г.) процесса образования металлических стружек резцами, которые впоследствии теоретически были углублены профессором К.А.Зворыкиным и профессором Г.А. Бриксом.

Следует отметить (и это важно!), что при точении металла резец неподвижен, стружка обусловливается перемещением заготовки, тогда как при работе клина почвенная стружка обусловливается непременным перемещением самого клина относительно массива почвы. И тогда, в первом случае, сила F, необходимая для передвижения груза по плоскости ВД, будет действительно определяться из выражения (1) при гладкой поверхности или с учетом трения из выражения (20) [2, с.57]. Однако при работе клина в процессе обработки почвы, где он, имея определенную скорость, выступает в роли активного субъекта, картина поведения пласта совсем иная. В этом случае пласт при контакте с клином до и после его отделения от массива постоянно испытывает со стороны клина силу N – нормальное давление рабочей грани ВД (рис.1). После отделения от массива путем сдвига или отрыва пласт как обособленное тело, опираясь на рабочую грань, в абсолютном движении перемещается в пространстве под некоторым углом к опоре – плоскости АД.

Зависимость тягового усилия T от сопротивления почвы отрыву или сдвигу ее части (пласта) от параметров клина найдем из следующих соображений.

Пусть рабочая грань ВД двугранного плоского клина есть гладкая наклонная плоскость, жестко связанная со стойкой АВ и перемещающаяся совместно с ней под действием горизонтальной силы T (рис.1). В этом случае передняя грань клина ВД проходит почве, отделяет на уровне дна борозды пласт, воздействуя на почву (точку *c*), и перемещает его в направлении нормали N к рабочей грани или под углом 90^0-β к дну борозды.

Под действием наклонной плоскости (рабочей грани клина ВД) пласт (точка *с*) перемещается клином вперед и вверх в направлении нормали N этой грани клина или под углом 90^0-β к дну борозды. Однако реализация данной программы возможна только при наличии дополнительной силы F, удерживающей груз (пласт) от сползания вниз по рабочей грани. В роли дополнительной силой может выступать сила F подпора со стороны недеформируемой почвы или при скорости движения клина свыше 1-1,5 м/сек сила инерции пласта, в каждом случае равная или превышающая по величине силу трения пласта о переднюю грань клина. Таким образом, на перемещаемый груз или пласт почвы в процессе работы клина действуют три силы: нормальная реакция рабочей грани N, горизонтальная сила T и сила инерции F.

Рассматривая силу N (см. рис.), действующую со стороны рабочей грани клина на точку *с* по направлению нормали к ней, как слагающую из переносной силы Nпер = T, действующей в направлении движения клина, и относительной силы Nотн = F, направленной вдоль рабочей грани обратно относительному смещению пласта, построим, аналогично [3, рис. 11], соответствующий параллелограмм. Заменяя в нем силы Nт на силу F и силу Nv силой T, найдем:

$$Nк = T\cdot Sin\beta \text{ и, соответственно, } T= Nк / Sin\ \beta. (2)$$

Зависимости (2) отражают основное свойство клина: насколько бы сила Тд, приложенная к стойке клина, не превышала сопротивление почвы деформации Ni, двугранный плоский клин не разовьет в направлении нормали к рабочей грани усилия больше части ее, определяемой первым уравнением системы (2). Вполне очевидно, излишки силы Ти как части силы Тд, определяемые по выражению

$$Ти = Тд – N /Sin\beta, (3)$$

расходуются на работу лезвия клина и преодоление сил трения, возникающих в процессе деформирования почвы, силы инерции перемещаемого материала и пр. При этом выражение

$$\eta = Sin\beta$$

следует считать коэффициентом трансформации двугранного клина, поскольку выражение (4) отражает его главную конструктивную характеристику.

К сожалению, бытует и широко тиражируется превратное мнение В.П. Горячкина [4, с. 381-382] и его последователей [3,с. 25…26] о том, что при работе клина используется его принципиальная особенность, заключенная в выражении:

$$N = T/Sin\beta. (5)$$

Однако из (5) следует, что при $\beta = 90^{\cdot o}$ данноезаключение лишено физического смысла.

В то же время клин как орудие для реализации «способа разрушения частей тела» действительно обладает определенным эффектом – эффектом Баушингера [5]. Смысл эффекта Баушингера заключается в снижении предела

упругости тела при сжатии, если перед этим предварительно растянуть его за предел упругости. При работе клина эффект Баушингера достигается разнонаправленностью действия рабочей грани клина на почву в процессе сжатия ее перед отделением пласта. Физический смысл эффекта просматривается однозначно при разложении нормального давления N клина на горизонтальную Nг и вертикальную Nв составляющие (рисунок). Из рисунка видно, что вертикальная составляющая давления клина работает на создание растягивающих напряжений, горизонтальная составляющая – напряжений сжатия. Обе составляющие находятся в прямой зависимости от угла клина β, но по величине в противоположном направлении. Следовательно, манипулируя значениями деформирующих напряжений сжатия и растяжения в зависимости от физико-механических свойств и состояния почвы, можно определить оптимальное значение угла β, при котором достигается минимальное значение сопротивления почвы формированию и отделению пласта при деформации сдвигом или отрывом.

В свете изложенной сути эффекта Баушингера заключение Г.Н. Синеокова [2, с .25] о том, что минимальное тяговое сопротивление клина достигается в случае соответствия каждому значению угла трения почвы о металл оптимальному углу β, не может рассматриваться как обоснованное.

Выводы

1 Клин – единственное орудие, применяемое для обработки почвы способом разрушения частей тела.

2 Конструктивной характеристикой двугранного клина является коэффициент трансформации движущего его усилия в нормальное давление рабочей грани на почву: $\eta = \mathrm{Sin}\,\beta$, где β – угол клина.

3 Нормальное давление N рабочей грани клина составляет часть движущей его силы T: $N = T \cdot \mathrm{Sin}\,\beta$.

4 Принципиальной особенностью клина является реализуемый им эффект Баушингера – результат разнонаправленности действия сил на пласт.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горячкин В.П. Собрание сочинений.Т.1 // -М., Колос.- 1968.- 720 с.
2. Синеоков Г.Н. Теория и расчет почвообрабатывающих машин / Г.Н.Синеоков, И.М. Панов. – М.: Машиностроение.-1977. -328 с.
3. Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Н.И. Кленин, В.А. Сакун. - М.: Колос. -1980. -671 с.
4. Горячкин В.П. Собрание сочинений. Т. 2. - М.: Колос. -1968. -455 с.
5. Математические основы теории разрушения /Под редакцией Г. Любовиц.- М.: Мир. -1975.

УДК 633. 32

ВЛИЯНИЕ ПАСТБИЩНЫХ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ НА ПОЧВЕННОЕ ПЛОДОРОДИЕ ОСУШАЕМЫХ ПОЧВ НЕЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ

Иванова Н.Н., Амбросимова Н.Н., Пантелеева Т.Н.

ФГБНУ «Всероссийский НИИ мелиорированных земель», г.Тверь

2016vniimz-noo@list.ru

В статье показаны данные позитивного влияния бобово-злаковых пастбищных агрофитоценозов с участием райграса пастбищного и фестулолиума на изменения плодородия осушаемой дерново-подзолистой. Представлены результаты накопления питательных веществ травостоями различноговидового состава и их влияние на изменения плотности почвы.

Кормовые экосистемы (пастбища, сенокосы, многолетние травы на пашне) занимают значительные площади и играют важнейшую роль не только в кормопроизводстве, но и в рациональном природопользовании. Они являются одним из основных компонентов биосферы, выполняют важнейшие продукционные, средостабилизирующие и природоохранные функции в агроландшафтах, оказывают значительное влияние на экологическое состояние территории страны. Кормовые экосистемы сохраняют и накапливают органическое вещество в биосфере. Кормопроизводство является стабилизирующим фактором, с помощью которого можно оптимизировать нарушенные агроландшафты, восстановить почвенное плодородие [5].

В условиях осушаемых земель гумидной зоны наиболее продуктивными кормовыми культурами являются многолетние травы. Животноводству они дают корма, растениеводству – эффективные севообороты, земледелию – повышение плодородия почвы [4].

Многолетние травы являются единственной группой сельскохозяйственных культур, способствующих сохранению, воспроизводству и накоплению гумуса в почве.

Эффективность биологических источников воспроизводства плодородия почвы связана с их количественными и качественными показателями. Количество поступающего в почву органического вещества определяется рядом факторов: ботаническим составом фитомассы, технологией уборки, свойствами почвы, погодными условиями и т. д. Их качественные параметры определяют скорость разложения и доступность элементов питания, количество поступающих элементов, качество обработки почвы.

Проведенные в различных климатических зонах нашей страны исследования и практика травосеяния показывают, что смешанные посевы многолетних трав обеспечивают более стабильные урожаи, большее продуктивное долголетие, способствует повышению качества корма. В смешанных посевах растения используют больше слоев почвы, благодаря разному строению корневых систем злаковых и бобовых трав. Злаковые имеют множество мелких корней, охватывающих поверхностный слой почвы, а бобовые травы имеют мощный центральный сильноветвящийся корень, проникающий глубоко в почву [2].

Долголетие бобового вида в травосмеси гарантирует злаковым травам потребное количество биологического азота, полную утилизацию накопленного в почве азота, улучшая пищевой режим почвы, позволяя

максимальному проявлению средообразующей функции многолетних трав в пастбищных агрофитоценозах.

Создание долголетних пастбищных бобово-злаковых травостоев с устойчивой погодам использования продуктивностью – одно из важнейших направлений биологизации и ресурсосбережения в кормопроизводстве. Благодаря долголетнему использованию травостоя достигается экономия затрат на обработку почвы, семенной материал, ГСМ и другие материальные средства.

Исследования проводились в полевом опыте, заложенном в 2012году на агроэкологическом стационаре ФГБНУ ВНИИМЗ. Почва опытного участка дерново-подзолистая, легкосуглинистая, осушенная закрытым гончарным дренажем. Глубина залегания дрен 0,8-1,0м, расстояние между дренами 20-22метра. Окультуренность участка средняя. Расположение вариантов поперек расположения дрен, рендомизированное. Размер делянки 172,8м^2. Повторение трёхкратное. Предшественник – деградированные природные многолетние травы.

Представленные в схеме опыта нормы высева семян выбраны с учетом рекомендаций ВНИИ кормов. Использование травостоев осуществлялось по принципу среднего загона (фаза кущения-начала выхода в трубку злаковых трав и ветвления бобовых), за сезонпроводилось 4 цикла имитации стравливания травостоя - метод скашивания.

Изучались двух-, трёх- и четырёхвидовые травосмеси с различными бобовыми и злаковыми травами с учётом их качественной роли в травостое.

Полевойопыт сопровождался всеми необходимыми наблюдениями, учетами и измерениями, которые выполнялись с соблюдением требований методикполевого опыта, принятых в кормопроизводстве [1,3].

Пастбищные травы, образуя травостой, создают особый фитоклимат, а пронизывая корнями почву, участвуют в дерновообразовательном процессе.

Изучаемые виды пастбищных трав, включенные в изучаемые травостои, обладают повышенной побегообразовательной способностью и образуют плотную дернину. Мощность дернины является одной из основных характеристик пастбищного травостоя. Прочность дерна на разрыв характеризуется связностью, которая определяется переплетением корней и корневищ трав. Чем выше связность, тем лучше травостой может противостоять физическим повреждениям. Установлено: изучаемые агрофитоценозы образовали разную по мощности и связности дернину. Более устойчивую к выпасу дернину образовали травостои содержащую в своем составе овсяницу красную – 8,7-9,1см.

Очевидна зависимость мощности дернины от злакового доминанта: средние значения мощности её в райграсовых травостоях 9,52см (9,1-10,2см), и 9,82см (9,4-10,5 см) в фестулолиумовых. На 5-й год жизни изучаемые травосмеси образовали дернину средней мощности, что указывает на дальнейшее развитие в травостоях дернинообразовательного процесса.Долголетние пастбищные агрофитоценозы оказывают

многообразное позитивное влияние на почвенную среду в результате процессов накопления мощной корневой массы и разложения растительных остатков (табл. 1).

Среднее значение соотношения надземной и подземной массы пастбищных травостоев в 2016году – 1:2,5, что обеспечивало достаточный выход зеленой массы, и в то же время корневая система выполняла свои функции при различных погодных условиях. В целом за пастбищный период изучаемые травы в 2016году активно развивали и образовывали корневую систему, которая в 2,0-3,3 раза превышала величину надземной массы.

Таблица 1 – Количество питательных веществ (кг/га), оставляемых перспективными 5-и летними пастбищными травостоями в 20см слое почвы (2016г.)

Вариант опыта	Кол-во растительных остатков, т/га	Содержание питательных веществ в растительных остатках, %			Накопление питательных веществ в растительных остатках, кг/га		
		N	P	K	N	P	K
4.Райграс пастбищный + клевер ползучий	9,1	1,35	0,68	0,58	122,9	61,9	52,8
5. Райграс пастбищный + клевер ползучий +люцерна изменчивая	14,6	1,19	0,73	0,74	173,7	106,6	108,0
7. Райграс пастбищный +клевер ползучий+ тимофеевка луговая + люцерна изменчивая	10,8	1,58	0,94	1,03	170,6	101,5	111,2
8. Райграс пастбищный +клевер ползучий + овсяница красная	10,0	1,26	0,77	0,91	126,0	77,0	77,0
10.Фестулолиум + клевер ползучий	12,5	0,71	0,85	0,87	88,8	106,3	108,8
11.Фестулолиум+ клевер ползучий + люцерна изменчивая	15,0	1,83	0,77	0,99	274,5	115,5	148,5
13.Фестулолиум + клевер ползучий+тимофеевка луговая + люцерна изменчивая	11,8	2,29	0,81	0,87	270,2	95,6	102,6
13.Фестулолиум + клевер ползучий+овсяница красная	8,7	1,11	0,74	0,56	96,6	64,4	48,7

Одной из наиболее важных характеристик почв является ее объемная масса и плотность. Она оказывает непосредственное воздействие на рост и продуктивность пастбищных травостоев, на водный, воздушный и тепловой режимы почвы и на ее биологическую активность (табл. 2).

Определение плотности почвы показало, что уменьшение ее по годам наблюдений в пахотном (0-20см) слое более значительно, чем в подпахотном (20-40см). Причем наиболее действенно оно под травостоями с участием

райграса пастбищного (0,14 г/см^3 в слое 0-20 см). Почва под фестулолиумовыми травостоями в слое 20-40см в сравнении с 1-м годом пользования на 0,12 г/см^3 уплотнилась, и общая порозность уменьшилась на 4,6%.

Лучший водно-воздушный режим под действием 5-ти летнего произрастания пастбищных травостоев складывается под райграсовыми травосмесями: плотность уменьшилась на 0,05-0,14г/м^3 и увеличилась (на 5,0-5,4%) общая порозность почвы.

Таблица 2- Изменение физических свойств почвы под 5-ти летними пастбищными травостоями, 2016г

Место отбора пробы	Слой почвы, см	Плотность почвы, г/м^3			Плотность твердой фазы почвы, г/м^3	Общая порозность, %		
		2013 1г.п	2016 4г.п	+ -		2013 1г.п	2016 4г.п	+ -
Травостои с участием райграса пастбищного ВИК 66	0-10	1,50	1,25	-0,25	2,58	41,9	51,5	9,6
	10-20	1,50	1,48	-0,02	2,58	41,9	42,6	0,7
	0-20	**1,50**	**1,36**	**-0,14**	**2,58**	**41,9**	**47,3**	**5,4**
	20-30	1,55	1,56	+0,01	2,60	40,4	40,0	-0,4
	30-40	1,70	1,58	-0,12	2,60	34,6	39,2	4,6
	20-40	**1,62**	**1,57**	**-0,05**	**2,60**	**34,6**	**39,6**	**5,0**
	0-40	**1,56**	**1,47**	**-0,09**	**2,59**	**39,8**	**43,2**	**3,4**
Травостои с участием фестулолиума ВИК 90	0-10	1,48	1,38	-0,10	2,58	42,6	46,5	3,9
	10-20	1,39	1,39	0,00	2,58	46,1	46,1	0,00
	0-20	**1,44**	**1,39**	**-0,05**	**2,58**	**44,2**	**46,1**	**1,9**
	20-30	1,40	1,56	+0,16	2,60	46,2	40,0	-3,8
	30-40	1,48	1,57	+0,09	2,60	43,1	39,6	-3,5
	20-40	**1,44**	**1,56**	**+0,12**	**2,60**	**44,6**	**40,0**	**-4,6**
	0-40	**1,44**	**1,48**	**+0,04**	**2,59**	**44,4**	**42,8**	**-1,6**

Корневая система пастбищных травостоев действует разрыхляюще на осушаемые почвы в течение всего периода своего развития, т.е. идет разуплотнение не только пахотного слоя, но и более глубоких слоев почвы.

Результаты наших исследований свидетельствуют, что возделывание пастбищных травостоев с участием райграса пастбищного и фестулолиума оказывают позитивное влияние на агрофизические, агрохимические свойства осушаемых почв, сохраняя почвенное плодородие, и позволяет рационально использовать почвенные ресурсы страны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: 5-е изд., доп. и перераб. / Б.А. Доспехов.- М.: Агропромиздат, 1985. – 351с.
2. Дридигер В.К. Специализированные севообороты зеленого конвейера и технологии возделывания кормовых культур: монография / В.К. Дридигер. – Ставрополь: АГРУС, 2010. – 232с.
3. Методика опытов на сенокосах и пастбищах. – М., 1971. – 232с.

4. Многофункциональное кормопроизводство России /В.М. Косолапов, И.А.Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева //Кормопроизводство. – 2011. - №10. – С. 3-5.
5. Шпаков А.С. Средообразующая роль многолетних трав в Нечернозёмной зоне/ А.С. Шпаков // Кормопроизводство. – 2014. - №9.- С.12-17.

УДК 631.417.2:631.445.4:631.5

СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ ЛАБИЛЬНЫХ ГУМУСОВЫХ ВЕЩЕСТВ В ЧЕРНОЗЁМЕ ТИПИЧНОМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА СЕВООБОРОТА, СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫИ ЭКСПОЗИЦИИ СКЛОНА

А.Г. Калужских
ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск
vninp@kursknet.ru

Характер и направленность сезонной изменчивости содержания ЛГВ в почве определялись видом севооборота. В зернотравяном севообороте в большей степени - системой обработки почвы, в зернопаропропашном - экспозицией склона.

Ключевые слова: *лабильные гумусовые вещества, чернозём типичный, негумифицированное органическое вещество, севооборот, экспозиция склона, система обработки почвы.*

Лабильные гумусовые вещества (ЛГВ) входят в состав органического вещества почвы и служат энергетическим материалом для микроорганизмов, «буфером» между живым населением и основной относительно стабильной частью гумуса, резервом для получения азота растениями. Лабильные гумусовые вещества играют важную роль в структурообразовании почвы и регуляции, протекающих в ней биохимических и физико-химических процессов. Подвижные гумусовые вещества являются продуктами трансформации поступающего в почву свежего органического вещества. И чем больше (по массе) будет поступать в почву послеуборочных остатков, тем больше будет образовываться в почве подвижных гумусовых веществ (А.В. Дедов, Н.И. Придворев, Е.В. Морозова, 2001).

Количество негумифицированного органического вещества (НОВ) в пахотных почвах изменялось по годам в зависимости от вида возделываемой культуры. С запасами в почве НОВ тесно связано содержание лабильных гумусовых веществ (коэффициент корреляции 0,83…0,95), что, вероятно, объясняется их образованием в процессе гумификации (Н.П. Масютенко, А.В. Кузнецов, 2011).

В слое почвы 0-20 см содержание лабильных гумусовых веществ в некосимой степи было выше, чем в косимой степи на 13% и на 25% - по сравнению с пашней (Г.П. Глазунов, Г.М. Брескина, 2013).

Под влиянием разной степени антропогенной нагрузки происходят изменения и в составе лабильного гумуса. Так, содержание лабильных гумусовых веществ ($С_{ЛГВ}$) в почве выше на склоне северной экспозиции по сравнению с южным в 1,07 и 1,13 раза для пашни и лесополосы, соответственно, за исключением луга. Наибольшие различия почв изучаемых объектов в зависимости от экспозиции склона отмечены по содержанию лабильных фульвокислот ($С_{ЛФК}$). Их значение выше в почве склонов на северной экспозиции в 1,2 раза (Е.В. Жемерикина, Н.П. Масютенко, 2006).

Изучение сезонных изменений содержания лабильных гумусовых веществ в зависимости от агрогенных факторов является необходимым условием для управления плодородием почвы и повышения продуктивности агроэкосистем, длительное и плодотворное использование которых возможно только при экологически грамотном подходе к регулированию их функций.

Цель наших исследований - изучение особенностей сезонной динамики и варьирования содержания лабильных гумусовых веществ в чернозёме типичном в зависимости от вида севооборота, системы обработки почвы и экспозиции склона.

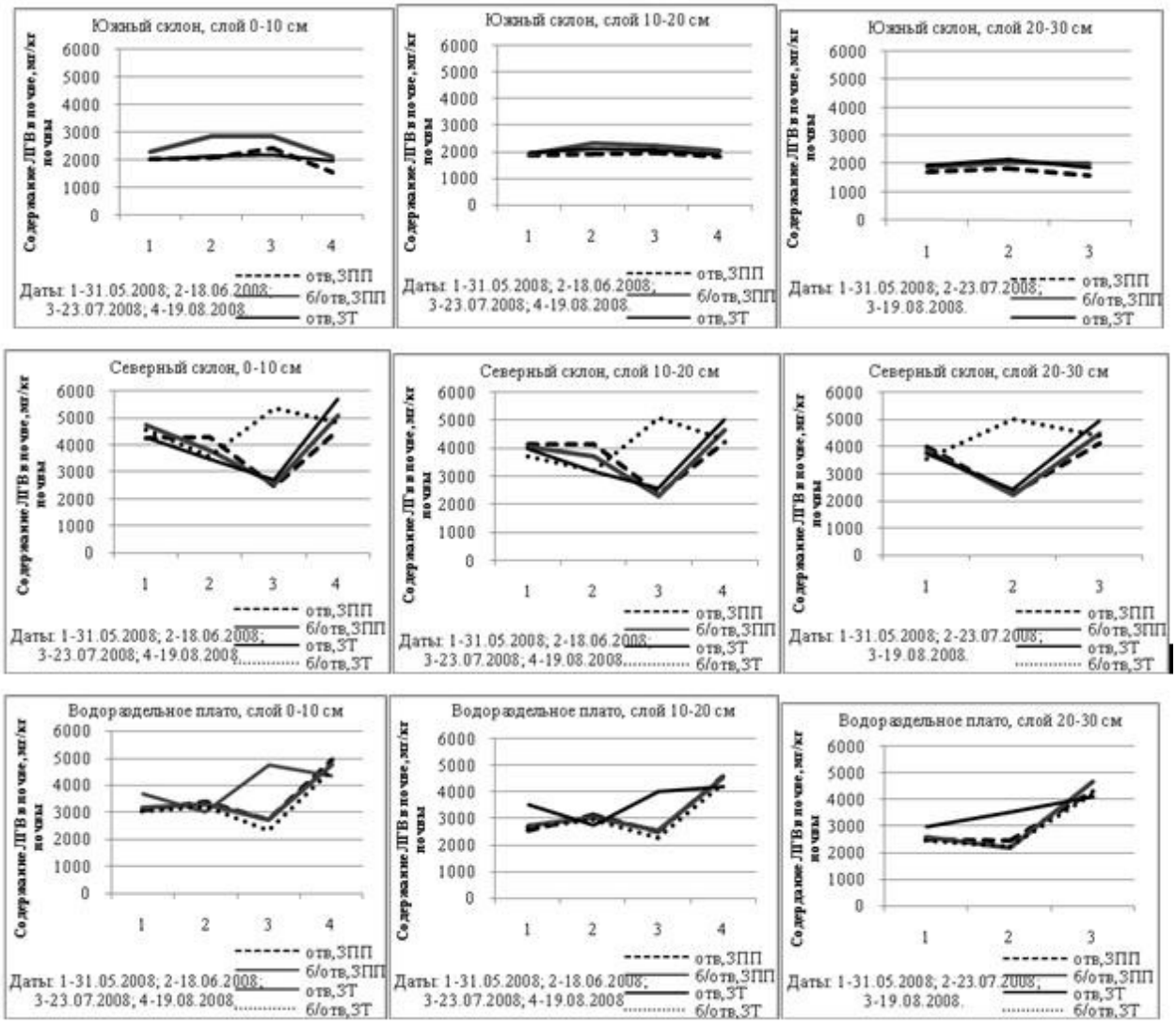


Рис. 1. Динамика содержания ЛГВ в чернозёме типичном в зависимости от агрогенных факторов в 2008 году (ЗПП - озимая пшеница; ЗТ - озимая пшеница)

Исследования проводились в 2007-2008 годах на территории многофакторного полевого опыта ВНИИЗиЗПЭ (Курская область, Медвенский район) на склонах северной, южной экспозиции и водораздельном плато. Объектом исследования был чернозём типичный тяжелосуглинистый в зернопаропропашном (ЗПС, в 2007г. - чистый пар, в 2008 г. – озимая пшеница), зернотравяном (ЗТР, в 2007г. – горохоовсяная

смесь, в 2008 г. – озимая пшеница) севооборотах на вариантах с отвальной и безотвальной системой обработки почвы.

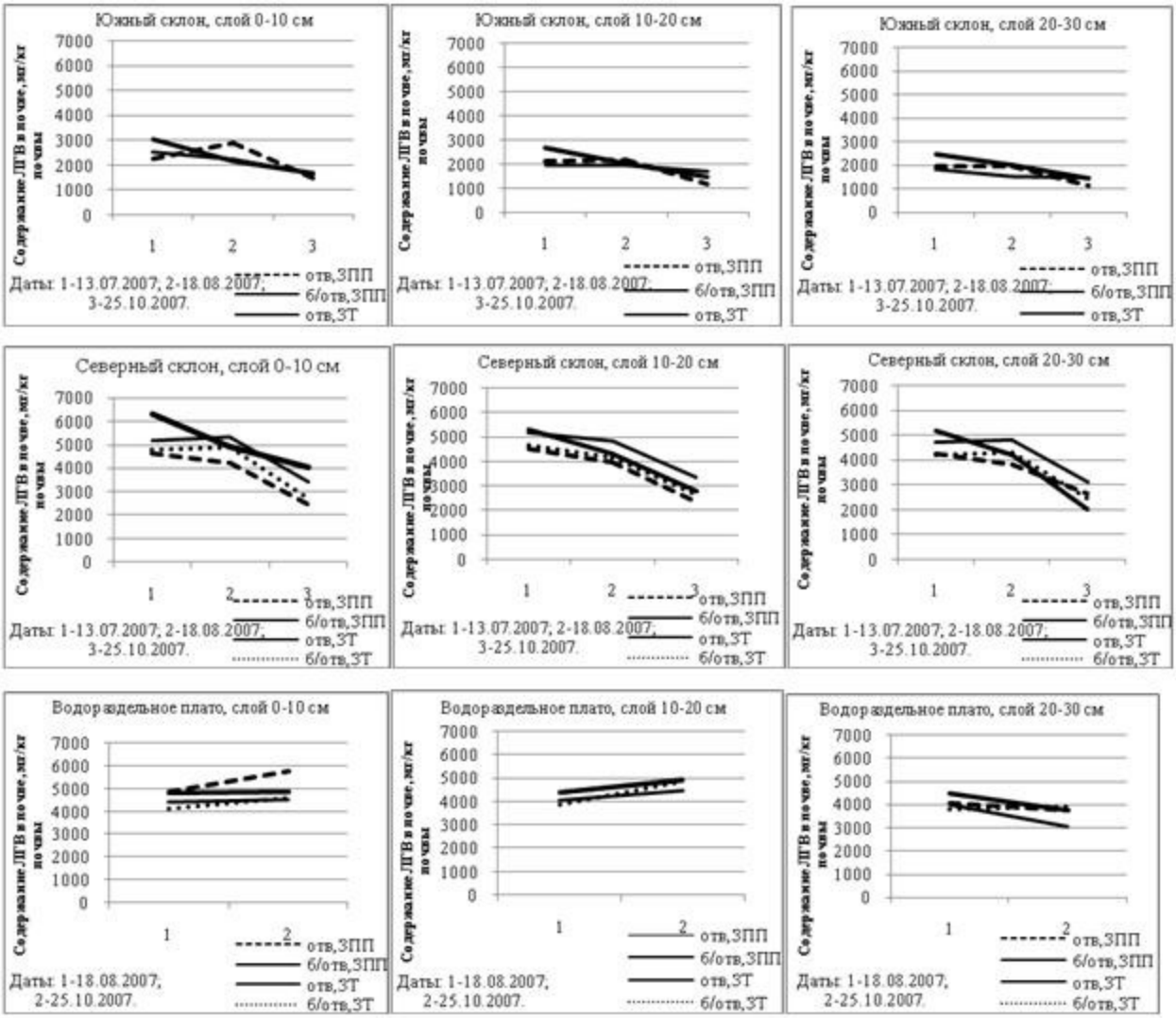


Рис.2. Динамика содержания ЛГВ в чернозёме типичном в зависимости от агрогенных факторов в 2007 году (ЗПП - черный пар; ЗТ - травы)

В 2008 году в период активной вегетации растений происходит увеличение содержания (тенденция) ЛГВ в пахотном слое почвы на склоне южной экспозиции независимо от вида севооборота и системы обработки почвы, на водораздельном плато при безотвальной обработке почвы в ЗПП и ЗТ. На склоне северной экспозиции в этот период происходит снижение количества ЛГВ в почве на 10-27% в зависимости от слоя, системы обработки почвы и вида севооборота (рис. 1).

К уборке урожая снижение ЛГВ в пахотном слое почвы наблюдалось на южном склоне в 2007 году (рис.2) на 17-40%, в 2008 году на 10-57% в зависимости от системы обработки и вида севооборота; на северном склоне в 2007 году в ЗПП до 28% в зависимости от слоя и системы обработки, в 2008 годув ЗТ при безотвальной обработке (тенденция). На водораздельном плато и склоне северной экспозиции в период уборки урожая количество ЛГВ в

почве возрастает в 2008 году на 16-113% и на 79-109%, соответственно, в зависимости от слоя, системы обработки почвы и вида севооборота.

Таким образом, характер и направленность сезонной изменчивости содержания ЛГВ в почве определялись видом севооборота. В зернотравяном севообороте в большей степени - системой обработки почвы, в зернопаропропашном - экспозицией склона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Глазунов, Г.П. Изменение качественного и количественного состава органического вещества почвы в зависимости от степени антропогенной нагрузки / Г.П. Глазунов, Г.М. Брескина // Флора и растительность Центрального Черноземья – 2013. Материалы межрегиональной научной конференции. (г. Курск, 6 апреля 2013 г.). Курск, 2013. – С. 211-214.
2. Дедов, А.В. Трансформация послеуборочных остатков и содержание в почве подвижных гумусовых веществ / А.В. Дедов, Н.И. Придворев, Е.В. Морозова // Агрохимия. – 2001. - №11. – С. 26-33.
3. Жемерикина, Е.В. Влияние вида угодий и экспозиции склона на биологическую активность чернозёма типичного / Е.В. Жемерикина, Н.П. Масютенко // Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции ВНИИЗиЗПЭ «Инвестиционно-технические основы развития земледелия», 19-21 сентября 2006 г., г. Курск. – Курск. 2006. С. 308-311.
4. Масютенко, Н.П. Влияние вида землепользования на состав органического вещества чернозёма типичного / Н.П. Масютенко, А.В. Кузнецов // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 7. – С.12-15.

УДК 631.879.4:633.14 «324»

ВЛИЯНИЕ ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ КОМПОСТА МНОГОЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ РЖИ В УСЛОВИЯХ ОСУШАЕМОГО АГРОЛАНДШАФТА

О.В. Карасева, Д.А. Иванов, Т.Н. Базандина
ФГБНУ «Всероссийский НИИ мелиорированных земель», г.Тверь
2016vniimz-noo@list.ru

В работе представлены результаты анализа пространственной динамики урожая культур зернотравяного севооборота на фоне компоста многоцелевого назначения на агроэкологическом полигоне ВНИИМЗ. Выявлено, что ландшафтные условия и последействие КМН достоверно влияют на продуктивность растений. Применение полученных знаний на практике позволят разрабатывать мероприятия по адаптации размещения посевов в пределах агроландшафта.

Ключевые слова:*агромикроландшафты, компост многоцелевого назначения, урожайность, последействие.*

Сердце России – Нечернозёмье(НЗ) – зона, не знающая засух, почвы которой отзывчивы на внесение удобрений, как правило, гарантирует получение достаточного количества кормов, зерна, овощей. Мелиоративная политика в АПК России в настоящее время направлена на сохранение существующего фонда мелиорированных земель и повышение эффективности его использования, которое может быть осуществлено только

на основе глубокого изучения влияния ландшафта на продуктивность культур.

Зная закономерности пространственной и временной пестроты урожайности культур, а также других факторов биопродуктивности агроландшафта, можно определять территориально-экологические ниши, максимально пригодные для их выращивания. Полученные знания позволяют разрабатывать оптимальные технологические схемы возделывания культур, способствующие повышению продуктивности и устойчивости посевов. Размещая посевы в наиболее благоприятных для культуры местах можно управлять биопродуктивностью ландшафта. Это влечет за собой разработку целого шлейфа технологий, максимально адаптированных к ландшафтным условиям. Кроме того, это позволит прогнозировать поведение культур в местоположениях, интересующих сельхозпроизводителя, а также регулировать их продукционный процесс путем воздействия на лимитирующие факторы, т. е. перейти к программированию урожайности культур и продуктивности агроландшафта в целом.

Озимая рожь в НЗ – это гарант получения продовольственного и фуражного зерна, это великолепный предшественник для многих культур, это «санитарный очиститель» почвы с использованием на сидерат при дефиците органических удобрений. Изучение влияния на ее урожайность агроландшафтных условий и органических удобрений является актуальной задачей, решение которой позволит оптимизировать процессы ее выращивания в мелиорированном агроландшафте. Результаты подобного исследования изложены в данной работе.

Методика. Ландшафтный стационар ВНИИМЗ находится в 4 км к юго-востоку от г. Твери, достаточно подробно описан в литературе [1, 2]. Он расположен в пределах средневысотного конечно-моренного холма московского возраста, с относительной высотой 15 м, являющегося типичным ландшафтом для 50% территории Тверской области и 25% ЦНЗ РФ.

Сложный ледниковый генезис территории стационара обусловил наличие в его пределах трех литологических районов: 1) южный склон и южная часть вершины; 2) северная часть вершины, верхняя и средняя часть северного склона; 3) нижняя часть северного склона и примыкающая к нему межхолмная депрессия. В первом районе преобладают мощные, во втором – среднемощные и маломощные двучлены, в третьем – маломощные с локальным выходом морены.

Ландшафтное картирование полигона позволило выделить в его пределах следующие агромикроландшафты (АМЛ): элювиально-аккумулятивные (Э-А), расположенные в пределах слабодренированного водораздела; элювиально-транзитные (Э-Т), занимающие верхние части склонов; транзитные (Т), находящиеся в центральных частях склонов; транзитно-аккумулятивные (Т-А), занимающие межхолмные депрессии. В элювиально-аккумулятивном АМЛ, наряду с процессами вымывания питательных веществ, отмечается их локальная аккумуляция в

микрозападинах, приводящая к усилению почвенной пестроты полей. Здесь почвы с благоприятными гидротермическими условиями могут соседствовать с заболоченными участками. В транзитных местоположениях перемещение влаги в виде бокового и внутрипочвенного стока способствует активизации процессов смыва и вторичной дифференциации почв. Транзитно-аккумулятивные АМЛ характеризуются накоплением влаги и питательных веществ, но сравнительно низкие температуры и заболоченность почв негативно сказывается на продуктивности многих культурных растений.

Наблюдения за проявлениями жизнедеятельности озимой ржи проводятся на агроэкологической трансекте – узком поле, длиной 1300 м, разделенном на продольные параллельные полосы, каждая из которых засевается определенной культурой севооборота. Она пересекает все основные микроландшафтные позиции конечно-моренного холма. Трансекта состоит из ряда параллельных полос, каждая из которых занята одной из культур зернотравяного севооборота. Ширина каждой полосы 7,2 м, длина 1300 м, площадь около 1 га. В пределах полосы, засеянной одной культурой, технологические воздействия однотипны. Измерения показателей продуктивности посевов и параметров ландшафтной среды проводились в точках опробования на расстоянии 40 м друг от друга.

Исследования проводились на двух полях, засеянных в 2013 году яровой пшеницей сорта «Иргина», в 2014 – яровым рапсом на сидерат, в 2015 – озимой рожью сорта «Дымка». На контрольной полосе удобрения не вносились, а на тестовой под пшеницу было внесено 12 т/га компоста многоцелевого назначения(КМН), в массе которого содержалось 300 кг азота, 180 кг фосфора и 120 кг калия.

В контрольном поле на растения озимой ржи сильное влияние оказывали условия транзитно-аккумулятивного варианта северного склона: посевы здесь изреживаются интенсивнее (самая низкая всхожесть и сохранность); также отмечена и наименьшая вегетативная масса растений (отставание в росте и развитии). В тестовом поле (после применения КМН) всхожесть семян была несколько ниже, чем в контрольном. Наиболее сильное влияние на растения озимой ржи отмечено на северном склоне в транзитном и транзитно-аккумулятивном вариантах: всхожесть после КМН здесь составила 61.2-62,2%, что на 15,8-14,8% ниже среднего. В тоже время вегетативная масса растений на фоне КМН была выше, чем в контрольном поле по всем срокам отбора.

В целом в 2014-2015 годах условия для произрастания озимой ржи складывались весьма благоприятно. Средний урожай составил 2,64 т/га в контрольном поле, в элювиально-аккумулятивном варианте отмечено падение урожая на 8% (до 2,43 т/га). Прибавка урожая от последействия КМН составила в среднем по опыту 0,35 т/га зерна. Лучшие условия для ржи на фоне КМН складывались на верхних отметках ландшафта – на вариантах с господством элювиальных процессов, где прибавка составляла 10,0-19,4 % от среднего по тестовому полю.

Таблица. Урожайность озимой ржи в зависимости от агромикроландшафтных условий и последействия КМН, (т/га)

Вариант опыта - АМЛ	Контрольное поле		Тестовое поле	
	т/га	% от среднего	т/га	% от среднего
Т-Аю	2,72	103,0	2,43	81,3
Тю	2,81	106,4	2,61	87,3
Э-Тю	2,54	96,2	3,29	110,0
Э-А	2,43	92,0	3,52	117,7
Э-Тс	2,62	99,2	3,57	119,4
Тс	2,72	103,0	2,62	87,6
Т-Ас	2,65	100,4	2,92	97,6
Среднее	2,64	100,0	2,99	100,0

Исследования показали, что внесение КМН и его последействие способствует увеличению продуктивности возделываемых культур севооборота. Оно во многом зависит от погодных условий, биологических особенностей возделываемых культур и природных различий вариантов опыта.

Последействие применения КМН положительно сказалось на структуре урожая озимой ржи: в среднем по вариантам плотность продуктивного стеблестоя повысилась на 31 штуку с $м^2$, увеличилось число зерен в колосе на 4,3 штуки, масса 1000 зерен на 1,2 г. На посевах озимой ржи на тестовом поле в центральных частях склонов наблюдалась самая высокая плотность продуктивного стеблестоя, но при этом отмечено снижение массы 1000 зерен. А в транзитно-аккумулятивном АМЛ южного склона плотность продуктивного стеблестоя понизилась до 393 шт./$м^2$,что явилось решающим фактором снижения урожайности зерна на данном варианте, при этом здесь же отмечено повышение озернённости колоса до 49,6 штук и массы 1000 зерен до 36,0 г.

В контрольном поле отмечено снижение плотности продуктивного стеблестоя на вариантах южного склона (344 – 405 колосьев с $м^2$). При этом на транзитном АМЛ юга отмечена самая высокая озернённость колоса 43,3 штук и масса 1000 зерен 34,4 г, что, видимо, стало определяющим фактором высокой урожайности на данном варианте.

Оценка вариантов опыта на биоэнергетической основе позволяет: выявить эффективность использования биоклиматического потенциала, почвенных и антропогенных ресурсов в конкретных условиях; производить сравнение агроэкосистем разных уровней структурной организации и получать сопоставимые показатели их эффективности; прогнозировать характер и уровень использования природных и антропогенных ресурсов; определить наиболее целесообразные варианты систем земледелия и направленность воспроизводства почвенного плодородия. Для оценки ресурсного потенциала отдельных видов осушаемых земель сопоставление вариантов с учетом различий, связанных с особенностями агроландшафтных

условий, таких как крутизна склона, влажность, гранулометрический состав и плотность почвы, длина гона, а также различий по урожайности, влажности и засоренности убираемой массы, позволяет определить направление их использования.

Однократное применение КМН в дозе 12 т/га под яровую пшеницу в 2013 году повысило продуктивность этой культуры на 0,4 т/га к. ед. и оказало положительное влияние на последующую культуру – яровой рапс, прибавка на котором составила 1,63 т/га к. ед. В 2015 году отмечено влияние применения КМН и на озимой ржи – получена прибавка 0,4 т/га к.ед. При оценке зависимости урожайности озимой ржи по вариантам опыта от последействия КМН в условиях 2015 года отмечена прибавка от среднего на 0,3 – 0,58 т/га в элювиальных микроландшафтах (в верхних частях холма), что в денежном выражении составляет 337,8 – 653,08 рублей с 1 га севооборотной площади (в ценах 2015 года).

При сравнении совокупных затрат на производство растениеводческой продукции с применением однотипной технологии в опыте выявлено, что прямые затраты на производство продукции растениеводства связаны с урожайностью возделываемых культур, также они зависят от удельного сопротивления почвы орудиям и агрегатам, длины гона. При анализе экономических показателей при возделывании озимой ржи существенных различий по денежным вложениям на производство (прямые затраты) не отмечено, различия по вариантам составили 2,5-2,9 % от среднего по опыту. Эти затраты связаны в большей степени от агромикроландшафтных особенностей вариантов: длины гона, крутизны склона, конфигурации участка и других различий, чем от урожая. Условно чистый доход и уровень рентабельности напрямую зависят от урожайности.

Экономическая оценка звена севооборота в контрольном и тестовом поле с применением КМН выявила прибавку по вариантам. Наиболее высокая выгода от применения КМН получена на верхних высотных отметках ландшафта, т. е. на вариантах с господством элювиальных процессов. Условно чистый доход составил от 751 до 980 рублей с каждого гектара севооборотной площади в среднем за три года исследований (2013, 2014 и 2015 гг.).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иванов Д.А. Создание ландшафтного полигона нового поколения /Е.М. Корнеева, Р.А. Салихов и др. //Земледелие. -1999. -№ 6. – С.15-16.
2. Иванов Д.А. Агрогеография. Учебное пособие. -Тверь, «Агросфера», 2010, - 244 с.

УДК 631.452

РЕЗЕРВЫ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ В МЕЛИОРИРОВАННЫХ АГРОЛАНДШАФТАХ

О.В. Карасева, Д.А. Иванов, Т.Н. Базандина
ФГБНУ «Всероссийский НИИ мелиорированных земель», г. Тверь
2016vniimz-noo@list.ru

В работе представлены результаты анализа пространственной динамики урожая сидеральных культур на агроэкологическом полигоне ВНИИМЗ. Выявлено, что ландшафтные условия влияют на продуктивность растений и количество органического вещества, поступающего в почву при сидерации. Применение полученных знаний на практике позволят разрабатывать мероприятия по адаптации размещения посевов в пределах агроландшафта.

Ключевые слова:*агромикроландшафты, зеленое удобрение, органическое вещество, плодородиепочв, сидераты, сухое вещество.*

Сидерация – существенный фактор воздействия на плодородие дерново-подзолистой почвы. Зеленое удобрение служит важным источником пополнения запасов органического вещества в почвах, выполняет агротехническую, почвозащитную, фитомелиоративную и фитосанитарную функции, участвует в биологическом круговороте веществ. Растительные остатки сидератов пополняют почву элементами питания и ферментами, благоприятствующими синтезу гумуса. Возделывание сидератов – один из способов повышения плодородия почв за счет улучшения их водно-физических свойств, активизации в них биологических процессов, увеличения содержания азота. Трудно переоценить значение зеленого удобрения в повышении урожайности последующихкультур, поскольку оно является источником главного носителя плодородия почвы – органического вещества. Равномерно распределенная в верхних слоях почвы сидератная масса служит хорошей пищей для бактерий, грибов и других почвенных микроорганизмов. Промежуточные культуры – эффективное средство борьбы с сорняками. Быстрое наращивание надземной массы сидерата приводит к тому, что сорняки попадают под мощный покров растений, в условия сильного затенения и к концу вегетации в большинстве своем выпадают.

Увеличение посевов сидеральных культур возможно в первую очередь в районах достаточного увлажнения, к которым относится обширная территория Нечернозёмной зоны РФ [2,4]. Органические остатки являются своеобразным хранилищем питательных веществ, что особенно важно для почв с промывным режимом. Сидерация, помимо агротехнического значения и средства повышения плодородия почв, имеет и низкую себестоимость. Затраты на зеленое удобрение в несколько раз меньше на приготовление и внесениев почву, чем навоза или компостов,кроме того, их преимуществом является равномерность распределения органической массы по полю и в почве. Увеличение разнообразия растительных остатков при включении в севооборот крестоцветных культур способствует гармоничному развитию

основных групп микроорганизмов почвы и приводит к более сбалансированному возврату в нее химических элементов.

Для исследования влияния ландшафтных условий на произрастание сидеральных культур использовали яровые рапс и горчицу, которые решают сразу две задачи: 1 – пополнение органического вещества почвы и 2 – оздоровление ее микрофлоры. Опыт проводился на ландшафтном стационаре ВНИИМЗ, который находится в 4 км к юго-востоку от г.Твери. Он расположен в пределах средневысотного конечно-моренного холма московского возраста, с относительной высотой 15 м., являющегося типичным ландшафтом для 50% территории Тверской области и 25% ЦНЗ РФ. Сложный ледниковый генезис территории стационара обусловил наличие в его пределах трех литологических районов: 1) южный склон и южная часть вершины; 2) северная часть вершины, верхняя и средняя часть северного склона; 3) нижняя часть северного склона и примыкающая к нему межхолмная депрессия. В первом районе преобладают мощные, во втором – среднемощные и маломощные, в третьем – маломощные двучлены с локальным выходом морены.

Ландшафтное картирование полигона позволило выделить в его пределах следующие агромикроландшафты (АМЛ): элювиально-аккумулятивные (Э-А), расположенные в пределах слабодренированного водораздела; элювиально-транзитные (Э-Т), занимающие верхние части склонов; транзитные (Т), находящиеся в центральных частях склонов; транзитно-аккумулятивные (Т-А), занимающие межхолмные депрессии. В элювиально-аккумулятивном АМЛ, наряду с процессами вымывания питательных веществ, отмечается их локальная аккумуляция в микрозападинах, приводящая к усилению почвенной пестроты полей. Здесь почвы с благоприятными гидротермическими условиями могут соседствовать с заболоченными участками. В транзитных местоположениях перемещение влаги в виде бокового и внутрипочвенного стока способствует активизации процессов смыва и вторичной дифференциации почв. Транзитно-аккумулятивные АМЛ характеризуются накоплением влаги и питательных веществ, но сравнительно низкие температуры и заболоченность почв негативно сказывается на продуктивности многих культурных растений.

Таблица 1 - Влияние агромикроландшафтных условий на продуктивность вегетативной массы сидеральных культур,2016 г. (ц/га СВ)

Культура	Варианты (Агромикроландшафты - АМЛ)							Среднее
	Т-Аю	Тю	Э-Тю	Э-А	Э-Тс	Тс	Т-Ас	
Рапс	18,5	16,5	13,6	8,8	8,9	9,5	9,5	12,2
Горчица	19,1	34,4	47,4	37,1	26,9	24,6	25,3	30,7

Из таблицы 1 видно, что в опыте рапс и горчица по-разному реагируют на микроландшафтные и климатические условия 2016 года. В среднем по опыту продуктивность горчицы почти в три раза выше, чем у рапса ярового. Для рапса наиболее благоприятные условия сложились на южном склоне – урожай здесь составил 13,6-18,5, а на вершине и северном склоне получено

только 8,8-9,5 ц/га сухого вещества (СВ). Для горчицы наиболее благоприятные условия произрастания сложились на вершине и южном склоне холма (урожай составил 34,4-47,4 ц/га СВ). Самая низкая урожайность горчицы наблюдается в транзитно-аккумулятивном варианте южного склона 19,1 ц/га.При оценке промежуточных культур следует учитывать не только урожай надземнойзеленой массы, но и количество органического вещества, которое остается в почве в виде пожнивных и корневых остатков. Важен также химический состав органического вещества.

Сидеральные культуры убираются, когда они сформировали достаточно мощную вегетативную массу, богатую азотом, фосфором, калием, кальцием и другими элементами питания растений, а в организме растений еще не началась перегруппировка питательных веществ от вегетативных органов к генеративным, не закончилось превращение простых углеводов в клетчатку. В корневой системе также содержится значительное количество азота и других питательных веществ.

При многократном сокращении применения органических и минеральных удобрений резко возрастает роль биоресурсов корневых, пожнивных и поукосных остатков в воспроизводстве органического вещества и элементов питания пахотных почв, а также в сбалансировании их в агротехногенном круговороте [1]. Данные таблицы 2 показывают, что в среднем по агроландшафту конечно-моренного холма, с органическими остатками горчицы в почву поступает больше азота, фосфора и особенно калия по сравнению с рапсом. Максимальная разница в поступлении элементов питания отмечается на вершине и верхних частях склонов холма, что позволяет уменьшить негативное влияние элювиальных процессов на плодородие почв.

Таблица 2 - Поступление в почву макроэлементов с органическим веществом при сидерации в зависимости от агромикроландшафтных условий в 2016 г. (в кг/га)

Культура	Показатель	Варианты (Агромикроландшафты)							Среднее
		Т-Аю	Тю	Э-Тю	Э-А	Э-Тс	Тс	Т-Ас	
Рапс яровой	N	52,2	46,5	38,3	24,8	25,1	26,8	26,8	34,4
	P_2O_5	7,4	6,6	5,4	3,5	3,6	3,8	3,8	4,9
	K_2O	5,9	5,3	4,35	2,82	2,85	3,04	3,04	3,9
Горчица	N	26,3	47,3	65,2	51,0	37,0	33,8	34,8	42,2
	P_2O_5	4,0	7,2	10,0	7,7	5,6	5,1	5,3	6,4
	K_2O	12,9	23,2	32,0	25,1	18,2	16,6	17,1	20,7

По литературным источникам [3] было определено количество пожнивных и корневых остатков по вариантам опыта. В 2016 году пожнивные и корневые остатки горчицы были в несколько раз больше, чем у рапса. Тренды накопления пожнивно-корневых остатков сидератов имеют разнонаправленный характер. На вершине холма и северном склоне их количество после рапса снижается до 16,0-17,3 ц/га. На южном склоне холма

количество пожнивно-корневых остатков рапса повышается до 24,8-33,6 ц /га сухого вещества (табл. 3). При сидерации горчицы выше общая масса органики в элювиально-транзитном варианте южного склона.

Таблица 3. Влияние агромикроландшафтных условий на массу различных частей сидератов, ц/га (СВ)

Варианты (АМЛ)	Надземная масса		Пожнивные остатки		Корневые остатки		Общая масса органики	
	рапс яров.	горчица	рапс яров.	горчица	рапс яров.	горчица	рапс яров.	горчица
Т-Аю	18,5	19,1	7,0	7,2	7,0	13,6	33,6	39,9
Тю	16,5	34,4	6,3	13,0	6,3	24,4	30,0	71,8
Э-Тю	13,6	47,4	5,2	18,0	5,2	33,6	24,8	99,0
Э-А	8,8	37,1	3,3	14,1	3,3	26,3	16,0	77,5
Э-Тс	8,9	26,9	3,4	10,2	3,4	19,1	16,2	56,2
Тс	9,5	24,6	3,6	9,3	3,6	17,5	17,3	51,4
Т-Ас	9,5	25,3	3,6	9,6	3,6	18,0	17,3	52,9
Среднее	12,2	30,7	4,6	11,6	4,6	21,8	22,2	64,1

На основании вышеизложенного можно сказать, что горчица является более предпочтительной сидеральной культурой, чем рапс, вследствие ее большей урожайности, значительной интенсивности биологического круговорота элементов питания растений и способности замедлять процесс их выноса из элювиальных микроландшафтов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анисимова Т.Ю. Агрофитомелиоративные приемы повышения плодородия склоновых пахотных почв Центрального Нечернозёмья. Рекультивация и использования залежных земель в Нечернозёмной зоне России: теория и практика: материалы междунар. научно-практ. конфер. ГНУ ВНИИМЗ Россельхозакадемии, г.Тверь, ноябрь 2012г. -Тверь: ТвГУ, 2012. -С. 125-129.
2. Гаврилов А.М.Промежуточные культуры (выращивание двух урожаевв год). М.: Колос, 1965. -343 с.
3. Лошаков В.Г. Промежуточные культуры в севооборотах Нечернозёмной зоны.-М.: Россельхозиздат, М. -1980. -133 с.
4. Милащенко Н.З.,Абрамов В.Ф.Технология выращивания и использование рапса и сурепицы. -М.: ВО «Агропромиздат». -1989. -223с. (стр. 113).

УДК 631.547:631.82

ВЛИЯНИЕ ЭКСПОЗИЦИИ СКЛОНА И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КУКУРУЗЫ

Л.Н. Караулова

ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск

lkaraulova77@gmail.com

Результаты наших исследований показали, что выращивание кукурузы на склонах и внесение минеральных удобрений оказывают существенное влияние на величину накопления сухой биомассы кукурузы и высоту во все фазы ее развития. Из изученных вариантов наиболее благоприятные условия для роста и развития кукурузы складываются на водораздельном плато. При этом действие изучаемых факторов по

годам неравнозначно и во много зависит от складывающихся метеоусловий года наблюдений.

Ключевые слова: *растения кукурузы, биометрические показатели, биомасса, высота, темпы роста, минеральные удобрения, экспозиция склона.*

Производство кормов в достаточном количестве и нужного качества - одна из самых важных и сложных проблем сельского хозяйства. В условиях лесостепной зоны ЦЧЗ кукуруза, ведущая культура полевого кормопроизводства. Площади, занятые под этой культурой, составляют до 20% от площади кормовых культур, а кукурузный силос - 30-40% по питательности зимнего рациона для сельскохозяйственных животных[6].

Высокие урожаи зеленой массы кукурузы можно получить при условии применения комплекса агротехнических мероприятий, которые в целом составляют технологию выращивания культуры. Их эффективное применение возможно при учете требований растения как в отдельные периоды их роста и развития, так и в течение вегетации[1].

Кукуруза за сравнительно короткое время образует большое количество органической массы. Получение высоких урожаев кукурузы возможно только при обеспечении ее всеми элементами питания в течение всего вегетационного периода. Поэтому она очень отзывчива на внесение органических и минеральных удобрений, особенно на орошаемых и влагообеспеченных землях[2].

Применение удобрений на полярно-ориентированных склонах неодинаково влияет на продуктивность сельскохозяйственных культур. Чтобы проверить влияние склонового рельефа на рост и развитие растений кукурузы, необходимо создать оптимальные почвенные условия произрастания сельскохозяйственной культуры, и лишь тогда можно будет судить о влиянии этого фактора. Под такими оптимальными почвенными условиями понимается полная обеспеченность растений минеральным питанием; защита растений от сорняков, которые могут нанести серьезный ущерб продуктивности сельскохозяйственных культур; полное отсутствие вредителей и болезней. В связи с этим, разработка новых технологических приемов возделывания кукурузы, способствующих повышению урожайности зеленой массы и качества силоса, является весьма актуальной[3, 4, 5, 7].

Цель исследования: Определить влияние минеральных удобрений на рост, развитие растений кукурузы в склоновом рельефе.

Методика:

Наши исследования проводились в многофакторном полевом опыте(МФПО) ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии в течение 2002, 2009 и 2013 гг. Многофакторный опыт расположен на чернозёмных почвах склонов северо-северо-западной и юго-юго-восточной экспозиции и на ровных участках водораздельного плато. Варианты опыта в 2-3-кратной повторности. Делянки длиной 20 м на водораздельном плато, 40 м на южном и северном склонах и шириной 5-7 м. По форме делянки прямоугольные.

Защитные полосы между делянками равны 1,5 м, концевые имеют ширину 2 м, а между блоками – 14 м.

Для исследования были выбраны одинаковые для трех элементов рельефа варианты:

- Контроль – без удобрений

- Минеральные удобрения – в дозах N 280 P 300 K 320 кг/га за ротацию 4-польного севооборота.

Кукуруза выращивалась на чернозёме типичном в зернопаропропашном севообороте со следующим чередованием культур: чистый пар – озимая пшеница – кукуруза – ячмень. Агротехника возделывания - зональная.

Для определения динамики роста и накопления биомассы через каждые 14 дней после появления полных всходов отбиралиот 25 до 5 растений с погонного метра рядка в трёхкратной повторности.

Урожай зеленой массы кукурузы, как и любой сельскохозяйственной культуры, в значительной мере зависит от полноты всходов и густоты стояния растений на единице площади. В большинстве случаев отмечается прямая связь между числом всходов и числом растений перед уборкой. Чем больше их было по всходам, тем больше и на момент уборки.

Фактическую густоту стояния растений кукурузы определяли следующим образом. В 10 разных местах поля на отрезке длиной 5 метров подсчитывали количество растений кукурузы, затем вычисляли среднее.

В наших исследованиях густота стояния по годам составляла 10-12 шт/м^{2}исущественных различий между склонами и вариантами опыта не наблюдалось.

Первую половину вегетационного периода кукуруза растёт очень медленно (рис.1). Но к моменту стеблевания кукуруза вырастает уже до 50 – 60 % своей высоты в зависимости от экспозиции склона и удобренности. В среднем за три года исследований в начальный период рост (всходы – 4 лист) кукуруза на всех элементах рельефа растет с одинаковой скоростью, и внесенные минеральные удобрения на скорость прироста влияния не оказывают. Но уже к фазе 6-7-лист, начинает проявляться влияние склона. Так, высота растений кукурузы на северном склоне составляла лишь 79-85% от показателей водораздельного плато, а на южном склоне 76-78%. При дальнейшем развитии разница между склонами только увеличивается. Так, в фазе цветение -молочная спелость высота кукурузы на северном склоне составляла 87-93% от водораздельного плато, а на склоне южной экспозиции 77-87%.

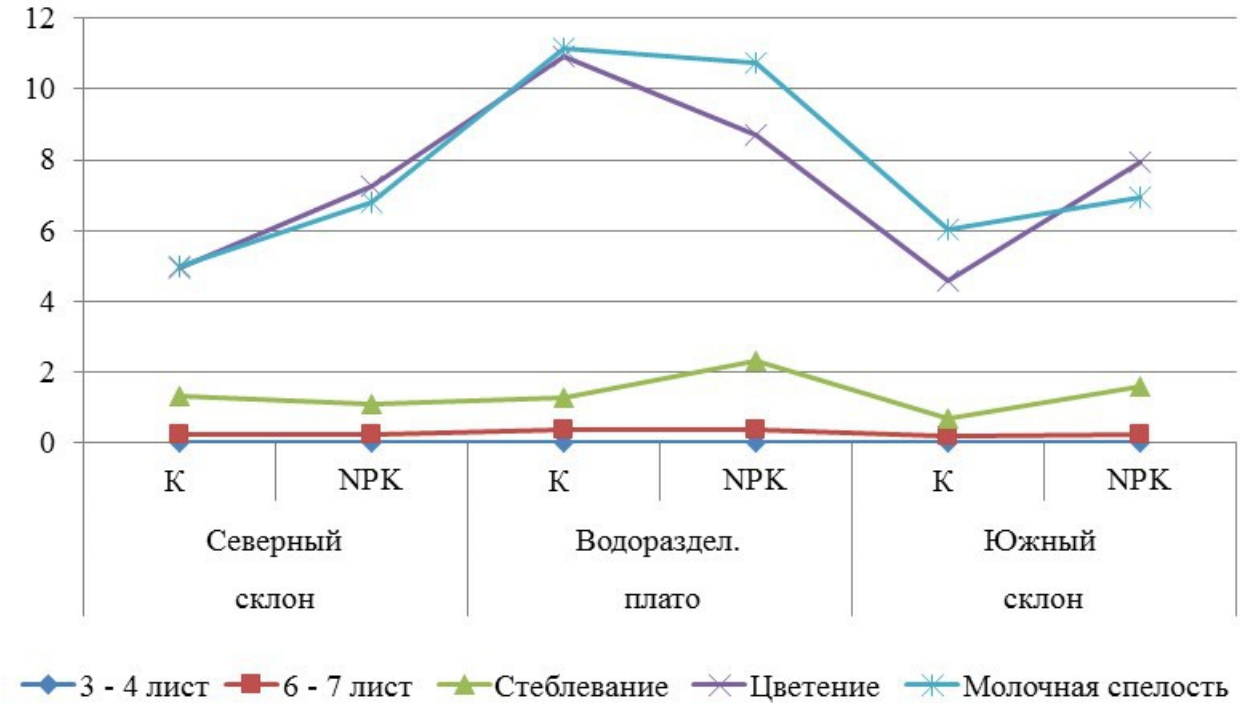


Рис. 1. Динамика высоты растений кукурузы (среднее за 3 года)

На склоне северной экспозиции до фазы цветения минеральные удобрения на рост кукурузы существенного влияния не оказывали, и только в период цветение – молочная спелость прирост на удобренных вариантах составлял от 5 до15 % по сравнению с контрольным вариантом. В это же время на более жарком и сухом склоне южной экспозиции минеральные удобрения оказали существенное влияние на рост кукурузы, увеличивая его на 10-30% в зависимости от фазы развития.

Результаты наших исследований показали, что выращивание кукурузы на склонах и внесение минеральных удобрений оказывали существенное влияние и на величину накопления сухой биомассы кукурузы во все фазы ее развития (рисунок 2).

Начиная с фазы всходов и до полной спелости растения удобренных вариантов имели преимущество перед неудобренным контролем по накоплению сухой биомассы. В первые фазы накопление биомассы протекало медленно; это связано с тем, что растения кукурузы в начальные периоды роста и развития потребляют мало питательных веществ из почвы. При дальнейшем развитии кукурузы этот показатель начал интенсивно повышаться. Максимальные количества сухой биомассы были отмечены в фазе молочной спелости. На удобренном варианте водораздельного плато этот показатель составил 11,2 т/га, превзойдя остальные варианты. Это связано с тем, что чем больше доступных минеральных веществ содержится в почве, тем больше растение кукурузы потребляет их.

Накопление биомассы кукурузой во много зависело и от расположения в рельефе. Наибольшая биомасса отмечалась на водораздельном плато во все сроки наблюдения. На южном склоне получен урожай кукурузы меньше, чем

на северном склоне и водораздельном плато, это обусловлено неблагоприятными микроклиматическими условиями данного склона.

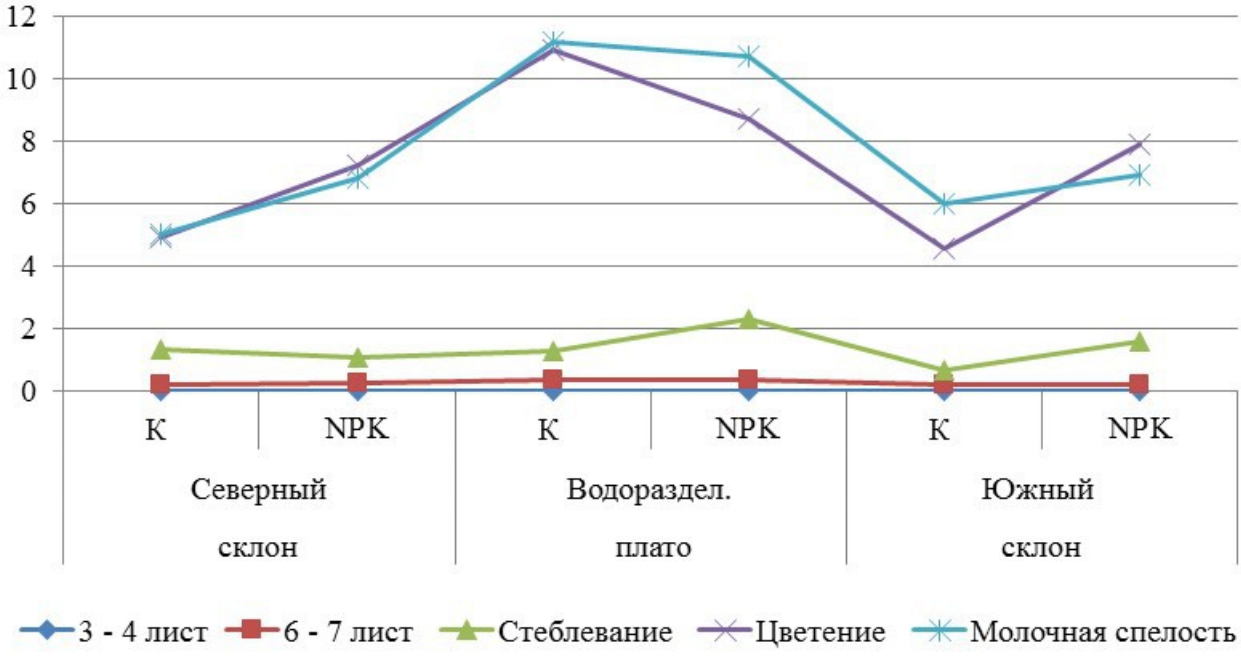


Рис. 2. Динамика биомассы растений кукурузы (среднее за 3 года)

С фазы стеблевания отмечается начало интенсивного прироста вегетативной массы. В эту фазу растения кукурузы накапливают в контрольных вариантах 12% от общей биомассы на южном склоне и 27% на северном склоне. Основная часть вегетативной массы наращивается в период от цветения и до молочной спелости. Максимальный прирост биомассы в контрольных вариантах на разноориентированных склонах отмечается в фазу цветения, причем на северном склоне прирост массы больше, чем на южном. Накопление биомассы растениями кукурузы продолжалось до уборки, но интенсивность прироста значительно снизилась.

Из полученных данных можно заключить, что наиболее благоприятные условия для роста и развития растений кукурузы складываются на водораздельном плато. При этом действие удобрений по годам неравнозначно и во много зависит от складывающихся метеоусловий года наблюдений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Караулова Л.Н. Динамика подвижных соединений азота в чернозёмах типичных пахотных склонов ЦЧЗ: автореферат … кандидата сельскохозяйственных наук (06.01.03)/ Караулова Людмила Николаевна; Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии. - Курск, 2005. - С. 22.
2. Масютенко М.Н. Влияние севооборотов, систем обработки почвы и экспозиции склона на агрофизические и биологические свойства чернозёма типичного и урожайность сельскохозяйственных культур: автореф. дис. … кандидата сельскохозяйственных наук (06.01.01) / Масютенко Максим Николаевич; ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии. - Курск, 2014. - С. 25.
3. Митрохина О.А. Влияние экспозиции склонов на особенности формирования урожая и качества зерна озимой пшеницы // Адаптивно-ландшафтные системы – основы

оптимизации агроландшафтов: Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ, Курск, 14-16 сентября 2016г. Курск: ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ, 2016. С. 208-209.
4. Проценко Е.П., Караулова Л.Н. Влияние природных и агрогенных факторов на режим азота и биологическую продуктивность сельскохозяйственных культур в склоновом рельефеЦЧЗ // Агрохимия,№4, 2007. – С.37-45.
5. Проценко Е.П., Чуян О.Г., Караулова Л.Н. Влияние обеспеченности элементами минерального питания на продуктивность зерновых культур в агроландшафтах Центрально-Черноземной зоны // Почвы национальное достояние России: Материалы IV съезда Докучаевского общества почвоведов. Новосибирск, 2004. - С.97.
6. Черкасов Г.Н. Возделывание ярового ячменя для различных целей на склонах Центрально Черноземья / Г.Н. Черкасов, Г.М. Дериглазова, О.Г. Чуян.– Курск: Изд-во КГСХА, 2010. – 75с.
7. Чуян О.Г. Караулова Л.Н. Изменение продуктивности пашни как критерий оценки изменения свойств почв при их деградации или мелиорации. // Перспективные технологии для современного сельскохозяйственного производства: Сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 35-летию Всероссийского НИИ земледелия и защиты почв от эрозии и международной школы молодых ученых и специалистов (15-18 сентября 2005 года). – Курск: Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии РАСХН. – 2005. - С. 540-543.

УДК 631.547:631.82

ВЛИЯНИЕ ЭКСПОЗИЦИИ СКЛОНА И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА СРОКИ НАСТУПЛЕНИЯ ФЕНОФАЗ КУКУРУЗЫ

Л.Н. Караулова
ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск
lkaraulova77@gmail.com

Резюме. *Исследованиями было установлено, что темпы развития растений кукурузы в склоновом рельефе неодинаковы, так, сроки наступления фенофаз на южном и северном склоне могут различаться на 2-4 дня. Сроки наступления фенофазопределялись условиями окружающей среды, складывающимися на изучаемых склонах, в особенности температурой и влажностью почвы.*

Ключевые слова: *растения кукурузы, фенологическая фаза, темпы роста, минеральные удобрения, экспозиция склона.*

Кукуруза как зерновая и фуражная культура занимает важное место в народном хозяйстве Российской Федерации.

Урожайность кукурузы во многом зависит от сочетания водного и пищевого режимов почв. Регулирование их параметров определяется погодными и технологическими факторами. Для получения высоких урожаев зерна большое значение имеет создание наиболее оптимальных условий, при которых удовлетворяются потребности в питательных веществах и влаге. Это достигается подбором лучшего предшественника, внесением удобрений и посевом с оптимальной густотой стояния [3, 6].

Скорость и порядок появления вегетативных и репродуктивных органов характеризуют картину развития растения. Темп развития определяется как генетическими характеристиками вида, так и условиями окружающей среды, в особенности температурой, длиной дня и влажностью почвы,

обусловливают колебания наступления фенологических фаз у того же самого сорта в разные годы.

Минеральные удобрения являются важным резервом повышения урожайности кукурузы.

Кукуруза хорошо отзывчива на все виды органических и минеральных удобрений, т.к. она потребляет значительное количество питательных веществ на протяжении почти всего периода вегетации для образования мощной надземной массы и корневой системы, большего количества зерна. По данным И.П. Фирсова (1989), А.С. Акименко (2004), Карауловой Л.Н. (2005, 2011), потребление питательных веществ кукурузой продолжается до наступления восковой спелости зерна.

Наши исследования проводились на многофакторном полевом опыте(МФПО) ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии в 2002, 2009 и 2013гг. Многофакторный опыт расположен на чернозёмных почвах склонов северо-северо-западной и юго-юго-восточной экспозиции и на ровных участках водораздельного плато. Варианты опыта в 2-3-кратной повторности. Делянки длинной 20 м на водораздельном плато, 40 м на южном и северном склонах и шириной 5-7 м. По форме делянки прямоугольные. Защитные полосы между делянками равны 1,5 м, концевые имеют ширину 2 м, а между блоками – 14 м.

Для исследования были выбраны одинаковые для трех элементов рельефа варианты:1 - Контроль – без удобрений; 2 –с внесением минеральных удобрений – в дозах $N_{280}P_{300}K_{320}$ кг/га за ротацию 4-польного севооборота, под кукурузу вносилось $N_{180}P_{180}K_{180}$ кг/га минеральных удобрений

Кукуруза выращивалась на чернозёме типичном в зернопаропропашном севообороте со следующим чередованием культур: чистый пар – озимая пшеница – кукуруза – ячмень. Агротехника возделывания - зональная.

Общая длина вегетационного периода и продолжительность каждого этапа органогенеза определяются как сортовыми особенностями, так и условиями прохождения каждого этапа в весенне-летне-осенний период. Чем благоприятнее условия роста и развития, тем быстрее завершается жизненный цикл всего растения, тем короче продолжительность каждого этапа. При неблагоприятных условиях растение дольше задерживается на соответствующем этапе развития, медленнее идет процесс формирования органов плодоношения.

По нашим наблюдениям, всходы появлялись на всех элементах рельефа одновременно в2002 году – 22 мая, 2009г. - 25 мая, 2013 г. – 13 мая, и от применяемых удобрений не зависели.

Последующее наступление фазы 2-3 лист, 5-6 лист также было одновременным на всех элементах рельефа, а внесенные минеральные удобрения больше влияли на биометрические показатели, чем на сроки наступления фенофазы.

Различия в датах наступлении фенологических фаз начинают сказываться с фазы цветения. Цветение кукурузы в 2002 г. отмечалось 28-30

июля, в 2009 г. 20 июля, в 2013 г. – 12–15 июля. Молочная спелость кукурузы наступала в 2002 г. 08 августа – 11августа, в 2009 г. – 23августа, в 2013 г. – 06–10августа. Влияние экспозиции склона на сроки наступления фенологических фаз в 2002г. было следующим: на северном склоне цветение наступило на 2 дня позже, чем на склоне южной экспозиции, дальнейшее наступление фенофаз также различалось на один-два дня. Погодные условия 2009 года способствовали наступлению основных фенофаз на всех элементах рельефа в одинаковые сроки. Засушливый весенне-летний период 2013 года затормозил рост и развитие растений на склоне южной экспозиции, что отразилось на датах наступлении фенофаз. Наступление фаз развития растений кукурузы от действия минерального удобрения не зависело.

В целом сроки наступления основных фенологических фаз развития кукурузы зернопаропропашного севооборота за период исследований являются характерными для Центрально-Черноземной зоны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Акименко А.С. Эффективность севооборотов в зависимости от сочетания различных удобрений / Акименко А.С., Логачев Ю.Б., Дудкин И.В., Вавин В.Г., Надеин С.В. // Земледелие. – 2004. - №3. – С. 15-16.
2. Архив погоды в Курске http://meteo9.ru/архив_погоды_в_курске/BS6X
3. Дериглазова Г.М. Научное обоснование возделывания ярового ячменя различного назначения на склонах Центрального Черноземья: диссертация … доктора сельскохозяйственных наук (06.01.01)/ Дериглазова Галина Михайловна; Орловский государственный аграрный университет. – Орел, 2013. – 274 с.
4. Караулова Л.Н. Динамика подвижных соединений азота в черноземах типичных пахотных склонов ЦЧЗ: автореферат … кандидата сельскохозяйственных наук (06.01.03)/ Караулова Людмила Николаевна; Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии. - Курск, 2005. - С. 22.
5. Караулова Л.Н., Проценко Е.П., Медянцев П.Л., Проценко К.А. Влияние экологических факторовна режимазотапочвыипродуктивность озимой пшеницы и кукурузы в агроландшафте // Проблемы региональной экологии, № 3, 2011. С. 119-123.
6. Проценко Е.П., Чуян О.Г., Караулова Л.Н. Влияние обеспеченности элементами минерального питания на продуктивность зерновых культур в агроландшафтах Центрально-Черноземной зоны // Почвы национальное достояние России: Материалы IV съезда Докучаевского общества почвоведов. Новосибирск, 2004. - С.97.
7. Технология производства продукции растениеводства/ Фирсов. И. П., Соловьев А. М., Раскутин О. А. и др.; Под ред. И. П. Фирсова. – М.: Агропромиздат, 1989. – 432с.

УДК 631.58:11:633.15

ПЛОДОРОДИЕ, ВОДНЫЙ БАЛАНС И ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО В ЗЕРНОПРОПАШНОМ СЕВООБОРОТЕ НА ЧЕРНОЗЁМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ДЕГРАДИРОВАННОМ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ

В.М. Кильдюшкин, А.Г. Солдатенко, Е.Г. Животовская, О.Б. Быков
ФГБНУ «Краснодарский НИИСХ имени П.П.Лукьяненко»
kniish@kniish.ru

Резюме. *В зернопропашном севообороте стационарного опыта установлено снижение содержание гумуса на неудобренных и повышение его на удобренных вариантах. Наиболее экономически целесообразно коэффициент водопотребления складывался на традиционной технологии. Максимальная урожайность озимой пшеницы и кукурузы на зерно получена по традиционной технологии, а наименьшая по поверхностной.*

Введение. В земледелии Краснодарского края важнейшей задачей является наращивание производства зерна, сохранение и повышение плодородия почвы на основе внедрения новых наиболее эффективных технологий.

Условия, материалы и методы исследований. Исследования проводились в полевом опытена экспериментальной базе КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко. Опыт заложен в 2008 году на чернозёме выщелоченном малогумусном сверхмощном деградированном в 6-польном зернопропашном севообороте с чередованием культур: озимая пшеница –подсолнечник – озимый ячмень – кукуруза на зерно – озимая пшеница – соя. Содержание гумуса в почве низкое – 3,26 % (по И.В.Тюрину) подвижного фосфора – 48-54 мг/кг, обменного калия – 360-380 мг/кг (по В.П. Мачигину), $pH_{сол.}$ – 5,1. Площадь делянок – 66 $м^2$, учет урожая пшеницы проводили комбайномСАМПО – 500, кукурузы – Джандир. Статистическая обработка данных проводилась по В.А. Доспехову. В технологиях изучали основные ее элементы – способы обработки почвы, системы удобрения на трех фонах питания и водный режим.

Технологии: Традиционная (вспашка на глубину 20-22 см под пропашные культуры и поверхностная на глубину 6-8 см под озимые колосовые); Разуплотняющая – чизелевание на глубину 35-38 см под пропашные культуры (1 раз в 2 года) и поверхностная на глубину6-8 см под озимые колосовые); Поверхностная – бессменная обработка на глубину 6-8 см под все культуры севооборота.

Все технологии изучали на 3-х фонах питания: 1. Контроль – без удобрения. 2. Средний фон – для пшеницы $N_{102}P_{20}K_{30}$ и кукурузы $N_{48}P_{20}K_{0}$. 3.Повышенный фон – для пшеницы $N_{136}P_{30}K_{30}$ и кукурузы $N_{68}P_{40}K_{20}$.

Результаты исследований. Погодные условия для выращивания озимой пшеницы и кукурузы в 2014-2016 годах складывались в основном благоприятно.

Исследованиями установлено, что запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы в начале весенней вегетации были удовлетворительные и составили под озимой пшеницей от 112,0 на традиционной технологии до 125,2 мм на поверхностной, а под кукурузой соответственно 135,3 мм и 113,0 мм, разуплотняющая технология занимала среднее положение (таблица 1).

Таблица 1 – Водный баланс и водопотребление озимой пшеницы и кукурузы на зерно в зависимости от технологии возделывания в 6-польном зернопропашном севообороте на среднем фоне NPK

Показатели	Технология					
	Традиционная		Разуплотняющая		Поверхностная	
	Озимая пшеница	Кукуруза на зерно	Озимая пшеница	Кукуруза на зерно	Озимая пшеница	Кукуруза на зерно
Запасы продуктивной влаги в 0-100 см слое почвы в начале вегетации, мм	119,0	135,3	122,4	126,5	125,2	113,0
Запасы продуктивной влаги в 0-100 см слое почвы в конце вегетации, мм	46,8	42,0	50,6	37,3	51,0	28,5
Сумма осадков за вегетацию, мм	263,7	279,9	263,7	279,9	263,7	279,9
Суммарное водопотребления, мм	335,9	372,3	335,5	372,1	337,9	364,4
Урожайность, т/га	7,70	5,94	7,56	5,23	7,49	4,48
Коэффициент водопотребления, $м^3$/т зерна	436	628	444	711	451	813

Наименьшие коэффициенты водопотребления озимой пшеницы и кукурузы на зерно были на традиционной технологии – 436 и 628 $м^3$ на тонну зерна, а наибольшие на поверхностной – 451 и 813 $м^3$ соответственно. Разуплотняющая технология была на среднем уровне.

Содержание общего гумуса в 0-30 см слое почвы на неудобренных вариантах по всем технологиям с 2008 по 2016 год снизилось с 3,26-3,28 до 3,23 3,25 %, а на удобренных вариантах со средней и повышенной дозой NPK отмечено его воспроизводство до 3,33-3,35 и 3,42-3,46 % соответственно с небольшим преимуществом разуплотняющей технологии. Отмечена наибольшая плотность сложения почвы на поверхностной технологии как под озимой пшеницей, так и под кукурузой. Что касается питательного режима почвы, то учитывая, что исходный уровень содержания подвижных фосфатов

и обменного калия был повышенный - 46-52 и 352-370 мг/кг соответственно, то на неудобренных вариантах он не претерпел существенных изменений, а на среднем и повышенном фонах удобрения содержание подвижных фосфатов возросло до высокого уровня 56-67 и очень высокого 65-70 мг/кг, а обменного калия до 380 - 410 мг/кг. В связи с этим вносили минимальныедозы фосфора и калия. Содержание азота нитратов весной обычно было низкое от 1,5 мг на контроле до 3,0-4,0 мг/кг на удобренных вариантах озимой пшеницы. Поэтому по результатам почвенной диагностики проводили азотную подкормку. Под пропашными культурами обеспеченность азотом была несколько лучше, но и под них требовалось внесение азота. Значительных различий в содержании основных элементов питания от различных технологий не отмечалось. Хорошая обеспеченность почвы этими элементами на удобренных фонах способствовала получению высокой урожайности озимой пшеницы и средней кукурузы (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность озимой пшеницы и кукурузы на зерно (ц/га) в 6-польном зернопропашном севообороте на чернозёме выщелоченном в зависимости от технологии их возделывания (2014-2016 гг.)

Технология	Озимая пшеница			Кукуруза на зерно		
	Без удобрений	$N_{102}P_{20}K_{20}$– средняя доза	$N_{136}P_{30}K_{20}$– повышенная доза	Без удобрений	$N_{48}P_{20}K_{0}$ – средняя доза	$N_{68}P_{40}K_{20}$– повышенная доза
Традиционная	38,7	70,8	77,0	37,6	51,2	59,4
Разуплотняющая	37,7	69,8	756	35,8	45,5	52,3
Поверхностная	36,0	65,5	74,9	31,9	39,8	44,8
НСР 05, ц/га – 2,0				3,2		

При этом максимальная урожайность зерна получена на традиционной технологии и составила на среднем фоне $N_{102}P_{20}K_{20}$ – 70.8 ц/га, а на повышенном $N_{136}P_{30}K_{30}$ – 77.0 ц/га. Наименьшая урожайность была на поверхностной технологии 65,5 и 74,9 ц/га соответственно фонов. Разуплотняющая технология занимает среднее положение.

Аналогичная закономерность наблюдалась ипо кукурузе, где наибольший сбор зерна был на традиционной технологии: на среднем фоне $N_{48}P_{20}K_{0}$ составила 51,2, а на повышенном – $N_{68}P_{40}K_{20}$ – 59,4 ц/га. Самая низкая урожайность зерна была на поверхностной технологии, на неудобренном фоне 31,9 ц/га и на удобренных фонах 39,8 и 44,8 ц/га, соответственно. Считаем, что это связано с меньшими запасами влаги и наиболее высокой плотностью сложения почвы - 1,4 г/см^3 в слое 0-20 см и до 1,56 в слое 20-40 см.

Выводы. Проведенные исследования в 2014-2016 годах на чернозёме выщелоченном деградированном в 6-польном зернопропашном севообороте на посевах озимой пшеницы и кукурузы на зерно показали, содержание гумуса в 0-30 см слое почвы на неудобренных вариантах традиционной,

разуплотняющей и поверхностной технологии снизилось с 3,26-3,28 в 2008 году до 3,23-3,25 % к 2016 году, а на вариантах со средней и повышенной дозой NPK возросло до 3,33-3,35 и 3,42-3,46 %, соответственно. Под кукурузой запасы влаги наименьшие были на поверхностной технологии, что отрицательно сказалось на урожайности. Как под кукурузой, так и под озимой пшеницей на поверхностной технологии отмечалась наибольшая плотность почвы до 1,40 г/см^3 в слое 0-20 см и до 1,53-1,56 г/см^3 в слое 20-40 см.

Наиболее экономично использовалась влага под пшеницей и кукурузой на традиционной технологии с наименьшими коэффициентами водопотребления 436 и 628 м^3 на тонну зерна, соответственно. Наибольшая урожайность этих культур на традиционной технологии: озимой пшеницы от 38,7 ц/га без удобрений до 70,8 и 77,0 на среднем и повышенном фонах NPK и кукурузы от 37,6 до 51,2 и 59,4 ц/га, соответственно. Наименьшая урожайность этих культур была на поверхностной технологии. Разуплотняющая технология занимала среднее положение.

УДК 631.51

АДАПТИВНЫЕ ЭНЕРГО- И ПОЧВОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯЧМЕНЯ

Е.В. Кузина
ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ», Ульяновск
elena.kuzina@autorambler.ru

В процессе исследований была проведена сравнительная агроэкономическая и энергетическая оценка способов основной обработки почвы. Показаны преимущества и перспективы использования, инновационных гребнекулисных способов обработки почвы при возделывания ячменя.

The research was a comparative agroeconomic and energy evaluation of methods of primary tillage. The advantages and prospects of use of innovative ridge methods of soil treatment duringbarley cultivation.

Известно, что самым энергоемким и дорогостоящим элементом агротехнологий является обработка почвы [1]. В технологиях возделывания зерновых культур на неё приходится до 40% энергетических и 25 трудовых затрат и до половины расходуемого в земледелии горючего, в этой связи все большую актуальность приобретает проблема внедрения в производство новых технологий возделывания зерновых культур, обеспечивающих наименьшие затраты ресурсов.Совершенствование обработки почвы в сторону минимализации при разработке более эффективных и ресурсосберегающих почвозащитных технологий производства зерна имеет приоритетное значение [2,3,4].Экономическая и энергетическая эффективность приемов возделывания сельскохозяйственных культур во многом определяется применяемыми техническими средствами[5, 6]. На основе полученных нами данных проведена сравнительная оценка способов основной обработки почвы.

Изучали эффективность отвальной, безотвальной, минимальной и гребнекулисной обработки почвы. За контроль в опытах была принята отвальная система основной обработки почвы. Исследования проводились в 2014-2016 годах в опыте возделывали, ячмень (Нутанс 553). Варианты опыта закладывались на трех минеральных фонах $N_0P_0K_0$,$N_{30}P_{30}K_{30}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Установлено, что при применении гребнекулисных обработок плотность почвы не выходила за рамки оптимальных параметров для роста и развития растений ячменя (1,18-1,20г/см^3). Содержание агрономически ценных структурных отдельностей по сравнению со вспашкой возрастало на 1,9-3,2%, повышалась нитрификационная способность и микробиологическая деятельность в пахотном слое почвы на 34-61 %, и 3,3-5,1%. На варианте гребнекулисной обработки с почвоуглублением до 30-32см за счет формирования противоэрозионных микрорубежей из стерневых кулис, земляных валиков и водопоглощающих элементов с факультативным почвоуглублением увеличивалось накопление продуктивной влаги в почве в пахотном слое на 18%, в метровом слое на 10%. Лучшее увлажнение способствовало повышению урожайности ячменя на этом варианте на 0,14 т/га, по сравнению со вспашкой. Близко к нему подходиливарианты с отвальнойи мелкой гребнекулисной обработкой, где было получено практически одинаковое количество зерна 2,98-2,96т/га. Далее в убывающей последовательности, шли безотвальная, поверхностная (лущение со стернеукладчиком) имелкая мульчирующая обработки,где по сравнению с контролем снижение урожайности ячменя составило соответственно 0,07 и 0,20 т/га.Отсутствие механической осенней обработки снизило производство зерна на 0,36 т/га по сравнению с контролем.

Среднегодовая урожайность ячменя за 2014-2016гг. на естественном фоне плодородия составила 2,42 т/га. При внесении $N_{30}P_{30}K_{30}$ урожайность повышалась на 0,48 т/га, увеличение дозы удобрений до $N_{60}P_{60}K_{60}$ привело к росту продуктивности на 0,90 т/га по сравнению с неудобренным фоном.

При различных способах основной обработки почвы на 1 га затрачивалось от 534 до 1016 руб., в том числе на горючее - от 246 до 534 руб. Затраты в МДж соответственно варьировали от 605 до 1172, в том числе на горючее - от 406 до 880 (таблица1).

Таблица 1 - Сравнительная эффективность способов основной обработки почвы при возделывании ячменя (2014-2016гг.)

Варианты обработки	Затраты на 1га, руб.		Затраты на 1га, МДж	
	всего	в т.ч.ГСМ	всего	в т.ч.ГСМ
Вспашка на 20-22 см	1016	534	1172	880
Безотвальная на 20-22 см	912	420	926	669
Гребнекулисная-10-12см	778	342	786	564
Мелкая на 10-12 см	818	362	845	596
Лущение со стернеукладчиком на 6-8см	534	246	605	406
Гребнекулисная с почвоуглублением до 30-32см.	888	400	907	659

Максимальные затраты средств и энергии происходили при обычной вспашке. Безотвальная обработка на 20-22см и гребнекулисная с почвоуглублением имели близкие показатели с небольшим преимуществом в пользу гребнекулисной обработки. На этих вариантах энергозатраты уменьшались на 21-23%, затраты на ГСМ на 21-25% по сравнению со вспашкой. При уменьшении глубины обработки до 10-12 см на мелкой мульчирующей и гребнекулисной обработках энергозатраты сокращались на 28-33%, а затраты на ГСМ на 32-36%. Наиболее экономичным по общим затратам оказался вариант лущения со стернеукладчиком, где затраты снижались соответственно на 48 %, и 54%.

В зависимости от использования технических средств, применение безотвальных обработок почвы, включая гребнекулисные, мелкие и поверхностную обработки, обеспечивало в сравнении с обычной вспашкой снижение эксплуатационных затрат на обработку на 13-23%.

Проведение вспашки на 20-22 см требовало дополнительных затрат тяговых усилий, но не приводило к повышению урожайности ячменя. Вследствие этого по вспашке независимо от фона удобренности увеличивалась себестоимость единицы продукции, а уровень рентабельности снижался.

Лучшие экономические показатели достигались при проведении гребнекулисных обработок, которые позволили значительно снизить трудовые, энергетические и материально-денежные затраты на основную обработку почвы и при этом получить урожай не ниже, чем на вспашке.

Общие затраты на производство зерна ячменя при ежегодной отвальной обработке составили в среднем 15186 руб./га, себестоимость 1 тонны зерна 5096 руб. на вариантах с гребнекулисной обработкой эти показатели были ниже соответственно на 7-8 % и 7-12%. Условно чистый доход и рентабельность по вспашке составили 14614 руб./га и 96%, на вариантах с гребнекулисной обработкой эти показатели были выше на 7-17% и 20-26%.

Варианты мелкой, поверхностной и «нулевой» обработок обеспечили снижение производственных затрат по сравнению с традиционной вспашкой соответственно на 8-10-13%, что позволило снизитьсебестоимость полученной продукции и повысить рентабельность производства на 4-8-1%.

Отвальная и безотвальная обработки почвы на одинаковую глубину 20-22см оказались практически одинаковыми по действию на урожайность ячменя, затраты на производства зерна тоже имели незначительные различия - 1% в пользу безотвальной обработки, поэтому и остальные показатели экономической эффективности на этих обработках имели небольшие отличия.В частности, по отвальной обработке рентабельность и чистый доход были выше на 2-3%, а себестоимость зерна ниже на 1%, чем на безотвальной.

Использование минеральных удобрений позволило поднять выход зерна с единицы площади в среднем на 0,48-0,90 т/га, что увеличило стоимость продукции на 20-37 % по сравнению с неудобренным фоном. В тоже время затраты на производство продукции на удобренных фонах увеличивались,

поэтому чистый доход и уровень рентабельности обеспечивались лучше на неудобренном фоне. Причинакроется в высоких ценах на удобрения и низких на сельхозпродукцию. В среднем по фонам $N_{30}P_{30}K_{30}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$ прибавка урожая от применения удобрений составила 2,40-2,25кг зерна на каждый килограмм удобрений иокупала денежные затраты, которые пошли на приобретение и внесение удобрений на 120-112%.

Результаты исследований дают основания для вывода о возможности замены вспашки мелкими обработками и даже прямым посевом по не обработанной с осени почве. Замена возможна только при условии своевременного и качественного выполнения всех полевых работ и использовании эффективных средств химизации. При этом снижаются затраты на проведение работ и себестоимость продукции, увеличивается прибыль с гектара пашни. Это позволяет принимать решения о выборе способа обработки почвы в зависимости от экономических, организационно-хозяйственных и погодных условий.

Затраты совокупной техногенной энергии при возделываниячменя по вариантам опыта изменялись от 28325 МДж/га, на варианте без основной обработки почвы до 33910 МДж/га - по вспашке (таблица 2). Различия между этими вариантамисоставило 5585 МДж/га, или 14 %. Максимальное количество биогенной энергии, накопленной в хозяйственно ценной части урожая ячменя отмечалось на вариантегребнекулисной обработки с почвоуглублением- 103740 МДж/га.

Таблица 2 - Энергетическая эффективность возделывания ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы (2014-2016 гг.)

№ варианта	Средняя урожайность, т/га	Затраты совокупной энергии, МДж/га	Накопление основной и побочной энергии, МДж/га	Коэффициент энергетической эффективности
1	2,98	33910	99085	2,92
2	2,91	33415	96757	2,89
3	2,96	31420	98420	3,13
4	2,78	31400	92435	2,94
5	2,62	28325	87115	3,07
6	2,78	31030	92435	2,98
7	3,12	31805	103740	3,26

Мелкая и поверхностная обработки (лущение со стернеукладчиком)снизили количество биогенной энергии, накопленной в урожае на 7%, отказ от основной осенней обработки - на 12% по сравнению с контролем.

Коэффициент энергетической эффективности возделывания ячменя с учетом затрат техногенной энергии по вариантам опыта изменялся от 2,89 до 3,26. Его наибольшие значения были получены на вариантах с гребнекулисной обработкой почвы - 3,13-3,26, что превысило его показатели

по вспашке на 7-12 %, побезотвальной обработке на 8-13 %, по мелкой на 6-11 %, по поверхностной и нулевойна 5-9% и2-6 %.

Подробный анализ энергетической эффективности способов обработки показывает, что лучшие показатели достигались при проведении гребнекулисной обработки на разную глубину, чем при традиционной вспашке. Мелкая и поверхностная обработки по энергетической эффективности несколько уступали вышеуказанным вариантам, однако имели показатели лучше, чем на контроле, в связи со снижением суммарных энергозатрат на производство зерна. И даже на варианте без основной осенней обработки, несмотря на недобор в накоплении энергии полученной продукции, за счет снижения энергозатрат на технологию возделывания энергетическая эффективность была выше, чем на вспашке.

Таким образом,сравнительная оценка способов обработки почвы при возделывании ячменя показала, что применение почвовлагосберегающих инновационных технологий с использованием комбинированных почвообрабатывающих агрегатов на основе минимализации и создания водоемкогогребнекулисного микрорельефа обеспечивает важные агротехнологические и экономические преимущества по сравнению с традиционно сложившимися технологиями, что определяет высокую перспективу их освоения на чернозёмных почвах Среднего Поволжья.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алтухов А.И. и др. Повышение эффективностипроизводства зерна на основе научно-технического прогресса / Алтухов А.И., Нечаев В.И., Трубилин А.И., Карсанов К.Б., Санду А.И.- М.: АгриПресс, 2005.-208с.
2. Кузина Е.В. Ресурсосберегающие способы и сроки обработки почвы при возделывании зерновых культур в равнинных условиях Среднего Поволжья: автореф. дис . канд. с.-х. наук / Саратов, 2006.-С. 16-17.
3. Кузина Е. В. Экономическая эффективность способов и сроков обработки почвы при возделывании зерновых культур//Пермский аграрный вестник, №2 (14), 2016г.-С.49-54.
4. Полянская Н. А. Повышение эффективности производства зерна на основе ресурсосберегающих технологий // Вестник НГИЭИ. 2012. № 5 (12). С. 77-93.
5. Степанов А.И. Интенсификация зернового производства: экономические проблемы. – М.: Экономика, 1983.-304 с.
6. Шабаев А.И., Михайлин Н.В., Курдюков Ю.Ф., Прянишников А.И., Соколов Н.М., Сайфуллин Р.Г., Сибикеев С.Н., Азизов З.М., и др. Перспективная ресурсосберегающая технология производства яровой пшеницы. // Методические рекомендации / Москва, 2008.

УДК 631.445.4

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЁМА ТИПИЧНОГО В РАЗЛИЧНЫХ УГОДЬЯХ

А.В. Кузнецов
ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии» г. Курск
kuzneczov.1983@mail.ru

Установлено, что за восемь лет (две ротации 4-х польного севооборота) в 0-25 см слое чернозёма типичного содержание гумуса увеличивается в водорегулирующей

лесополосе и на пашне с зернотравяным севооборотом, а на остальных угодьях значительно не изменяется. Запасы негумифицированного органического вещества за восемь лет значительно возросли в почве на пашне с зернотравяным севооборотом и в водорегулирующей лесополосе, а на пашне с зернопаропропашным севооборотом и на залежи снизились. Плотность чернозёма типичного значительно увеличивается на пашне с зернопаропропашным севооборотом и на пашне с бессменным паром. Содержание щелочногидролизуемого азота в почве исследуемых угодий увеличивается в ряду: лесополоса → залежь → пашня, зернотравяной севооборот и снижается в ряду: пашня, зернопаропропашной севооборот → пашня, бессменный пар.

В настоящее время нерациональное агрогенное воздействие на почвенную экосистему является мощным разрушающим фактором, приводящим к ухудшению экологического состояния почвы и, как следствие, снижению плодородия почв и их деградации [4,10]. Именно поэтому изучение влияния многолетнего сельскохозяйственного использования на динамику почвенных свойств является очень важной задачей для почвоведения, земледелия и экологии.

Исследования проводились на территории многофакторного полевого опыта ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ (Курская область, Медвенский район) на склоне северной экспозиции крутизной до 3°. Объектами исследования были чернозёмы типичные среднемощные тяжелосуглинистые на залежи (25 и 33 года), в лесополосе (25 и 33 года), на пашне (6-я и 8-я ротации 4-польного севооборота) под зернотравяным (ЗТС), зернопаропропашным (ЗППС) севооборотами, бессменным паром (БП) отвальной обработкой почвы и без удобрений.

Наблюдения, анализы и учет проводились согласно существующим методикам, принятым в полевых и лабораторных исследованиях по почвоведению и общему земледелию. При исследовании почв необходимо учитывать, что хозяйственные воздействия существенно влияют на пространственное варьирование агрохимических свойств, перекрывая зачастую природную составляющую [9]. Поэтому для изучения агрохимических свойств отбор смешанных почвенных образцов на всех объектах исследования проводился по диагонали делянок из 6 точек буром по глубинам 0-25 см и 25-50 см.Определение содержания гумуса проводили по методике Тюрина в модификации Никитина со спектрофотометрическим окончанием по Гриндель и Орлову [8]; негумифицированного органического вещества (НОВ) – буровым методом с последующим отмыванием на ситах [5];плотности почвы – по методу Н.А. Качинского [3]; щелочногидролизуемого азота – по методу Корнфильда [1].

В результате проведённых исследований было установлено, что на различных угодьях за 8 лет (две ротации 4-польного севооборота) происходят достаточно заметные изменения свойств чернозёма типичного. Так, наиболее значительное увеличение содержания гумуса за 8 лет наблюдается в 0-25 см слое чернозёма типичного под водорегулирующей лесополосой и пашней с ЗТС, соответственно 0,8 (абсолютных) %, и 0,6 (абсолютных) % (табл. 1).

Таблица 1. Содержание гумуса в чернозёме типичном на различных угодьях в 2008 и 2016 гг.

Угодье	Слой почвы, см	2008 год	2016 год
		Содержание гумуса, %	Содержание гумуса, %
Водорегулирующая лесополоса	0-25	6,70	7,53
	25-50	5,50	5,90
Залежь	0-25	6,28	6,52
	25-50	4,86	4,98
Пашня, ЗТС	0-25	5,23	5,81
	25-50	4,30	4,92
Пашня, ЗППС	0-25	5,13	5,29
	25-50	4,40	4,92
Пашня, БП	0-25	4,65	4,56
	25-50	4,08	4,11

В тожевремя,назалежиинапашне с ЗППС вверхнем (0-25 см) слое почвы отмечается лишь тенденция к увеличению содержания гумуса (на 0,2 (абсолютных) %), а на бессменном пару – тенденция к снижению содержания гумуса. В чернозёме типичном на залежи только тенденция к возрастанию содержания гумуса, вероятно, связана с тем, что сформировавшийся здесь биогеоценоз достиг своего стационарного (равновесного) состояния. В почве на пашне с ЗППС тенденция увеличения содержания гумуса, вероятно, объясняется периодической запашкой практически всей фитомассы выращиваемых сельскохозяйственных культур. При этом стабилизация содержания гумуса в чернозёме типичном на пашне под бессменным паром, обусловленаувеличением его устойчивости к минерализации.

Схожие результаты исследования были получены Когутом Б.М., Романенковым В.А., Масютенко Н.П. и др. Они установили, что за 10 лет исследования (1998-2009 гг.) размах колебаний содержания Сорг в слое 0-25 см на типичном чернозёме в условиях бессменного пара и под озимой пшеницей в среднем составлял 0,3%, а в севообороте – 0,4% от массы почвы [6].

За 8 лет (две ротации 4-польного севооборота) наибольшее увеличение содержания гумуса в 25-50 см слое почвы чернозёма типичного выявлено на пашне под ЗТС – 0,6 (абсолютных) %, на пашне под ЗППС – 0,5 (абсолютных) % и под лесополосой – 0,4 (абсолютных) %.

Таким образом, за восемь лет (две ротации 4-польного севооборота) в 0-25 см слое чернозёма типичного содержание гумуса увеличивается в водорегулирующей лесополосе, на пашне с зернотравяным севооборотом, а на остальных угодьях значительно не меняется.

Негумифицированное органическое вещество – это лабильная часть органического вещества почвы, которое по отношению к гумусовым веществам выполняет защитную функцию (оберегает от разложения и минерализации гумусовые вещества, являясь источником питательных веществ живых организмов, находящихся в почве) и

гумусовоспроизводительную (участвует в почве в процессах гумификации) [7].

В 0-25 см слое чернозёма типичного в лесополосе и на пашне с ЗТС наблюдалось некоторое увеличение запасов НОВ за 8 лет, в то время как на остальных угодьях наоборот – снижение (рис.1).

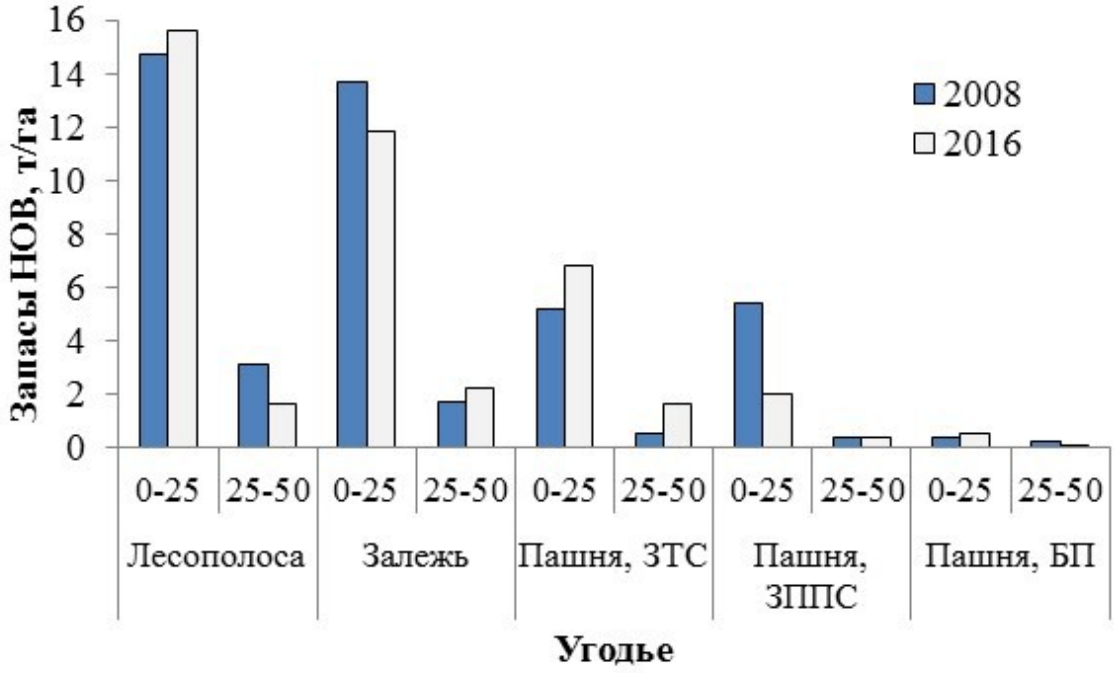


Рис. 1. Запасы негумифицированного органического вещества в чернозёме типичном на различных угодьях в 2008 и 2016 гг.

Причем в 0-25 см слое почвы наиболее резкое в 2,7 раза снижение запасов НОВ отмечается на пашне с ЗППС. Вероятно, это связано с преобладанием в верхнем слое почвы на пашне с ЗППС процессов минерализации растительных остатков. Однако в 25-50 см слое почвы на залежи и пашне с ЗТС наблюдалась повышение запасов НОВ,в 3,2 и 1,3 раза соответственно. Возможно, это связано со значительным поступлением растительных остатков и замедлением процессов их минерализации.

Плотность сложения чернозёма типичного на различных угодьях представлена в таблице 2.

Исследованиями установлено, что наиболее значительное увеличение плотности почвы в 1,2 раза за период исследования отмечается в 0-25 и 25-50см слое чернозёма типичного на пашне с ЗППС и пашне под бессменным паром. В результате плотность чернозёма типичного тяжелосуглинистого в 0-25 см слое на пашне с ЗППС и пашне под бессменным паром по классификации, предложенной А.Г. Бондаревым, выходит из оптимального предела плотности сложения почв для большинства возделываемых культур [2]. Вероятно, в результате воздействия на чернозём типичный рассматриваемых угодий сельскохозяйственной техники происходит разрушение почвенной структуры и значительное уплотнение почвы.

Таблица 2. Плотность чернозёма типичного на различных угодьях (2008 и 20016 гг.)

Угодье	Глубина, см	2008	2016
		Плотность, г/см^3	Плотность, г/см^3
Лесополоса	0-25	0,98	1,09
	25-50	1,04	1,15
Залежь	0-25	1,08	1,16
	25-50	1,04	1,13
Пашня, ЗТС	0-25	1,10	1,13
	25-50	1,04	1,16
Пашня, ЗППС	0-25	1,09	1,33
	25-50	1,05	1,25
Пашня, БП	0-25	1,19	1,37
	25-50	1,04	1,21

Достаточно интересные результаты были получены при исследовании восьмилетней динамики содержания щелочногидролизуемого азота в чернозёме типичном на изучаемых угодьях (рис. 2).

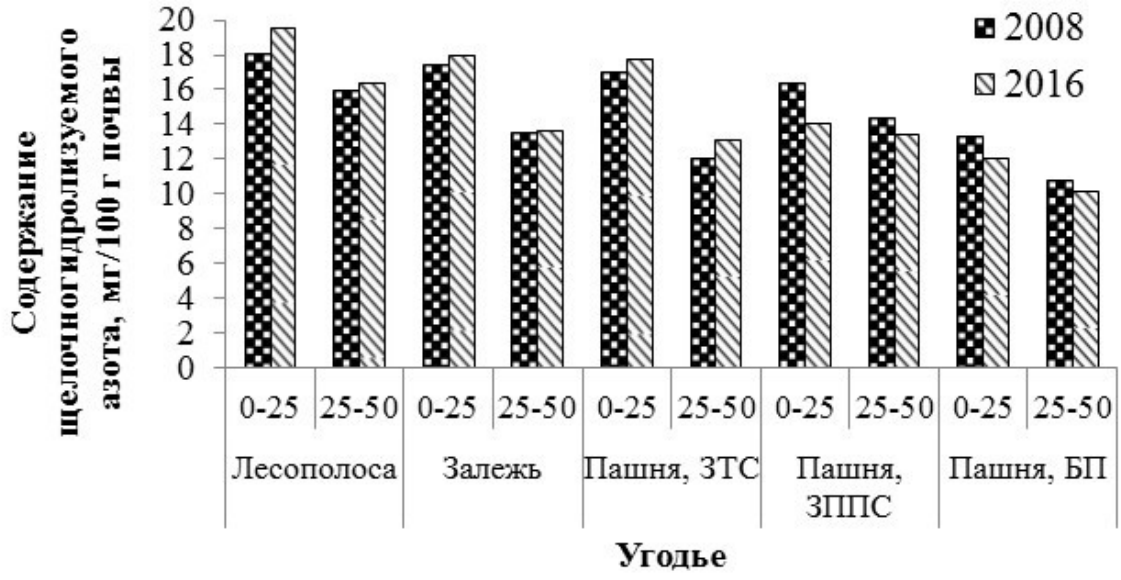


Рис. 2. Содержание щелочногидролизуемого азота в чернозёме типичном на различных угодьях в 2008 и 2016 гг.

Так в чернозёме типичном на угодьях наименее подверженных агрогенному воздействию отмечается стойкая тенденция к увеличению содержания щелочногидролизуемого азота. В то время как в почве на пашне с ЗППС и на пашне с БП наоборот наблюдается снижение содержания щелочногидролизуемого азота.

Таким образом, за восемь лет (две ротации 4-польного севооборота) в чернозёме типичном содержание гумуса увеличивается в водорегулирующей лесополосе и на пашне с ЗТС, а на остальных угодьях значительно не изменяется. Запасы НОВ значительно вырастают в почве на пашне с ЗТС и в

водорегулирующей лесополосе, а на пашне с ЗППС и на залежи снижаются. В чернозёме типичном на пашне с ЗППС и на пашне с БП отмечается значительное увеличение плотности почвы. Кроме того, за рассматриваемый период в почве в ряду: лесополоса → залежь → пашня, ЗТС, подверженных агрогенной нагрузке в меньшей степени, отмечается четкая тенденция к увеличению содержания щелочногидролизуемого азота. В то же время в чернозёме типичном изучаемых угодий в ряду: пашня, ЗППС → пашня, БП, наиболее подверженных агрогенной нагрузке, прослеживается четкая тенденция к снижению содержания щелочногидролизуемого азота.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агрохимические методы исследования почв / Под ред. А.В. Соколова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М: Наука, 1975. – 656 с.
2. Бондарев, А.Г. Проблема обостряется / А.Г. Бондарев // Земледелие. – 1985. – №2. – С. 23.
3. Вадюнина, А.Ф. Методы исследования физических свойств почв / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
4. Глазунов Г.П. Изменение качественного и количественного состава органического вещества почвы в зависимости от степени антропогенной нагрузки / Г.П. Глазунов, Г.М. Брескина // Материалы межрегиональной научной конференции (г. Курск, 6 апреля 2013 г.). Курск, 2013. – С 211-214.
5. Доспехов, Б.А. Практикум по земледелию / Б.А. Доспехов, И.П. Васильев, А.М. Туликов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 383 с.
6. Когут Б.М. Динамика содержания органического углерода в длительных полевых опытах на типичном чернозёме и её моделирование / Б.М. Когут, В.А. Романенков, Н.П. Масютенко, М.В. Беличенко, Ю.В. Куваева, Л.Г. Маркина, В.И. Лазарев, О.В Рыжков, А.С. Фрид// Материалы Международного научного симпозиума, ГНУ ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, (14-17 сентября 2010 г.) Курск, 2010. 39с.
7. Масютенко Н.П. Устойчивость органического вещества чернозёмов к антропогенным воздействиям / Н.П. Масютенко // Сборник докладов Международной научно-практической конференции. Модели и технологии оптимизации земледелия. – Курск: ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 2003. – С. 505-508.
8. Никитин, Б.А. Уточнение к методике определения гумуса в почве / Б.А. Никитин // Агрохимия. – 1983. – № 8. – С. 101-106.
9. Усовершенствованные теоретические и практические основы формирования пространственно-дифференцированных технологий точного земледелия. – Курск: ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 2010. – 65 с.
10. Калужских А.Г. Динамика содержания гумуса в чернозёме типичном в зависимости от экспозиции склона и агрогенных факторов/ Агротехнологическая модернизация земледелия. Материалы всероссийской научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева». Курск: ГНУ ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, Курск 11-13 сентября 2013 г. С.81-84.

УДК 631.445:616-002.9

АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ САНИТАРНО-ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОСНОВНЫХ ТИПОВ ПОЧВ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Кузнецов А.В.[1], Елизаров А.С.[2]
[1]ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск
[2] ФГБОУ ВО «Курский государственный университет»
НИИ паразитологии, г. Курск
kuzneczov.1983@mail.ru

Показана необходимость изучения влияния основных типов почв с различным гранулометрическим составом на паразитарные объекты, проведения санитарно-паразитологического мониторинга почвы на территории Курской области, а также разработки и усовершенствования профилактических мероприятий по геогельминтозам.

Почва – важный элемент биосферы, во многом определяющий санитарно-гигиеническое состояние внешней среды. Не менее важным компонентом почвы является биологическая составляющая, к которой можно причислить и геогельминтов (geo - земля, helminth - гельминт). В настоящее время во всем мире актуальной становится проблема их распространения, так как роль почвы в цикле развития этих паразитических объектов имеет первостепенное значение. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), геогельминтозы (заболевания, вызываемые геогельминтами) входят в число наиболее распространенных паразитозов человека. Ежегодно в мире от их возбудителей страдают примерно 2 млрд. человек, в том числе 4 млн. детей в Европейском регионе. Основные виды гельминтов, способные вызывать инвазии у человека – это аскарида (*Ascaris lumbricoides L. 1758*), власоглав (*Trichuris trichiura L. 1771*), токсокара (*Toxocara canis Werner, 1782*), анкилостоматиды (*Necator americanus Stiles, 1902*) и т.д. [4].

Почва, являясь гетерогенной открытой четырёхфазной структурной системой, образует оптимальные условия для созревания яиц возбудителей геогельминтозов - сглаженные температурные колебания, аэрация, наличие грунтовых вод и проникновение атмосферных осадков. Вместе с длительным сроком сохранения жизнеспособности (3–10 лет) все эти факторы создают высокий риск заражения для человека путем занесения инвазионных яиц в рот немытыми руками, вместе с пылью или с загрязненными продуктами питания.Кроме того, существуют и механические переносчики геогельминтов – животные, в том числе, насекомые, например, различные виды мух, которые могут переносить яйца геогельминтов с экскрементов на пищу.

Общее патогенное действие геогельминтов на организм человека выражается в том числе и в интоксикации организма продуктами жизнедеятельности паразита: появляются головные боли, повышается утомляемость, снижается работоспособность, появляется сонливость,

раздражительность. При этом нарушается функция кишечника, возникают боли в области живота [1].

На развитие и выживаемость яиц гельминтов в окружающей среде оказывают влияние сезон года, глубина попадания их в почву, структура, гранулометрический и химический состав, температура воздуха почвы и ее влажность. Наиболее благоприятные условия для развития и сохранения жизнеспособности яиц геогельминтов в почве создаются в районах с умеренным и тёплым климатом.

Климатические условия на территории Курской области (умеренно-континентальный климат) способствуютуспешному развитиюяиц геогельминтов. Развитие приусадебных хозяйств, а также преобладание сельскохозяйственного производства над промышленным способствует активному взаимодействию населения с почвой. Всё это повышает риск заражения населения геогельминтозами [2].

Около 81% территории Курской области занимают чернозёмы и серые лесные почвы, гранулометрический состав которых изменяется от легкосуглинистого до тяжелосуглинистого.Существуют данные, указывающие, что максимально (до 60%) яйцами геогельминтов обсеменены тяжелосуглинистые почвы; торфы – на 50%; легкие (песчаные, супесчаные) почвы – на 12% [3]. Также замечено, что яйца геогельминтов быстрее потеряют жизнеспособность в глинистых и суглинистых почвах, которые являются холодными и отличаются плохой водоотдачей и слабой аэрацией. В песчаной почве вероятность гибели яиц минимальна. Следует обратить внимание, что в период засухи поверхностные слои песчаных почв полностью высыхают, тогда как глинистые почвы удерживают некоторое количество влаги. Частицы глины легче яиц геогельминтов, и после дождя глинистые частицы оказываются выше их. Более грубые и тяжелые субстанции почвы располагаются ниже яиц. Таким образом, яйца геогельминтов, попав на поверхность, защищены слоем глины от солнечных лучей и ветра. Спектр воздействия различных факторов почвы на яйца геогельминтов очень многогранен.

Таким образом, комплексное изучение влияния гранулометрических показателейпочвы на паразитарные объекты, проведение санитарно-паразитологического мониторинга почв на территории Курской области, а также разработка и усовершенствование профилактических мероприятий по геогельминтозам в дальнейшем позволит говорить о существенном снижении риска заболевания населения опасными геогельминтозами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Большая медицинская энциклопедия / гл. ред. Б. В. Петровский. – 3-е изд. – М.: Советская энциклопедия, 1974—1989. – Т. 1-30.
2. Токарева М.К., Малышева Н.С. Сроки развития яиц аскарид в почве Центрально-Чернозёмной зоны (на примере Курской области) // Мед. паразитология и паразитарные болезни. 2006. № 4. С. 44-46.

3. Шевченко Г.Н., Шелевицкая Л.В., Гладовская Т.Н. Особенности геогельминтозов в Ровенской области // Мед. паразитология и паразитарные болезни. 2004. № 3. С.45–47.
4. Framework for control and prevention of soil-transmitted helminthiases in the WHO European Region 2016–2020. – 2016.

УДК 631.433.53:631.445.4

ДИНАМИКА ЭМИССИИ CO_2 ИЗ ЧЕРНОЗЁМА ТИПИЧНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭКСПОЗИЦИИ СКЛОНА И АГРОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

М.Н. Масютенко
ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск
avatar_dark@mail.ru

Исследованиями выявлены различия в характере и направленности динамики эмиссии CO_2 из почвы на северном и южном склонах в 2011 и 2012 годы в зависимости от вида севооборота и обработки почвы, а на водораздельном плато их не установлено. В 2013 году характер и направленность динамики эмиссии CO_2 из почвы на водораздельном плато и южном склоне различаются в зависимости от вида севооборота и обработки почвы, а на северном склоне нет. Это связано как с гидротермическими погодными условиями, так и с температурой, влажностью, твердостью почвы и содержанием в ней микробной биомассы.

Ключевые слова: *чернозём типичный, эмиссия CO_2,севооборот, обработка почвы, температура почвы , влажность почвы, твердость почвы, микробная биомасса*

Интегральным показателем биологической активности почвы является выделение CO_2 из почвы. Эмиссия диоксида углерода почвами является важным звеном круговорота углерода в экосистемах (Ларионова А.А., Розанова Л.Н., Дёмкина Т.С., Евдокимов И.В., Благодатский С.А., 2001; Ларионова А.А. и др., 2010; Семенов В.М., Иванникова Л.А., Кузнецова Т.В., Семенова Н.А., Тулина А.С., 2008; Нагорная О.В, 2006; Курганова И.Н., Лопес де Гереню В.О., Мякшина Т.Н., Сапронов Д.В., Кудеяров В.Н., 2007; Ларионова А.А., Курганова И.Н., Лопес де Гереню В.О., Золотарева Б.Н.,Евдокимов И.В., Кудеяров В.Н., 2010). Диоксид углерода атмосферы примерно на 90 % имеет почвенное происхождение (Кудеяров В.Н., Хакимов Ф.И., Деева Н.Ф., Ильина А.А., Кузнецова Т.В., Тимченко А.В., 1995). Уровень эмиссии CO_2 из почвы характеризует, с одной стороны, поступление углекислоты в атмосферу, а с другой, интенсивность процессов минерализации органического вещества. Выделение CO_2 из почвы в агроэкосистемах и влияние на него агрогенных факторов, а также экспозиции склона изучены недостаточно.

Изучение этих вопросов необходимо для более чёткого регулирования и управлениябиологическими процессами, происходящими в почвенных экосистемах, для оценки интенсивности потери С из почвы при различных системах земледелия и является актуальным.

Исследования проводились в 2011-2013 гг. в многофакторном полевом стационарном опыте ГНУ ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии (Медвенский район, Курская обл.), заложенном в 1984 году на чернозёме

типичном на водораздельном плато, склонах северной и южной экспозиции крутизной до 3° в 7-ю ротацию четырехпольных зернопаропропашного (ЗППС) и зернотравяного (ЗТС) севооборотов при отвальной и безотвальной системах обработки, без внесения удобрений (М.Н. Масютенко, 2014). Чередование сельскохозяйственных культур в ЗППС было следующим: ячмень (2010г.) - чистый пар (2011г.) - озимая пшеница (2012г.) – кукуруза (2013г.); в ЗТС: эспарцет (2010г.) - эспарцет (2011г.) – озимая пшеница (2012г.) – ячмень + эспарцет (2013г.). Глубина обработки под кукурузу –25-28 см, а под остальные культуры севооборотов – на 20-22 см. Почва – чернозём типичный среднемощный малогумусный тяжелосуглинистый на карбонатных лессовидных суглинках. Выделение CO_2 из почвы определяли в полевых условиях методом адсорбции в модификации Л.О. Карпачевского (1977) с изоляторами ежемесячно в течение мая-сентября в 3-кратной повторности.

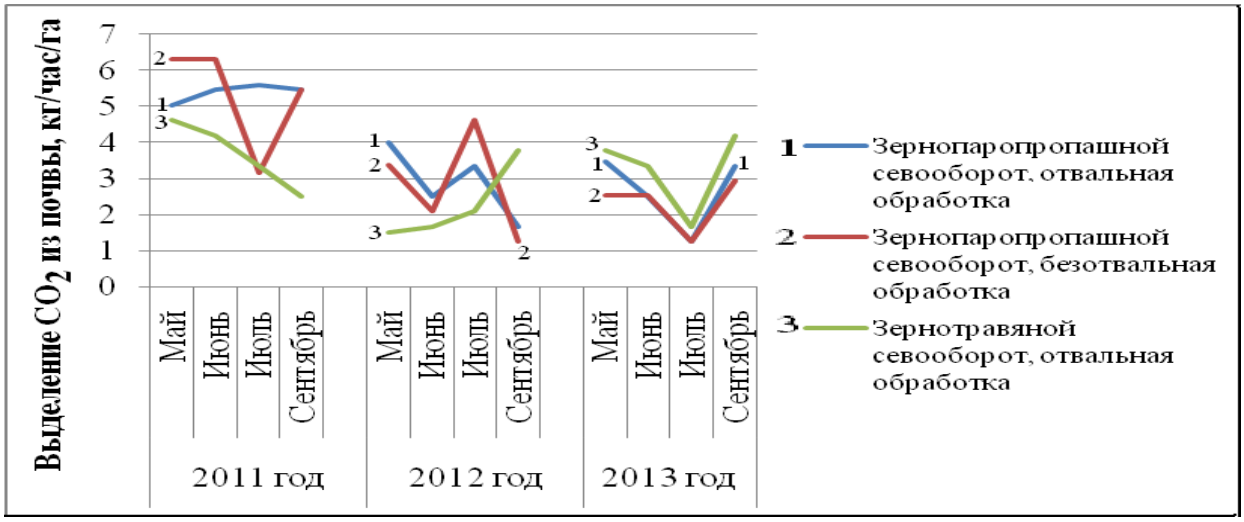
Исследования показали (рис.1), что величины выделения CO_2 из чернозёма типичного в течение мая-сентября в изучаемые годы изменялись от 1,26 до 8,82 кг/час/га. Эмиссия CO_2 из почвы на водораздельном плато на всех вариантах опыта в 2011 году снижается от мая к июлю, а к сентябрю наблюдается его резкое увеличение. Следовательно, характер динамики эмиссии CO_2 из почвы на водораздельном плато идентичен вне зависимости от вида севооборота и обработки почвы.

Уровни выделения CO_2 из почвы на водораздельном плато в ЗППС (чистый пар) при отвальной и безотвальной обработках близки. Значимые различия в зависимости от обработки почвы отмечены только в отдельные сроки: в мае (в 1,7 раза), сентябре (в 1,6 раза); а от вида севооборота – в сентябре (в 1,4 раза). На северном склоне характер и направленность динамики эмиссии CO_2 из почвы различаются в зависимости от вида севооборота и обработки почвы.

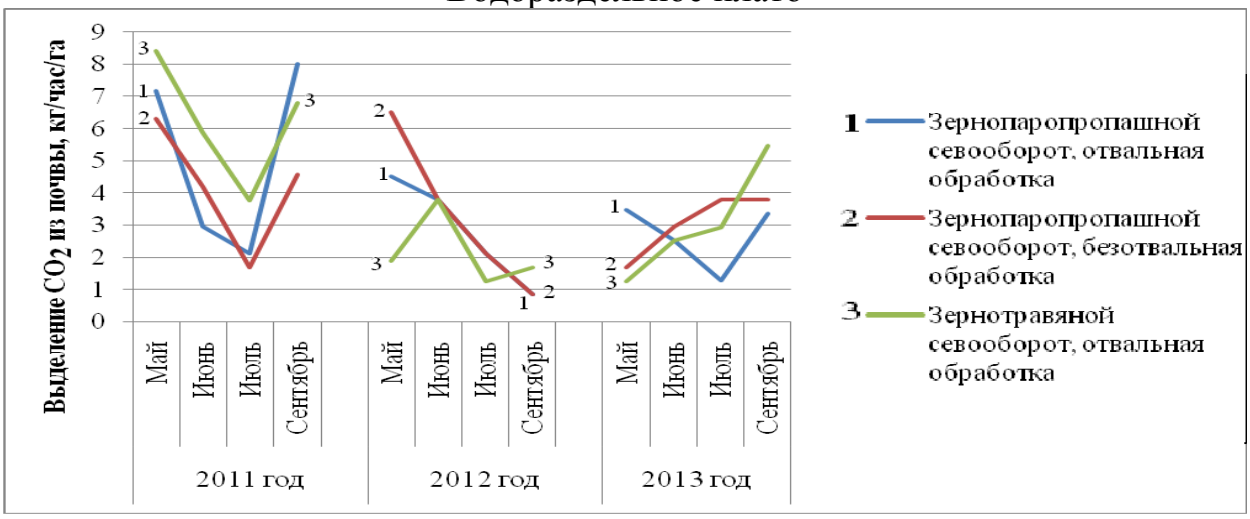
Характер динамики эмиссии CO_2 из почвы в ЗППС на северном склоне при безотвальной обработке идентичен таковому на водораздельном плато. Различия заключаются только в уровнях выделения CO_2 из почвы: на северном склоне они в летние месяцы в 1,5-1,9 раза выше, чем на водораздельном плато. В ЗППС при отвальной обработке эмиссия CO_2 из почвы незначительно изменяется (на 2-8%) в течение мая - сентября. В ЗТС при отвальной обработке отмечается снижение выделения CO_2 из почвы от мая к сентябрю от 4,62 до 2,52 кг/час/га.

На южном склоне характер и направленность динамики эмиссии CO_2 из почвы различаются в зависимости от вида севооборота и обработки почвы. В ЗППС в черном пару независимо от обработки почвы от мая к июню наблюдается некоторое возрастание выделения CO_2 из почвы, затем при безотвальной обработке - снижение к сентябрю, а при отвальной – остается на прежнем уровне к июлю и резко снижается к сентябрю. Иной характер динамики эмиссии CO_2 из почвы в ЗТС, он идентичен таковому на водораздельном плато.

Северная экспозиция



Водораздельное плато



Южная экспозиция

Рис.1. Эмиссия CO_2 из чернозёма типичного в зернопаропропашном и зернотравяном севооборотах при отвальной и безотвальной обработкахпочвы в зависимости от местоположения в рельефе

В 2012 году характер и направленность динамики выделения CO_2 из почвы иные и различаются в зависимости от местоположения в рельефе. На водораздельном плато в ЗППС выделение CO_2 из почвы снижается от мая к сентябрю; на северном склоне - от мая к июню наблюдается его уменьшение, а к июлю повышение, сменяющееся снижением в сентябре, а в ЗТС незначительным возрастанием.

На северном склоне уровень выделения CO_2 из почвы наибольший в ЗППС, значимые различия между обработками проявляются только в отдельные сроки (в июле). На южном склоне характер выделения CO_2 из почвы, его значения идентичны вне зависимости от экспозиции склона, вида севооборота и системы обработки почвы. Эмиссия CO_2 из почвы от мая к июню резко повышается, к июлю и сентябрю падает, а в ЗТС к сентябрю отмечается тенденция к её повышению.

Эмиссия CO_2 из почвы на северном склоне на всех вариантах опыта в 2013 году, достаточно увлажненном году (ГТК=1,13), снижается от мая к июню и июлю, а к сентябрю наблюдается его резкое увеличение (рис.22). Следовательно, характер динамики эмиссии CO_2 из почвы на северном склоне идентичен вне зависимости от вида севооборота и обработки почвы. Однако уровни выделения CO_2 из почвы в ЗТС (ячмень с подсевом трав) выше, чем в ЗППС (кукуруза), а при отвальной и безотвальной обработках близки. Значимые различия в зависимости от вида севооборота отмечены тольков июле (в 2,3 раза).

На водораздельном плато характер и направленность динамики эмиссии CO_2 из почвы различаются в зависимости от вида севооборота и обработки почвы. В ЗТС на водораздельном плато отмечается возрастание эмиссии CO_2 от мая к сентябрю от 1,26 до 5,46 кг/час/га. В ЗППС характер динамики выделения CO_2 из почвы при отвальной и безотвальной системах обработки противоположен. При отвальной обработке наблюдается снижение его от мая к июню, оставаясь в июле на прежнем уровне, а к сентябрю увеличивается. При безотвальной обработке эмиссия CO_2 из почвы возрастает от мая к июню и июлю, оставаясь к сентябрю на том же уровне.

Характер динамики эмиссии CO_2 из почвы в ЗППС на южном склоне при безотвальной обработке в определенной степени идентичен таковому на водораздельном плато. Различия заключаются только в уровнях выделения CO_2 из почвы: на водораздельном плато они в летние месяцы в 1,4-1,8 раза выше.

В ЗППС при отвальной обработке эмиссия CO_2 из почвы резко падает (в 3 раза) от мая к июню, к июлю резко (в 2,75 раза) возрастает, а к сентябрю незначительно падает. В ЗТС при отвальной обработке отмечается снижение выделения CO_2 из почвы от мая к июлю от 4,20 до 2,10 кг/час/га, а к сентябрю незначительное его возрастание.

Для выяснения влияния почвенных условий на эмиссию CO_2 из почвы, на её динамику была проведена оценка характера и степени их связи. На основе корреляционного анализа установлена прямая высокая связь

выделения CO_2 из почвы с содержанием в ней микробной биомассы (r=0,78); прямая средняя связь - с температурой почвы в диапазоне от 15 до 25^0C r = 0,57); с влажностью почвы в диапазоне от 10 до 20 % (r =0,56); обратная высокая – с твердостью почвы (r =0,78).

Установлено, что наибольшее варьирование почвенного дыхания в течение мая-сентября отмечено в 2011 году на водораздельном плато в ЗППС (коэффициент вариации – 42-52 %), в 2012 году на водораздельном плато и южном склоне в обоих севооборотах (коэффициент вариации – 60-74 %), в 2013 годуна водораздельном плато (коэффициент вариации – 58 %).

Таким образом, величины выделения CO_2 из чернозёма типичного в течение мая-сентября изменялись от 1,26 до 8,82 кг/час/га. Характер и направленность динамики эмиссии CO_2 из почвы на северном и южном склонах, как в 2011, так и в 2012 годах, различаются в зависимости от вида севооборота и обработки почвы, а на водораздельном плато различий не установлено. В 2013 году характер и направленность динамики эмиссии CO_2из почвы на водораздельном плато и южном склоне различаются в зависимости от вида севооборота и обработки почвы, а на северном склоне такой зависимости не наблюдалось. Эмиссия CO_2 из почвы прямо тесно связана с содержанием в ней микробной биомассы, обратно сильно – с твердостью почвы, средне - с температурой почвы в диапазоне от 15 до 25^0C и влажностью почвы в диапазоне от 10 до 20% .

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпачевский Л.О. Пестрота почвенного покрова в лесном биогеоценозе. – М.: Изд-во МГУ, 1977. – С. 217-224.
2. Кудеяров, В.Н. Эмиссия углекислого газа почвенным покровом России/ В.Н. Кудеяров, Ф.И. Хакимов, Н.Ф. Деева, А.А. Ильина, Т.В. Кузнецова, А.В. Тимченко // Почвоведение. - 1995. - №1. - С.33-43.
3. Курганова, И.Н. Оценка газообразных потерь углерода из почв агроэкосистем Российской Федерации/ И.Н. Курганова, Лопес де Гереню В.О., Т.Н. Мякшина, Д.В. Сапронов, В.Н. Кудеяров // Труды IV Всероссийской научной конференции «Гуминовые вещества в биосфере». - Санкт-Петербург. - 2007. – С.54-57.
4. Ларионова, А.А. Годовая эмиссия СО2 из серых лесных почв Южного Подмосковья / А.А, Ларионова, Л.Н. Розанова, Т.С. Дёмкина, И.В. Евдокимов, С.А.Благодатский // Почвоведение. - 2001. - №1 - С. 72-80.
5. Ларионова, А.А. Эмиссия диоксида углерода в агроэкосистемах на серых лесных почвах в условиях изменяющегося климата /А.А. Ларионова, И.Н. Курганова, В.О. Лопес де Гереню,Б.Н. Золотарева, И.В. Евдокимов, В.Н. Кудеяров // Почвоведение. - 2010. -№ 2. - С. 186-195.
6. Масютенко, М.Н. Влияние севооборотов, систем обработки почвы и экспозиции склона на агрофизические и биологические свойства чернозёма типичного и урожайность сельскохозяйственных культур: Автореф. дисс. ...канд. сельск. наук: 06.01.01. - Рамонь, 2014. – 24с.
7. Нагорная, О.В. Влияние степени антропогенного воздействия на эмиссию CO^2 из чернозёмных почв Курской области / О.В. Нагорная // Регион – 2006: стратегия оптимального развития. Матер. междунар. научно-практич. конф. – Харьков, 2006. – С. 236–237.

8. Семенов, В.М. Минерализуемость органического вещества и углерод-секвестрирующая емкость почв зонального ряда / В.М. Семенов, Л.А. Иванникова, Т.В. Кузнецова, Н.А. Семенова, А.С. Тулина // Почвоведение. – 2008. – № 7. – С. 819–832.

УДК 633.11 «324»:631.811.1

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕЖИМА АЗОТНОГО ПИТАНИЯ

Митрохина О.А.
ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск
mitrokhina1977@ mail.ru

В статье приводятся результаты исследований действия азотных удобрений на урожайность и формирование стеблестоя озимой пшеницы в зависимости от доз азотного питания.

Ключевые слова: азотное питание, дозы, урожай, озимая пшеница.

Известно, что условия минерального питания являются основополагающим фактором в продуктивности сельскохозяйственных культур. Озимая пшеница не является исключением.

Сбалансированность азотно-фосфорного питания оказывает влияние на формирование продуктивности агроценоза и факторами повышения устойчивости растений к стрессовым ситуациям.

По мнению Baulelowak (2005), именно увеличение доз азота в поздние фазы вегетации позволяет повысить урожай озимой пшеницы до 12,3 т/га и белковость зерна до 9,8-12,7%.

Ломако (1998) и Шевченко (1989) установили корреляционную зависимость между урожайностью зерна и содержанием общего азота в растениях в период прекращения осеннего и начала весеннего кущения.

Большое значение имеет изучение азотных удобрений на растения в зависимости от доз и сроков внесения.

Опыты, проведенные в условиях Курской области с озимой пшеницей сорта Московская-56 позволили изучить влияние доз азотных удобрений на урожай и физиологические показатели растений. Погодные условия в период проведения опытов были удовлетворительными.

Почва опытных участков - чернозём типичный среднесуглинистый. Размер делянок 80 м^2. Повторность опыта 2-х кратная. Предшественник – вико-овсяная смесь. Азотные удобрения в виде аммиачной селитры вносили в дозе 60 кг/га, 120 кг/га в фазу кущения озимой пшеницы. Осенью вносили калийные и фосфорные удобрения в дозе (80 кг/га).

Анализ проведенных исследований позволяет сделать вывод, что с помощью азотных удобрений можно влиять на повышение зерновой продуктивности. Применение азотных удобрений в дозе 60 кг/га позволяет получить прибавку урожая зерна 9,8 ц/га. В дозе 120 кг/га- 12,8 ц/га (табл.1).

Показателем продуктивности посевов является число растений и количество продуктивных побегов на единицу площади (м^2). В наших исследованиях данный показатель также возрастал от доз азотного питания.

Кроме того, число колосоносных побегов возрастает от 355 на контроле до 500 на удобренном варианте.

Таблица 1 - Влияние доз азота на продуктивность озимой пшеницы

Доза N кг/га	Число растений на 1 м^2 шт	Высота растений, см	Число колосоносных побегов на 1 м^2	Урожайность, ц/га	Коэффициент продуктивности кущения
0	336	61,5	355	30,2	1,0
60	349	73,0	413	40,0	1,2
120	421	85,0	500	43,0	1,3

Как видно из таблицы, в посеве, сформировавшем продуктивный стеблестой 500 шт./ м^2, получен урожай зерна 43 ц/га. Улучшение азотного питания увеличивает высоту растений: в посеве, сформировавшем стеблестой высотой 73-85 см, получен урожай зерна 40-43 ц/га. Растения высотой более 90 см при применении высоких доз азотных удобрений способны к полеганию, что в свою очередь ведет к ухудшению формирования зерна, а, следовательно, к потере урожая [4-6].

В целом, анализ полученных данных позволяет сделать вывод, что с помощью азотных удобрений можно оказать положительное влияние на развитие и урожай озимой пшеницы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Baulelowak N, Yancutsem K, Bodson B, Destain S.P, Fellisse A. Effect des doses de la famure arotec sur I accumuiation de I azote don’t le gruin du froment d hiver (Triticum aestivum L) // Bul. Vniv. Sti.Agr.Simet. Vet Ceij-napoca Jer. Agr.,2005.61.28 p.
2. Ломако Е.И. Влияние доз и сроков проведения азотных подкормок на урожай и качество зерна озимой пшеницы // Агрохимия. 1989.№11. с. 31-38.
3. Шевченко А., Лапа В.Г. Автоматизированное управление продукционнными процессами в растениеводстве // Земледелие . 1989. №4. С. 32-34.
4. Ниловская Н.Т., Карманенко Н.М. Приемы управления продукционным процессом озимой пшеницы агрохимическими средствами при низких температурных воздействиях и различных погодных условиях выращивания. – М.: ВНИИА, 2009. – 120 с.
5. Митрохина О.А. Влияние физико-химических свойств и микроэлементного состава чернозёма типичного на урожайность и качество зерна озимой пшеницы / О.А. Митрохина // диссертация на соискание ученой степени кандидата с-х наук. Курск 2009. - 122 с.
6. Митрохина О.А. Влияние экспозиций склонов на особенности формирования урожая и качества зерна озимой пшеницы // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия. Сборник докладов научно-практической конференции с международным участием Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева». 2016. С. 208-209.

УДК 631.431.1

АНТРОПОГЕННЫЕ АСПЕКТЫ УПЛОТНЕНИЯ ПОЧВ Г. КУРСКА (ГУТОРИЕВ БОР)

Неведров Н.П., Шлыкова Е.В.
Курский КГУ, г. Курск
katerina240896@gmail.com

В статье описываются последствия уплотнения городских почв лесных массивов, подвергшихся значительной рекреационной нагрузке. Приведены данные плотности сложения подзолов песчаных формирующихся под разными по составу фитоценозами.

В последние десятилетия усиление антропогенного воздействия на городские почвы приобретает всё большую значимость. С увеличением численности населения городов происходит ускорение и повышение мощности нагрузки на окружающую городскую среду, в том числе на состояние литосферы, в которой основная негативная нагрузка приходится на почву – поверхностный слой земли.

Сегодня городские почвы представляют собой особые природно-антропогенные тела, которые называются урбанозёмами. Они имеют существенные отличия от фоновых аналогов, так как постоянно испытывают интенсивное антропогенное воздействие, включая сильнейший физический пресс. Рекреационная нагрузка в несанкционированных местах, в том числе нерегулируемое использование зон отдыха и лесных массивов, приводит к переуплотнению корнеобитаемого слоя почв, в таких условиях создается сильное препятствие росту корней, поэтому растениям приходится затрачивать много усилий на преодоление механического сопротивления [2].

Хорошо предохраняет почву от переуплотнения лесная подстилка, а также дернина, которая удобряет и улучшает физические свойства почв. Но преимущественным видом физического воздействия является вытаптывание, которое приводит не только к уплотнению почвенного покрова и нарушению его свойств, но и изреживанию растительности и снижению санитарной значимости территории.

Гуториев бор - это искусственный сосновый лес, возраст которого около 70 лет. Данные насаждения являются нетипичными для г. Курска, его растительный покров сильно зависит от рельефа и количества влаги. Объектом данного исследования являлись почвы, функционирующие на песчаных отложениях под сосновыми и смешанными фитоценозами [4].

Целью работы являлась оценка влияния рекреационной нагрузки на изменение физических свойств почв пространственно-неоднородных экосистем урочища Гуториев бор.

Для определения плотности сложения почв пользовались методом буриков Н.А. Качинского. Отбор проб производили на шести участках в 3х кратной повторности (Табл.).

Границей переуплотнения слоя и остановка развития корней начинается с величины 1,5 г/см3 для песчаных почв. В дерновом горизонте лесных песчаных почв плотность может уменьшаться до величины 1,2–1,3 г/см3[1].

Таблица - Зависимость плотности сложения почв урочища Гуториев бор от качественного состава фитоценоза

Номер участка	Выдел	Влажность	Плотность
1	сосновый	3,73	1,23±0,01
2	лиственный	11,33	0,77±0,26
3	лиственный	9,52	1,18±0,01
4	лиственный	12,51	0,85±0,14
5	сосновый	5,91	1,29±0,26
6	сосновый	0,41	1,53±0,02

Проанализировав полученные данные можно заключить следующее: у большинства проб (пробы 1,3,5,6) отмечено превышение объемной плотности почв по сравнению со средним значением нормальной плотности песчаных почв равной 0,8-0,9 г/см3. Заметна разница в плотности почвенного покрова под сосновым древостоем, по сравнению с лиственным. Подзолы под сосновыми выделами имеют достоверно большую плотность сложения, что может определяться большей разреженностью сосны и увеличением открытой местности, которую люди могут использовать для отдыха. В выделах лиственных пород выделяется больше ярусов, что может приводить к разуплотнению почв. Наибольшие значения плотности сложения зафиксированы на участке 1 и участке 5, по всей вероятности, это связано с расположением пробных точек вблизи населенного пункта и проезжей части, что определяет повышенную рекреационную нагрузку и большее количество посещений данных участков отдыхающими, по сравнению с углубленными участками леса.

Главным способом сохранения физических свойств лесных почв городов является их рациональное использование. Регулируемая рекреационная нагрузка и сооружение сетей дорожек и мостовых в лесах уменьшают количество вытаптываемых тропинок и приводят к улучшению физических характеристик почвенного покрова. Также планирование озеленения нарушенных участков повысят способность почв к саморазуплотнению.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Большаков, Н. М. Рекреационное природопользование / Н. М. Большаков. - Сыктывкар, 2006 – С.310.
2. Качинский Н. А. Физика почв / Н. А. Качинский. – М., 1965. – Т. 1. – С. 155–161; М., 1970. – Т. 2. – С. 88.
3. Неведров Н. П., Проценко Е. П., Иванова Е. В. / Фитоценотические и антропогенные аспекты почвенных сукцессий присеймья г. Курска // Auditorium. Электронный научный журнал Курского государственного университета. 2016 а. № 4 (12). URL: auditorium.kursksu.ru/pdf/012-004 pdf (дата обращения: 20.06.2017).

УДК 631.452:336.2

ОБ ОЦЕНКЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ И О ЗЕМЕЛЬНОМ НАЛОГЕ (БОНИТИРОВКА)

Нечаев Л.А.[1], Федотова И.Э.[2]
[1]ФГБНУ «Всероссийский НИИ зернобобовых и крупяных культур», г. Орёл
[2]ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орёл

Орловская область расположена в зоне переходных почв от дерново-подзолистых к чернозёмным. На этой основе выделено три почвенно-ландшафтных и агроландшафтных зоны:

- Западная (агроландшафты светло-серых и серых лесных почв);
- Центральная (агроландшафты темно-серых лесных почв и оподзоленных чернозёмов);
- Юго-Восточная (агроландшафты выщелоченных и оподзоленных чернозёмов).

Оценка плодородия почв этих зон показывает, что наибольший балл сравнительного плодородия имеется в Юго-Восточной зоне (78,6 балла), средний балл имеется у почв Центральной зоны - 69,4 балла, наименьший у почв Западной зоны - 49,1 балла.

Характер использования земель Орловской области рассмотрим со стороны проблем развития плодородия почв и земельного кадастра (бонитировки).

О плодородии почв. Основными типами почв Орловской области являются (% к площади сельскохозяйственных угодий): чернозёмы выщелоченные (11%); чернозёмы оподзоленные (27%); темно-серые лесные (22%); серые лесные (21%); светло-серые лесные (6%); пойменные луговые (4%); чернозёмно-влажно-луговые (3%); дерново-подзолистые (2%); болотные почвы и торфяники (2%); пески и супеси (1%); лугово-чернозёмные (1%).

Изучение содержания подвижных форм питательных веществ в почвах пашни Западной зоны за 1993-2015 годы показало, что содержание калия и фосфора снизилось, а кислотность повысилась.

В Центральной зоне содержание подвижных форм питательных веществ снизилось и только по калию повысилось. В Юго-Восточной зоне в 2013 году кислотность не изменилась, уменьшилось содержание фосфора и гумуса, а калия существенно увеличилось.

Расчет среднего показателя плодородия почв по Орловской области за 2015 год по зонам составил: в Западной зоне коэффициент плодородия почв (NPK, pH) 0.65 (0.53-0.69); коэффициент плодородия почв (тип почвы, рельеф местности, гранулометрический состав почв и др.) 0,49 (0,38-0,57); сумма показателей плодородия почв 1,14 (1,04-1,25), средний показатель плодородия почв 0,57 (0,52-0,63); в Центральной зоне коэффициент плодородия почв (NPK) 0,67 (0,60-0,75); коэффициент плодородия почв (тип

почвы, рельеф местности,гранулометрический состав почв и др.) 0,69 (0,50-0,80) сумма показателей плодородия почв 0,36 (1,22 - 1,44); средний показатель плодородия почв 0,68 (0,61 - 0,72); в юго-восточной зоне коэффициент плодородия почв (NPK, pH) 0,64 (0,60 - 0,67); коэффициент плодородия почв (тип почвы, рельеф местности, гранулометрический состав почвы и т.д.) 0,79 (0,76 - 0,81) сумма показателей плодородия почв 1,42 (1,40 - 1,44); средний показатель плодородия почв 0,71 (0,70 - 0,72).

Следовательно, по показателям плодородия почв по зонам области (Западной, Центральной, Юго-Восточной) коэффициент плодородия почв (NPK, pH) одинаковый (0,64-0,67), а по коэффициентам среднего плодородия почв наблюдаются существенные различия - 1,14; 1,36 и 1,42. Это требует специальных рекомендаций учета плодородия почв.

Анализ баланса питательных веществ посевных площадей в области за 1990-2015 годы показал, что вынос NPK с урожаем культур в 1990 г. составил 274,4 тыс. тонн д-в, в 2000-148 тыс. тонн, в 2010 - 132,4 тыс. тонн, в 2015 - 235,74 тыс. тонн. Баланс питательных веществ в 1990 г. - 34,8 тыс. тонн, в 2000 -76 тыс. тонн, в 2010 - -54,9 тыс. тонн, в 2015 - 132,91 тыс. тонн. Баланс питательных веществ посевной площади в 1990 г -22,2 кг/га, в 2000 -63,2 кг/га, в 2010 г - 51 кг/га, в 2015 г - 109,61 кг/га. То есть, начиная с 2000 г., наблюдается отрицательный уровень питательных веществ. В области со временем будет существенное снижение плодородия почв и качества земель. Требуются рекомендации по применению удобрений в земледелии области.

Изучение динамики содержания гумуса в пахотных почвах области за 1976-1982 гг., за 1989-1993 гг., 2007-2015 гг. показало следующее.

В Западной, Центральной и Юго-Восточной зонах содержание гумуса в почвах по зонам былонизким:в Западной и Центральной зоне (737; 46,5 и 37,9; 22,2; 8,3 и 6,5 тыс.га); в Юго-Восточной зоне его не было совсем. В Западной зоне в 1976-1982 гг. ниже среднего и среднее содержание было на 279,4 и 177,9 тыс. га соответственно, в 1989-1993-229,7 и 210,6; в 2007-2015 - 214,8 и 195,3; выше среднего - 80,1; 71,0 и 25,4 тыс. га, применение высоких и очень высоких доз было низким в 1989-1993 -14,3 и 1,8 тыс. га и в 2007-2015 гг-4,9 и 0,6 тыс. га.В Центральной зонес низкой дозой гумуса было 22,2; 8,3 и 6,5 тыс. га. Затем содержание гумуса увеличилось с 156,2-190,3; 66,0-218,1 тыс. га и 63,3-284,8тыс. га ВЮго-Восточной зоне ниже среднего и среднего содержания26,1-83,2; 8,0-120,1; 10,5-207,2 тыс. га; выше среднего 321,4; 349,5 и 252,6,с высокойдозой - 63,5; 9,8 и 3,8 тыс. га.

По зонам наблюдается снижение содержания гумуса. В Западной зоне в 1976-1982 гг., 1989-1993 и 2007-2015 гг.применение равнялось 611,1;573.9 и 478,7 тыс. га. в Центральной зоне - 553,5; 533,6; 478,6; в Юго-Восточной-494,2; 487,7 и 474,3 тыс. га. То есть масштабы содержания гумуса равным в 1976-2015 г.г. в Юго-Восточной зоне, а в Западной и Центральной зонах заметно снизилось (132,2 и 75,3 тыс. га).

Земельный кадастр (бонитировка) - система государственных мероприятий о природном, хозяйственной и правовом положении земель,

включающихдостоверные сведения и данные регистрации землепользователей и землевладельцев на основе фактического состава земельных угодий и использования земель, бонитировки почв и земель, экономической оценки земель для обеспечения их рационального природоохранного и эффективного земледелия в государстве.

Бонитировка - этап оценки территории конкретных хозяйств, севооборотов или их полей. Проводится на основе бонитировочной шкалы почв (хозяйства, района, области) и поправочных коэффициентов на их свойства.

Государственный учет земель - система государственных мероприятий и органов по учету наличия, качества и состояния почв, земель и происходящих в них изменений, а также регистрации землепользователей и землевладельцев.

Сведения и данные о морфолого-генетических и агрофизических свойствах почв находятся в следующей документации — почвенной карте, почвенной и агрохимической картограмме, почвенном и агрохимическом отчете, легендам к картам и картограммам, материалах по вычисленным площадям. Эти документы разрабатываются на основе требований генетического почвоведения и сводного агрохимического картирования, без основополагающего для земельного кадастра системного подхода, поэтому они могут грешить целым рядом недостатков, которые несмотря на многолетний набор данных о свойствах почв, резко снижают полноту и достоверность информации, требуют дополнительных расчетов (математических, графических), носящих вспомогательный характер.

О масштабе почвенной съёмки. Современная почвенная картография использует высококачественные фотопланшеты и космоснимки, имеющие большую разрешающую возможность и позволяющие по небольшим числам разрезов (полуям, прикопок) правильно и достоверно нанести на плане почвенные контуры. В работе надо ввести понятие таксонометрического разряда почвенного обследования, что позволит при любом масштабе иметь образцы почв всех таксонометрических уровней.

Об **отборе образцов.** Необходимым является установление среднего значения типичных свойств почвенного таксона во времени и пространстве. При этом масштаб съемки значения не имеет, важен принцип отбора образцов в оцениваемом слое: по десятиметровым колонкам, по слоям целиком, по генетическим горизонтам.

О повторных почвенных съёмках. Корректировка ранее сделанных карт,что требует глубокого анализа выполненных обследований, современныеземлеустройства,распаханность,использованиерассекреченныхк рупномасштабных топографических фотопланов и т.д.

Об увязке **съёмок.** Используется классификация почв по имеющемуся последовательному ряду: генетический тип - географическая (местная, фациальная) группа - генетический подтип - литологический ряд -генетический вид - гранулометрическая разновидность - петрографический

разряд - эрозийная форма.

В основу бонитировки почв и земель берутся свойства почв, имеющих основополагающее значение в получении урожая с/х культур и корректирующие с их урожайностью. При этом из родственных свойств почв (например, гумус-азот берётся один наиболее доступный в анализе и известный как науке, так и практике.

Главными вопросами в теории и методологии бонитировки почв (земель) являются:

- признаки и свойства почв, которые используются в основе оценки почв;
- таксонометрические единицы в оценке почв: тип, подтип, ряд, вид или разновидность;
- какие нужны критерии, чтобы обосновать бонитировку в масштабе области, как оценивать локальные особенности (природные и техногенные) почв и регионов;
- какие обоснования положить при проведении бонитировки почв района, хозяйства, севооборота, его поля или отдельного участка;
- какую брать урожайность сельскохозяйственных культур;
- разработка бонитировки шкал;
- какие нужны критерии для обоснования земельного налога.

Развитие адаптивно-ландшафтного земледелия требует постоянного функционального целевого анализа разноплановой почвенно-агрохимической информации и требует разработки и освоения их программного обеспечения. Для информационного обеспечения задач по оптимизации землепользования и землевладения, проектированию и проектировке для них адаптивно-ландшафтных систем земледелия необходимым является районированные автоматизированные системы агрохимической и кадастровой оценки земель, областные агроэкологические и земельно-кадастровые базы данных, а также специализированные и к зональным условиям районов и хозяйств области.

С учётом изложенного целесообразно разработать и принять региональную целевую программу «Плодородие и региональное использование земель и почв Орловской области». Такая программа должна предусмотреть решение следующих задач:

- совершенствование регионального земельного законодательства;
- создание системы мероприятий, обеспечивающих научно-обоснованный постоянный обязательный мониторинг качества почв;
- создание системы оценки земельных участков и сертификации почв с учётом класса бонитета;
- создание системы мероприятий, обеспечивающих охрану, восстановление и улучшение почв и земель;
- создание информационных ресурсов, включая базы данных, позволяющих проводить оценку и выявлять динамику изменения почв, оценивать причиненный ущерб и т.д.;
- разработка, апробирование и внедрение адаптивно-ландшафтных систем земледелия;

– создание системы подготовки кадров.

УДК 664.121:631.86

ПОБОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ СВЕКЛОСАХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА КАК ЭЛЕМЕНТ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Е.С. Николаева
Курская ГСХА им. И.И. Иванова, г. Курск
katya124124@bk.ru

В статье рассмотрены особенности применения отходов свеклосахарного производства для повышения экологизации земледелия. Представлены результаты исследований влияния фильтрационного осадка и жома на показатели плодородия почвы.

Наметившиеся в последние годы тенденции роста плотности посевов сельскохозяйственных культур, создает реальную угрозу интенсивной деградации почвенного покрова. Одним из приемлемых способов повышения плодородия почв в данном случае является экологизация земледелия с акцентом на применение отходов свеклосахарного производства, содержащих в своем составе полезные для почвы компоненты [1].

Внесение в почву побочной продукции пищевых производств, решает ряд немаловажных проблем современности: утилизацию отходов, а также позволяет активизировать почвенную микрофлору, что в свою очередь поможет снизить применение минеральных удобрений и минимизировать экологический риск беспорядочных потерь энергии при неконтролируемой минерализации органических отходов на местах их складирования.

Ежегодно в России образуется более 5 млрд. тонн отходов. Уже известно, что свеклосахарное производство является источником вторичных сырьевых ресурсов и отходов, общий объем образования которых составляет до 130% к массе свеклы [2], среди них – растительные и почвенные остатки, жом, фильтрационный осадок, содержащие в своем составе ценные питательные вещества, минеральные макро- и микроэлементы, в которых нуждается почва, истощенная при формировании урожая.

Свекловичный жом представляет собой обессахаренную свекловичную стружку, образовавшуюся после извлечения из нее сахарозы экстрагированием, содержащую в 100 кг сухих веществ: 20 кг клетчатки, 30…35 кг гемицеллюлозы, столько же пектиновых веществ, 8…10 кг белков, 2 кг сахара, около 2 кг минеральных веществ и витаминов.

Фильтрационный осадок в свеклосахарном производстве получается при очистке диффузионного (свекловичного) сока. Он содержит 75…80% $CaCO_3$ и 20…25% органических и минеральных соединений, в их числе белки и углеводы, кальциевые соли щавелевой, лимонной, яблочной и других кислот. Элементный состав осадка включает углекислый магний, азот (0,2…0,4 N), фосфор (0,3…0,5% P_2O_5), калий (0,3…0,5% K_2O) [3].

Эффективность применения побочных продуктов свеклосахарного производства выявляли в лабораторных условиях на вегетационных сосудах.

Почву для исследований использовали серую лесную низкообеспеченную гумусом 2,2%, кислотностью – 5,7. Исследовали яровой ячмень – зерновую культуру, характерную для умеренного климата, сорта Скарлет. Опыт проводили в деревянных ящиках 120×60×40 см. Схема опыта включала 4 варианта с трехкратной повторностью: контроль (серая лесная почва), серая лесная почва + фильтрационный осадок 20 т/га, серая лесная почва + жом 10 т/га, серая лесная почва + фильтрационный осадок 20 т/га + жом 10 т/га.

Количество органических компонентов пересчитывали на площадь ящика согласно схеме опыта. Для варианта с внесением фильтрационного осадка 20 т/га оно составляло 1,5 кг на ящик, а для варианта с внесение жома 10 т/га соответствовало 0,7 кг на ящик.

Результативность влияния побочной продукции свеклосахарного производства на почву и урожайность ячменя выражается в следующем. Данные по изменению гумуса показали, что совместное применение отходов свеклосахарного производства незначительно увеличивало содержание гумуса от 2,2% до 2,6%.

Важным показателем, влияющим на развитие растений, является кислотность почвы (pH). Проведенные исследования показали, что применение фильтрационного осадка нейтрализует pH почвы до (5,7…6,5), что положительно сказывается на развитии растений, которые только в этой среде способны полностью усваивать необходимые питательные вещества.

Результаты определения сухой массы ячменя показали, что наименьшая вегетативная масса была на варианте с применение жома и составила 85% от контроля. Наибольшая прибавка биомассы наблюдалась на варианте с совместным применением побочных продуктов.

Таким образом, приведенные данные показывают, что комплексное применение побочной продукции свеклосахарного производства в качестве органических удобрений положительно влияют на кислотность почвы, тем самым обуславливая благоприятное воздействие на рост и развитие растений, а также способствую экологизации земледелия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пузанова Л.Н. Мелиоративный материал из отходов свеклосахарного производства как инструмент поддержания плодородия почв. [Текст] / Л.Н. Пузанова, Г.С. Косулин, Т.И. Сысоева, Е.С. Николаева // Сахарная свекла. – 2015. –№ 10. – С. 27-29.
2. Пузанова, Л.Н. Аспекты обращения побочных продуктов и отходов свеклосахарного производства. [Текст] / Л.Н. Пузанова, Е.П. Рыжкова // Сахар. – 2013. – № 9. – С. 26−28.
3. Николаева, Е.С. Применение побочной продукции свеклосахарного производства в качестве органических удобрений. [Текст] / Е.С. Николаева, А.И. Стифеев // Интеграция науки и сельскохозяйственного производства: мат. Международной научно-практической конференции 16-17 февраля 2017 г., – Курск: Изд-во Курск.гос. с.-х. ак., 2017. – Ч 1. – С 99-101.

УДК 631.559: 633.16:631.445.4

УРОЖАЙНОСТЬ ЯЧМЕНЯ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕГО ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА ЧЕРНОЗЁМАХ ЦЧР

Л.Б. Нитченко, В.А. Плотников
ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск

Результаты проведенных исследований показали, что урожайность ячменя ниже на 0,43 т/га при безотвальной обработке почвы. При поверхностной обработке отмечена тенденция снижения урожайности ячменя, по сравнению с отвальной обработкой. Наименьший расход энергии – при поверхностной обработке почвы. Наибольшая энергоёмкость отмечена в варианте отвальной обработки почвы с дозой внесения минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$. Рентабельность и коэффициент энергетической эффективности при возделывании ячменя самые высокие при отвальной обработке почвы с дозой внесения минеральных удобрений $N_{30}P_{30}K_{30}$.

Повышение цен на горюче-смазочные материалы, минеральные удобрения, химические средства защиты растений от сорняков, вредителей и болезней заставляют аграриев искать способы снижения производственных затрат при возделывании сельскохозяйственных культур. Главным условием снижения энергетических и экономических затрат, повышения рентабельности при производстве зерна ячменя является рациональное применение агротехнологических приёмов. Наибольшее снижение производственных затрат возможно при отказе от наиболее энергоёмкого приёма основной обработки почвы – вспашки и при рациональном применении минеральных удобрений.

Долгое время считалось, что наиболее эффективным приемом увеличения потенциального плодородия почвы и защиты её от разрушения является вспашка. Однако поиски её замены другими способами обработки продолжались. Массовая деградация почвы вследствие ветровой и водной эрозии во многих странах мира в 60-70-х годах XX века заставила земледельцев перейти сначала на безотвальную, а затем минимальную и нулевую системы обработки почвы.

Сегодня нет единого мнения, какой из способов основной обработки почвы предпочтительнее. Одни исследователи [1, 2] утверждают, что способы основной обработки почвы на черноземных почвах не оказывают существенного влияния на урожайность ячменя, поэтому преимущество остаётся за энергосберегающими обработками.

Другие исследователи [3] считают, что лучшим приёмом основной обработки почвы под ячмень на фонах с удобрениями и без удобрений является вспашка.

По данным Гулидовой В.А. [4], урожайность ячменя по вспашке составила 37,34 ц/га. Дискование почвы после кукурузы позволило сэкономить энергозатраты, но снижало урожайность, поэтому не оправдано. Оптимальной после кукурузы является обработка плугом со стойками СибИМЭ в системе комбинированной безотвальной обработки. Прибавка зерна составила 2,2 ц/га, по сравнению со вспашкой, при этом снижался

коэффициент энергоёмкости на 25%, расход горючего - на 23,4%, затраты труда – на 31,4%. Экономия затрат сопровождалась одновременно ростом валовой энергии в урожае. Наибольшие затраты совокупной энергии были при обработке почвы плугом.

Известна огромная роль удобрений в формировании урожая сельскохозяйственных культур. Внесение оптимальных доз удобрений повышает урожайность возделываемых культур вне зависимости от используемых способов основной обработки почвы. По данным Самыкина В.Н. [5], прирост урожая ячменя в расчёте на 1 кг одинарной дозы NPK составил по вспашке 8,0 кг, по безотвальной обработке – 10,0 кг, по минимальной – 8,7 кг. Окупаемость двойной дозы NPK была меньше – 5,3-6,3 кг.

По мнению В.И. Турусова [6] при безотвальной и поверхностной обработках почвы затраты на возделывание и уборку ячменя меньше, однако и совокупной энергии в урожае (зерно + побочная продукция) накапливается меньше, чем по вспашке. Прибавка от внесения удобрений не всегда восполняет затраты на их применение.

Целью исследований являлось изучение влияния различных способов основной обработки почвы и доз внесения минеральных удобрений на урожайность ячменя, сравнение экономической и энергетической эффективности различных вариантов возделывания ячменя.

Исследования проводились в многолетнем стационарном многофакторном полевом опыте ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ (ОПХ «Панинское» Медвенский район, Курской области), заложенном в 1984 году. В зернопаропропашном севообороте (чистый пар, озимая пшеница, кукуруза на з/к, ячмень) на склоне северной экспозиции под ячмень изучались и сравнивались 3 способа основной обработки почвы: отвальная, безотвальная и поверхностная (в системе комбинированной обработки в севообороте) в вариантах: без внесения удобрений, с внесением одинарной ($N_{30}P_{30}K_{30}$) и двойной доз минеральных удобрений ($N_{60}P_{60}K_{60}$). Глубина отвальной и безотвальной обработок почвы 20-22 см, поверхностной -8-10 см. Площадь делянки 280 $м^2$, размещение делянок рендомизированное, повторность – двукратная. Учёт урожайности проводили методом прямой механизированной уборки. Экономические и энергетические показатели определяли по общепринятым методикам.

Почвы опытного участка представлены чернозёмом типичным с содержанием гумуса в слое 0-20 см 6,5%.

Погодные условия для формирования урожайности ячменя в годы исследований (1986 – 2014 гг.) были различными по температурному режиму и количеству выпавших осадков. Вегетация ячменя в 1990 году проходила в условиях избыточного увлажнения (ГТК= 1,77), в 1986, 1994, 1998, 2002, 2006 и 2014 годах – в условиях недостаточного увлажнения (ГТК=1,30; 1,23; 1,12; 1,20; 1,03 и 1,18 соответственно), в 2010 году - в сильно засушливых условиях (ГТК=0,31).

Результаты многолетних исследований показали, что в зернопаропропашном севообороте урожайность ячменя при отвальной обработке почвы без внесения минеральных удобрений варьировала по годам от 0,91 до 3,40 т/га, с внесением дозы минеральных удобрений $N_{30}P_{30}K_{30}$ – от 0,92 до 4,78 т/га, с внесением дозы минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ – от 0,72 до 5,01 т/га;при безотвальной обработке – от 0,94 т/га до 2,89 т/га, от 1,18 до 4,21 т/га, от 1,48 до 4,75 т/га; при поверхностной обработке почвы – от 1,10 до 2,93 т/га, от 1,08 до 3,88 т/га и от 0,99 до 4,55 т/га соответственно. Самой низкой урожайность ячменя была в сильно засушливом 2010 году (0,72–1,48 т/га). Причём в 2010 году она была выше приповерхностной (0,99-1,10 т/га) и безотвальной (0,94-1,48 т/га) обработках почвы, по сравнению с отвальной (0,72-0,92 т/га). В1990 году в условиях избыточного увлажнения урожайность ячменя была выше при отвальной обработке почвы (3,40-5,01 т/га), по сравнению с поверхностной (2,93-4,55 т/га) и безотвальной (2,89-4,75 т/га) (рисунок).

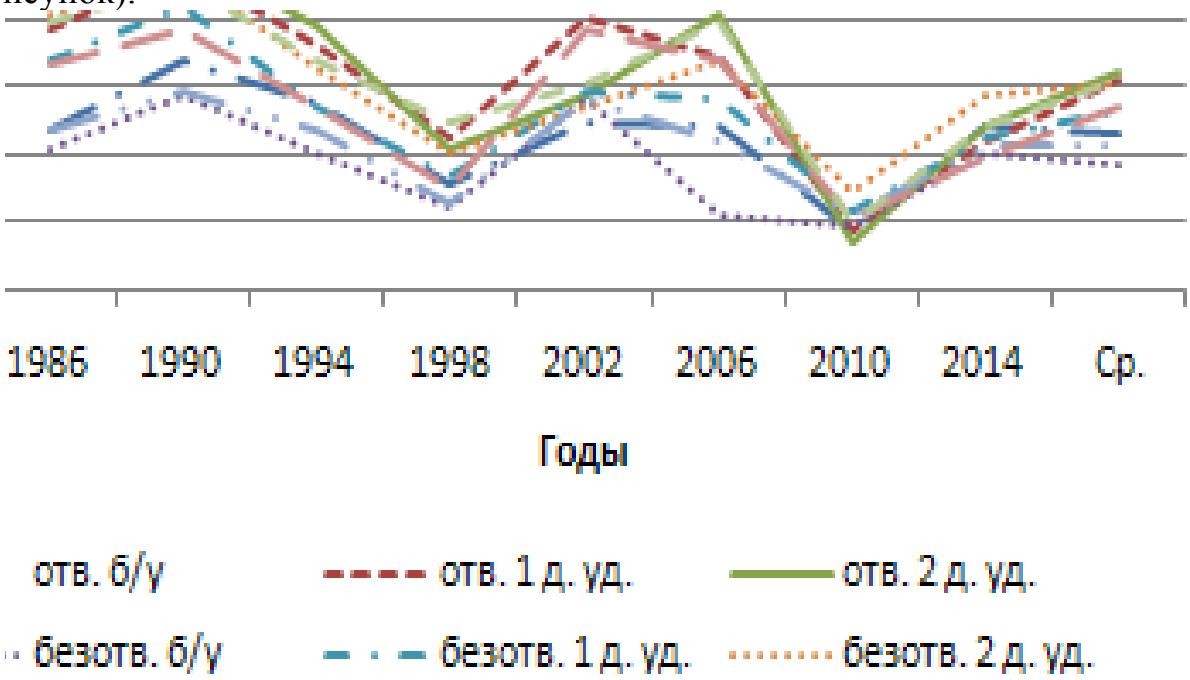


Рисунок - Урожайность ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы и доз внесения минеральных удобрений

Коэффициент вариации урожайности ячменя по годам при отвальной обработке почвы в варианте без удобрений составил 32,7%, при безотвальной – 42,1%, при поверхностной – 30,2%.

В среднем по годам урожайность ячменя (таблица 1) была ниже на 0,43 т/га при безотвальной обработке почвы по сравнению с отвальной обработкой. При поверхностной обработке отмечена тенденция снижения урожайности ячменя. Внесение минеральных удобрений способствовало достоверному повышению урожайности ячменя, как при отвальной, так и при безотвальной и поверхностной обработках почвы. При дозе внесения минеральных удобрений $N_{30}P_{30}K_{30}$ более высокая прибавка урожайности

ячменя (0,86 т/га) получена при отвальной обработке почвы, по сравнению с вариантом без внесения удобрений. При дозе внесения минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ – прибавка выше на 1,23 т/га при безотвальной обработке почвы, при поверхностной обработке почвы прибавка составила 0,97 т/га, в то время как при отвальной обработке она равнялась 0,94 т/га.

Таблица 1 – Средняя урожайность ячменя в зависимости от обработок почвы и доз удобрений в зернопаропропашном севообороте (1986-2014 гг.)

Система обработки почвы в севообороте	Способ обработки почвы под культуру	Минеральные удобрения	Урожайность, т/га	Прибавка, +/- т/га		Окупаемость удобрений, зерна / кг д.в.
				Обработка почвы	Удобрения	
Отвальная	Отвальная	Без удобрений	2,30	-	-	-
		$N_{30}P_{30}K_{30}$	3,16	-	+0,86*	9,6
		$N_{60}P_{60}K_{60}$	3,24	-	+0,94*	5,2
Безотвальная	Безотвальная	Без удобрений	1,87	-0,43*	-	-
		$N_{30}P_{30}K_{30}$	2,66	-0,50*	+0,79*	8,8
		$N_{60}P_{60}K_{60}$	3,10	-0,14	+1,23*	6,8
Комбинированная	Поверхностная	Без удобрений	2,14	-0,16	-	-
		$N_{30}P_{30}K_{30}$	2,73	-0,43*	+0,59*	6,6
		$N_{60}P_{60}K_{60}$	3,11	-0,13	+0,97*	5,4
$НСР_{05}$				0,27	0,27	

*Примечание: * - существенное влияние фактора*

Окупаемость минеральных удобрений была выше при отвальной обработке почвы при дозе внесения минеральных удобрений $N_{30}P_{30}K_{30}$ (9,6 кг зерна на 1 кг д.в.). При дозе внесения минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ окупаемость удобрений снижалась при отвальной обработке почвы на 4,4 кг/кг д.в., при безотвальной обработке – на 2,0 кг/кг д.в., при поверхностной обработке – на 1,2 кг/кг д.в., по сравнению с вариантом внесения дозы минеральных удобрений $N_{30}P_{30}K_{30}$.

Экономическая эффективность (таблица 2) изучаемых вариантов опыта определялась по величине прибыли в расчёте на 1 га и рентабельности. Цену на зерно принимали равной 650 руб./ц, ГСМ – 35 руб./кг, семена – 12 руб./кг, удобрения – 10 руб./кг д.в.

В условиях полевого опыта применение безотвальной обработки почвы оказалось менее эффективным, чем применение отвальной обработки. В варианте без внесения минеральных удобрений прибыль при безотвальной обработке уменьшилась на 1898,44 руб./га, хотя затраты на обработку и сократились на 896,56 руб./га, но при этом снизилась и урожайность ячменя. Рентабельность составила 33,6%, при отвальной обработке она равнялась 49,6%. При поверхностной обработке прибыль снизилась всего на 16,07 руб./га при снижении затрат на 1023,93 руб./га и незначительном снижении урожайности (0,16 т/га), рентабельность составила 55,1%.

Таблица 2 – Экономическая и энергетическая эффективность возделывания ячменя в зависимости от способов основной обработки почвы и доз внесения минеральных удобрений в зернопаропропашном севообороте

Способ обработки почвы	Урожайность, т/га	Выручка, руб./га	Прямые затраты, руб./га	Прибыль, руб./га	Рентабельность, %	Энергоёмкость, МДж/га	Коэфф. энерг. эффект.
Без удобрений							
Отвальная	2,30	14950	9992,65	4957,35	49,6	6999	7,7
Безотвальная	1,87	12155	9096,09	3058,91	33,6	6629	6,9
Поверхностная	2,14	13910	8968,72	4941,28	55,1	6546	8,0
Доза минеральных удобрений $N_{30}P_{30}K_{30}$							
Отвальная	3,16	20540	11318,82	9221,18	81,5	10608	9,4
Безотвальная	2,66	17290	10422,26	6867,74	65,9	10238	8,6
Поверхностная	2,73	17745	10294,89	7450,11	72,4	10155	8,9
Доза минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$							
Отвальная	3,24	21060	12575,51	8484,49	67,5	14181	8,6
Безотвальная	3,10	20150	11678,95	8471,05	72,5	13811	8,9
Поверхностная	3,11	20215	11551,59	8663,41	75,0	13728	9,0

При дозе внесения минеральных удобрений $N_{30}P_{30}K_{30}$ - прибыль при безотвальной обработке уменьшилась на 2353,44 руб./га, при поверхностной обработке – на 1771,07 руб./га, по сравнению с отвальной обработкой. Рентабельность при отвальной обработке почвы составила 81,5%, при безотвальной – 65,9%, при поверхностной – 72,4%. Снижение экономического эффекта при менее энергоёмких обработках почвы обусловлено уменьшением выручки, вследствие снижения урожайности ячменя, значительно превышающей сэкономленные при этом ресурсы.

При дозе внесения минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ – прибыль при безотвальной обработке уменьшилась на 13,44 руб./га, при поверхностной обработке – увеличилась на 178,92 руб./га. Это было обусловлено несущественным снижением урожайности ячменя и соответственно незначительным уменьшением выручки. Рентабельность самой высокой была при поверхностной обработке почвы – 75,0%.

Проведенная оценка вариантов опыта характеризует их экономическую эффективность, но не раскрывает с позиций использования в них энергетического ресурса.

Энергетическая оценка заключалась в расчёте энергоёмкости и коэффициента энергетической эффективности. Энергоёмкость рассчитывалась как сумма затрат энергии на один гектар посевной площади ячменя. Коэффициент энергетической эффективности определялся по соотношению количества энергии, накопленной в урожае с затратами антропогенной энергии.

Из данных таблицы 2 видно, что наименьший расход энергии был при поверхностной обработке почвы, по сравнению с отвальной и безотвальной обработками. Наибольшая энергоёмкость отмечена в варианте отвальной обработки почвы при дозе внесения минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 14181 МДж/га. При дозе внесения минеральных удобрений $N_{30}P_{30}K_{30}$ энергоёмкость ниже на 3573 МДж/га. Коэффициент энергетической эффективности при дозе минеральных удобрений $N_{30}P_{30}K_{30}$ выше на 0,8 единиц, по сравнению с вариантом внесения дозы минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$. Внесение минеральных удобрений при безотвальной и поверхностной обработках почвы способствует росту производственных и энергетических затрат.Коэффициенты энергетической эффективности в варианте с дозой внесения удобрений $N_{30}P_{30}K_{30}$ при безотвальной и поверхностной обработках почвы ниже на 0,8 и 0,5 единиц соответственно, по сравнению с отвальной обработкой почвы. При дозе внесения минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ самый высокий коэффициент энергетической эффективности при поверхностной обработке почвы.

В заключении следует отметить, что применение поверхностной и безотвальной обработок почвы при возделывании ячменя способствует снижению производственных и энергетических затрат, по сравнению с отвальной обработкой. Однако при их применении происходит снижение урожайности ячменя, уменьшение выручки и снижение экономической и энергетической эффективности. Наиболее высокая рентабельность и коэффициент энергетической эффективности получены при отвальной обработке почвы с дозой внесения минеральных удобрений $N_{30}P_{30}K_{30}$. Под ячмень возможна замена отвальной обработки поверхностной в системе комбинированной обработки почвы в севообороте. Применение поверхностной обработки почвы эффективнее при дозе внесения минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Уваров Г.И., Бондаренко М.В., Азаров В.Б. Совершенствуем технологию возделывания ячменя // Земледелие. – 2005. - № 2. – С. 26-27.
2. Воронин А.Н., Уваров Г.И. Приёмы регулирования урожайности и качества зерна ячменя в Белгородской области // Земледелие. – 2010. - № 6. – С. 11-13.
3. Черкасов Г.Н., Пыхтин И.Г., Гостев А.В. Ареал применения нулевых и поверхностных обработок при возделывании колосовых культур на территории Европейской части Российской Федерации // Земледелие. – 2017. - № 2. – С. 10-14.
4. Гулидова В.А. Оптимизация обработки почвы под яровой ячмень // Земледелие. – 2001. - № 6. – С. 18-19.
5. Самыкин В.Н., Соловиченко В.Д., Логвинов И.В., Мартаков Г.М. Экономическая оценка интенсивных технологий возделывания ячменя в зернопропашном севообороте // Земледелие. – 2013. - № 5. – С. 25-26.
6. Турусов В.И., Корнилов И.М. Обработка почвы под ячмень на различных элементах агроландшафта // Земледелие. – 2013. - № 1. – С. 19-20.

УДК 631. 417.2: 631.445.4: 633.11. «324»

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА СВЯЗИ ЛАБИЛЬНЫХ ГУМУСОВЫХ ВЕЩЕСТВ С ПОКАЗАТЕЛЯМИ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЁМА ТИПИЧНОГО НА ПАШНЕ ПОД ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЕЙ

Т.И. Панкова
ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск
pankova-ti@mail.ru

Информационно-логическим анализом установлено наличие очень высокой связи между содержанием лабильных гумусовых веществ, лабильных гуминовых кислот в почве изначениями pH почвенного раствора, содержанием суммы обменных оснований, обменного кальция в чернозёме типичном на пашне под озимой пшеницей. Связь лабильных фульвокислот с этими показателями значительно ниже.

При агрономической оценке органического вещества почвы, в значительной степени определяющего её плодородие, считается целесообразным разделение его на две большие группы: группу консервативных, устойчивых соединений и группу лабильных веществ. Лабильные органические вещества относительно легко поддаются минерализации, участвуют в формировании водопрочной структуры, служат источником энергии для микроорганизмов и выполняют защитную функцию в отношении консервативного органического вещества [1].

Среди компонентов, формирующих лабильную органическую часть почвы, важная роль принадлежит лабильным гумусовым веществам (ЛГВ), состоящим из разнообразных продуктов биологических и биохимических процессов, протекающих в почве [1, 2].

К лабильным гумусовым веществам относятся молодые формы гумуса, непрочно связанные с минеральной частью почвы и обогащенные азотом [3]. В настоящее время несомненный интерес представляет количественная оценка связи лабильных гумусовых веществ с показателями плодородия почвы.

Исследования проводили в ОППХ ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии (Курская обл., Медвенский район) на территории многофакторного полевого опыта в агроландшафте на чернозёме типичном среднесуглинистом на пашне под озимой пшеницей.

На основе информационно-логического анализа в рамках анализируемой системы почва-растение нами выявлена и количественно оценена связь между лабильными гумусовыми веществами и показателями плодородия чернозёма типичного на пашне под озимой пшеницей. Связь оценивали по следующей шкале: коэффициент эффективности передачи информации (Кэ) > 0,25 – связь очень высокая;0,16-0,25 – связь высокая (тесная);0,08- 0,15 – связь средняя; <0,08 – связь слабая (низкая) [4].

Количественный и качественный состав лабильных гумусовых веществ, извлекаемых 0,1 н. раствором NaOH из недекальцинированных почв

чернозёмного типа, определяли по методу Тюрина в модификации Почвенного института им. В.В. Докучаева [5].

Установлено, что в чернозёме типичном на пашне под озимой пшеницей лабильные гумусовые вещества, а также лабильные гуминовые кислоты (ЛГК) имеют очень высокую связь со значениями pH водного раствораи pH солевого раствора почвы, коэффициент эффективности передачи информации изменяется от 0,42 до 0,33 и от 0,39 до 0,34, соответственно. При этом связь во всех случаях имеет обратную направленность [6].Степень гумификации и качественный состав ЛГВ тесно связаны с кислотностью почвы, но для значений pH водного раствора связь нелинейного распределения, а для pH солевого раствора – обратная. Связь лабильных фульвокислот (ЛФК) с кислотностью почвы в 4,7 – 5,7 раза ниже, чем связь лабильных гуминовых кислот (Кэ = 0,09 -0,06) и определяется как логическая функция нелинейного произведения.

Очень высокая связь установлена между изучаемыми компонентами лабильной части органического вещества и содержанием обменных оснований в почве, что объясняется большой поглотительной способностью гуминовых кислот по отношению к катионам. Так, отмечена обратная и очень высокая связь между ЛГВ, ЛГК и содержанием обменного кальция в почве (Кэ = 0,49- 0,35), а также между ЛГВ и суммой обменных оснований Ca^{2+} +Mg^{2+} (Кэ = 0,29). Связи остальных рассматриваемых показателей лабильного органического вещества с содержанием суммы обменных оснований и обменного кальция ниже, коэффициент эффективности передачи информации изменяется от 0,13 до 0,19. Связь количественного и качественного состава ЛГВ с содержанием обменного магния Mg^{2+} в почве, в среднем,в 2,9 раза меньше, чем с содержанием обменного кальция (Кэ=0,12-0,06).

Таким образом, установлена очень высокая связь ЛГВ и ЛГК с содержанием обменных оснований, обменного кальция, а также со значениями pH почвенного раствора. Их связь с содержанием обменного магния в почве под озимой пшеницей ниже, чем с содержанием обменных оснований Ca^{2+} + Mg^{2+}иобменногоCa^{2+}.

Нашими исследованиями отмечено наличие высокой связи между содержанием в почве лабильных гумусовых веществ и отдельных питательных элементов (азот нитратный, азот аммонийный, подвижные калий и фосфор). Из всех рассмотренных питательных элементов почвы под озимой пшеницей наибольшая связь, в основном, нелинейного произведения установлена между содержанием подвижного калия и изученными компонентами лабильного органического вещества. Так, связь высокая со значениями степени гумификации ЛГВ ($С_{лгк}/С_{лгв}$), качественного состава ЛГВ ($С_{лгк}/С_{лфк}$),а также с содержанием ЛГК, ЛГВ (Кэ = 0,17-0,22), средняя – с ЛФК (Кэ = 0,10).

Высокая прямая связь нитратного азота (Nнит) отмечена только с ЛГВ (Кэ = 0,21). С остальными показателями связь средняя(Кэ = 0,13- 0,10) [7].

Связь аммонийного азота (Nам) и подвижного фосфора (P_2O_5) с показателями лабильного органического вещества почвы средняя и низкая (Кэ = 0,14-0,02). Причем, направленность связи с содержанием ЛГК прямая, а в остальных случаях– нелинейного произведения.

Физические свойства почвы, влияя на её плодородие, в определенной степени связаны с лабильными гумусовыми веществами. Так, установлена высокая и прямая связь между плотностью чернозёма типичного на пашне с содержанием в почве ЛГВ (Кэ = 0,16). Вероятно, это связано с их влиянием на структурообразование почвы. Это подтверждается тем, что установлено наличие средней связи средневзвешенного диаметра сухих агрегатов с ЛГВ, которая определяется как логическая функция нелинейного произведения. Остальные показатели количественного и качественного состава ЛГВ, по нашим данным, связаны с плотностью в 1,3-4,0 раза слабее.

Для средневзвешенного диаметра сухих агрегатов (Дс) выявлена высокая связь нелинейного произведения с содержанием в пахотном слое ЛГК (Кэ = 0,17), средняя – с ЛГВ, $С_{лгк}/С_{лгв}$ и $С_{лгк}/С_{лфк}$ (Кэ = 0,15-0,09), низкая и обратная – с содержанием ЛФК (Кэ = 0,03).

Связь средневзвешенного диаметра водопрочных агрегатов (Дв) с лабильными гумусовыми веществами (Кэ = 0,24) в 1,6 раза выше, чем связь средневзвешенного диаметра сухих агрегатов.Отмечена средняя связь Дв с содержанием в пахотном слоеЛГК, $С_{лгк}/С_{лгв}$ и $С_{лгк}/С_{лфк}$, Кэ изменяется от 0,14 до 0,08. Характер связи во всех случаях определяется как логическая функция нелинейного произведения.

Между суммой водопрочных агрегатов и всеми изученными показателями лабильного органического вещества установлена средняя связь нелинейного произведения (Кэ = 0,11-0,08), лишь с качественным составом ЛГВ - низкая (Кэ = 0,05). Сумма водопрочных агрегатов и их средневзвешенный диаметр со всеми компонентами лабильных гумусовых веществ связаны логической функцией нелинейного произведения.

Таким образом, максимальная связь ЛГВ отмечена с Дв, а ЛГК – с Дс. Направленность связи ЛГВ и ЛГК с изученными агрофизическими показателями совпадает, что говорит об её устойчивости. Степень гумификации ЛГВ в наибольшей степени связана с Дв. Влияние ЛФК на формирование изучаемых агрофизических свойств почвы меньше, чем влияние на них ЛГВ и ЛГК. Обнаружена средняя связь ЛФК только с содержанием водопрочных агрегатов (Кэ = 0,11), с остальными агрофизическими показателями - низкая (Кэ = 0,07-0,03).

Выявленная высокая и средняя связь ЛГВ и ЛГК со всеми агрофизическими показателями объясняется клеящими свойствами гуминовых кислот, которые обеспечивают связывание минеральных частиц и образование почвенных агрегатов. Это, в свою очередь, играет важную роль в создании агрономически ценной структуры почв.

Нами количественно оценена связь некоторых биологических свойств чернозёма типичного с содержанием в нем лабильной части органического

вещества. Интенсивность выделения CO_2 из почвы является показателем скорости разложения органического вещества в ней. Наши исследования показали, что содержание в пахотном слое под озимой пшеницей ЛГВ, ЛГК, а также значения степени гумификации ЛГВ и качественный состав ЛГВ имеют очень высокуюи высокую связь с выделением почвой CO_2 (Кэ = 0,34-0,17), связь ЛФК немного ниже (Кэ = 0,13). Влияние содержания ЛГК на эмиссию CO_2почвой в 1,8 раза выше, чем влияние ЛФК. Причем, во всех случаях связь с лабильным органическим веществом прямая, что еще раз подчеркивает большую его значимость для дыхания почвы [8]. Обнаружена средняя связь целлюлозоразрушающей активности почвы с ЛФК, $С_{лгк}/С_{лгв}$, ЛГВ, $С_{лгк}/С_{лфк}$ (Кэ = 0,15- 0,10), высоких значений связи в данном случае выявить не удалось.

Таким образом, изучаемые показатели лабильной части органического вещества имеют наибольшую связь с кислотностью почвы, содержанием в ней обменных оснований и эмиссией углекислого газа. Из питательных элементов обнаружена максимальная связь между содержанием в почве лабильных гумусовых веществ и нитратного азота, из агрофизических свойств – между лабильными гумусовыми веществами и средневзвешенным диаметром водопрочных агрегатов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мамонтов В.Г., Афанасьев Р.А., Родионова Л.П., Быканова О.М. К вопросу о лабильном органическом веществе почв / В.Г. Мамонтов и др. // Плодородие.– 2008.- № 2. - С. 20-22.
2. Рукангантамбара Хамуду, Мамонтов В.Г., Кончиц В.А. Термический анализ лабильных гумусовых веществ почв. // Плодородие. - 2006. - №3.-С. 23-26.
3. Масютенко, Н.П. Трансформация органического вещества в чернозёмных почвах ЦЧР и системы его воспроизводства. / Н.П. Масютенко – М.: Россельхозакадемия, 2012. – 150 с.
4. Бурлакова, Л.М. Комплексы параметров различных уровней почвенного плодородия и пути его управления в системе земледелия в Алтайском крае / Тезисы докладов к конференции. / Л.М. Бурлакова - Барнаул, 1983. - С. 92-96.
5. Рекомендации для исследования баланса и трансформации органического вещества при сельскохозяйственном использовании в интенсивном окультивировании почв // ВАСХНИЛ. Почвенный институт им. В.В. Докучаева. -М.: 1984.- С.58.
6. Панкова, Т.И., Масютенко, Н.П. Связь содержания лабильных гуминовых кислот со свойствами чернозёма типичного, с продуктивностью, урожаем и качеством зерна сельскохозяйственных культур // Гуминовые вещества в биосфере / Тезисы докладовII Международной конференции / Т.И. Панкова, Н.П. Масютенко – М., СПб.,2003. – С. 22-23.
7. Панкова, Т.И., Масютенко, Н.П. Оценка связи показателей гумусного состояния почвы с параметрами плодородия чернозёма типичного // материалы Международной научно-практической конференции. Ч. II / Т.И. Панкова, Н.П. Масютенко – М., Смоленск, 2001.
8. Панкова, Т.И. Параметры плодородия чернозёма типичного в агроландшафте, их взаимосвязь и экологическая роль органического вещества почвы // Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Воронежский государственный университет - Курск, 2002. – 191 с.

УДК 631.5:631.6.02

КОНТУРНО-МЕЛИОРАТИВНОЕ ЗЕМЛЕДЕНИЕ - ОСНОВА ДЛЯ БОРЬБЫ С ЭРОЗИЕЙ ПОЧВЫ

И.В. Подлесных, Т.Я. Зарудная
ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск
podlesnich_igor@rambler.ru

Эрозия почв – это естественный и постоянный процесс, который под влиянием непродуманной антропогенной нагрузки приводит к катастрофическим потерям плодородия почвы. Контурно-мелиоративная организация территории эффективна на склоновых землях в целях борьбы с эрозией почвы.

Ключевые слова: *эрозия почв, контурно-мелиоративная организация территории, водосбор, лесная полоса, валы террасы.*

Почва – важная система жизнеобеспечения, поскольку от неё зависит основной объем производства продуктов питания. Эрозия почв – это естественный и постоянный процесс, однако в ненарушенных экологических системах, защищенных растительным покровом, почва, если и разрушается, то обычно такими же темпами и восстанавливается. Но если равновесие между почвой и растительностью нарушено, что происходит под влиянием непродуманной деятельности человека, то эрозия ускоряется и приводит к катастрофическим последствиям.

Разрушение земель эрозионными процессами обусловлено комплексом природных и хозяйственных условий, характерных не только для каждой природной зоны, но и для отдельных водосборов и склонов.

В основных земледельческих районах ЦЧР значительно распространена водная и ветровая эрозия почв. Так, более 60% пашни расположено на склонах разной крутизны и около 21% из них подвержено водной эрозии. В ЦЧЗ насчитывается пашни на склонах до 1^0 – 31,2%, на склонах $1\text{-}3^0$ – 35,3%, на склонах $3\text{-}5^0$ – 21,5% и на склонах свыше 5^0 – 12%. Таким образом, подверженных смыву и эрозионноопасных пахотных земель насчитывается около 69%. Если же принять во внимание, что эрозионные процессы наблюдаются на склонах менее 1^0, то этот показатель будет еще выше [2].

Для территории ЦЧР характерны высокая сельскохозяйственная освоенность (78–82%) и распаханность (60–62%) земель. Из общей площади сельскохозяйственных угодий ЦЧР около 39% являются эрозионноопасными и 18% дефляционноопасными, из них 21% уже эродирован и дефлирован.

Понимая всю опасность эрозионных процессов, еще в далеком 1967 году было издано Постановление ЦК КПСС, СОВМИНА СССР от 20 марта № 236 «О неотложных мерах по защите почв от ветровой и водной эрозии». Во исполнение этого Постановления, согласно решению Государственного комитета по науке и технике СССР от 17 февраля 1970 года в соответствии с приказом МСХ СССР от 27 марта 1970 года, в областном центре Курской области, где активны процессы эрозии, был создан Всероссийский НИИ защиты почв от эрозии. Одним из подразделений которого был отдел

противоэрозионной организации территории, который впоследствии был преобразован в лабораторию контурно-мелиоративного земледелия. Задачами лаборатории было, изучение влияния почвозащитной системы земледелия с контурно-мелиоративной организацией территории на эрозионно-гидрологические процессы и продуктивность агроландшафтов. Для решения поставленной проблемы в ОППХ «Панинское» Медвенского района Курской области на ложбинно-балочных водосборах с колебаниями от 45 до 88 га (общая площадь 271 га), в 1982 году был заложен опыт.

На водосборах применены следующие противоэрозионные мероприятия: водосбор 3 - контроль, водосбор 5 - агролесогидромелиоративный комплекс (лесные полосы шириной 3 метра на расстоянии 216 м.) с горизонтальными валами – канавами в междурядьях лесных полос, глубиной 1,5 метра и шириной 1,0 метр. Водосбор 4 – к противоэрозионным мероприятиям как на водосборе 5 между рубежами лесных полос добавлены валы-террасы высотой 0,4-0,5 метра с откосами 1:10, 1:12, которые обрабатываются [1].

За годы исследований опыт КМЗ прошел несколько этапов эксплуатации.

На первом этапе изучалось влияние различных вариантов сочетания противоэрозионных приемов и одного пятипольного зернотравянопропашного севооборота на эрозионно-гидрологические процессы, урожайность сельскохозяйственных культур и охрану земельных угодий. Полученные данные свидетельствовали о том, что на контрольном варианте и межполосном пространстве содержание гумуса снизилось, но не значительно, так как соблюдалась технология возделывания сельскохозяйственных культур и вносились минеральные удобрения.

На втором этапе было введено три севооборота: зернопаропропашной (ЗПП), зернотравяной (ЗТ), ТЗ (постоянное залужение) и исследовалось их использование при контурной организации территории [2].

На третьем этапе, к ранее изучаемым вопросам добавилось, изучение элементов биологизации сельского хозяйства на фоне катастрофического сокращения внесения минеральных удобрений и отсутствия органических.

Мониторинговая оценка эрозионно-гидрологических процессов и продуктивности агроландшафтов за 30 летний период наблюдения представлен в таблице.

Установлено, что за 30 летний период исследований противоэрозионные мероприятия доказали своё положительное влияние на эрозионно-гидрологические показатели. Наибольший поверхностный сток и смыв почвы наблюдали на контрольном водосборе, где не было противоэрозионных мероприятий, сток колебался от 11,0 до 27,2 мм, смыв почвы от 1,40 до 2,85 т/га. На водосборе 5 с узкими лесными полосами и валом канавой, поверхностный сток составил за период наблюдений от 0 до 11,1 мм, смыв почвы от 0 до 1,35 т/га. Наивысший показатель наблюдался в первые годы после посадки лесной полосы, когда она не работала в полной мере как противоэрозионный рубеж. На водосборе 4, наиболее насыщенном

противоэрозионными рубежами, лесные полосы с валом канавой через 216 метров+валы террасы через 54 метра, поверхностный сток за 30 лет наблюдений колебался от 0 до 10,4 мм, смыв почвы от 0 до 0,77 т/га.

Таблица - Оценка влияния организации территории севооборотов на эрозионно-гидрологические процессы и продуктивность агроландшафтов за 1986 – 2015 годы.

Водо-сбор	Показатели													
	Средняя высота снега, см		Промерзание почвы, см		Запасы воды в снеге + осадки, мм		Поверхностный сток, мм		Водопоглощение, мм		Смыв почвы, т/га		Продуктивность пашни, ц. корм. ед/га	
	абс. вел	%	абс. вел	%	абс. вел	%	абс. вел	%	абс. вел	%	абс. вел	%	абс. вел	%
1986 – 2000 годы														
3	15	100	65	100	78,3	100,0	27,2	100,0	51,1	100	2,76	100,0	48,1	100,0
4	22	147	58	89	93,6	119,3	10,4	38,2	83,2	163	0,59	21,4	54,6	113,5
5	29	193	49	75	92,7	118,4	11,1	40,8	81,6	160	1,35	48,9	52,2	108,5
2001 – 2004 годы														
3	20	100	46	100	81,0	100,0	11,0	100,0	70,0	100	1,70	100,0	24,8	100,0
4	25	125	44	96	94,0	116,5	5,0	45,4	89,0	111	0,30	17,5	29,3	118,0
5	26	130	40	87	95,0	117,3	4,0	36,3	91,0	134	0,10	5,8	26,6	107,0
2005 – 2011 годы														
3	22	100	48	100	83,0	100,0	22,0	100,0	61,5	100	2,85	100,0	24,1	100
4	27	123	45	94	99,0	119,0	7,0	32,0	91,2	148	0,77	27,0	29,0	120
5	29	132	39	81	108,0	130,0	6,0	27,3	102,1	166	0	0	25,4	106
2012 – 2015 годы														
3	21	100	52	100	82,0	100,0	12,3	100,0	70,0	100	1,40	100,0	29,0	100
4	23	109	45	87	96,0	117,0	0	0	96,0	137	0	0	29,0	100
5	30	143	34	65	91,0	111,0	0	0	91,0	130	0	0	26,3	90,7

Приведенные данные свидетельствуют об эффективности использования склоновых земель при внедрении почвозащитной системы земледелия с контурно-мелиоративной организацией территории и целесообразности распространения её на земли подверженные эрозии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Подлесных И.В. Контурная организация территории как пример адаптивно-ландшафтной системы земледелия. [Электр] / И.В. Подлесных, Т.Я. Зарудная // Современные тенденции развития аграрного комплекса» (Материалы Международной научно-практической конференции) с. Соленое Займище. ФГБНУ «ПНИИАЗ». – Соленое Займище, – 2016. с.371-376
2. Подлесных И.В., Зарудная Т.Я., Надеин С.В. Влияние адаптивно-ландшафтной системы земледелия на эрозионные процессы и влагонакопление // сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции «Почвозащитное земледелие в России» посвященной 45-летию Всероссийского НИИ земледелия и защиты почв от эрозии, 15-17 сентября 2015 года. Курск, 2015. с 245-252.

УДК 631.416.9:631.51

СОСТАВ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ЧЕРНОЗЁМА ТИПИЧНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ ИНТЕНСИВНОСТИ АГРОТЕХНОЛОГИЙ

Припутнева М.А.
ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск
vninp@kursknet.ru

В данной работе изучалось влияние нормальной (базовой) и интенсивной агротехнологий на содержание в почве органического вещества в научно-производственном опыте ВНИИЗиЗПЭ. В результате было выявлено, что содержание лабильных гумусовых веществ, инертного гумуса, а также органического вещества в чернозёме типичном различается в зависимости от возделываемой культуры и интенсивности агротехнологий.

***Ключевые слова**: органическое вещество почвы, лабильные гумусовые вещества, инертный гумус, чернозём типичный.*

Органическое вещество – важнейшая составная часть почвы. Общепризнанна роль органического вещества в формировании почвенного плодородия, снабжении энергией, и питательными веществами почвеннойбиоты, снижении последствий химического загрязнения почв, повышении устойчивости земледелия при неблагоприятных погодных условиях. Пополнение органического вещества в почве происходит под влиянием внесения органических удобрений, запашки сидератов, корневых и пожнивных остатков растений, микроорганизмов и почвенной фауны. Снижение содержания и скорости потери органического вещества зависят от характера сельскохозяйственного использования (тип севооборота, система обработки, норма органических и минеральных удобрений), физических, биологических и химических характеристик почвы.

Органическое вещество почвы рассматривается как многокомпонентная система (Масютенко Н.П.,2012), состоящая из лабильных (ЛГВ) гумусовых веществ (лабильные гуминовые кислоты (ЛГК) и лабильные фульвокислоты (ЛФК)), инертного гумуса, негумифицированного органического вещества. Между всеми компонентами системы существуют взаимосвязи.

В системе гумусовых веществ чернозёмов наиболее трансформируемой фракцией являются лабильные гумусовые вещества, извлекаемые 0,1 н раствором NaOH из свежей почвы или почвы, подвергнувшейся 7-дневному компостированию в термостате при оптимальных влажности и температуре почвы (60% от общей влагоемкости почвы и + 26-28˚С) (Рекомендации…,1984; Масютенко Н.П., 2012). К ним относятся молодые формы гумуса, непрочно связанные с минеральной частью почвы, обогащенные азотом, способные относительно быстро трансформироваться и освобождать азот для растений (Рекомендации…,1984; Аюпов З.З., Анохина Н.С., 2009). Лабильные органические соединения вносят значительный вклад в эффективное плодородие почвы.

Гумус является одним из важнейших компонентов почвы, он определяет уровень естественного плодородия, богатство её элементами минерального питания растений, обусловливает физико-химические свойства. В этой связи гумус постоянно находится в центре внимания исследователей и земледельцев. Снижение содержания и скорость потерь органического вещества зависят от характера сельскохозяйственного использования (тип севооборота, система обработки, норма органических и минеральных удобрений), физических, биологических и химических характеристик почвы.

В настоящее время накоплен довольно большой фактический материал, характеризующий консервативную часть органического вещества почвы *(*Александрова Л.Н.,1980*),* чего нельзя сказать о лабильных гумусовых веществах (ЛГВ). Исследование лабильных органических компонентов гумуса, их состава, идентификация факторов, влияющих на эти показатели, имеет большое значение для оптимизации режима органического вещества почвы.

Исследования проводились в условиях опытного поля ВНИИЗиЗПЭ в 2011-2013 гг. в научно-производственном опыте в звене севооборота «пар - озимая пшеница – гречиха» при базовой и интенсивной технологиях. Было выявлено, что влияние различных по интенсивности агротехнологий в научно-производственном опыте на содержание органического вещества различается по полям. Так, на поле 1 (табл.1) в звене севооборота «пар - озимая пшеница-сахарная свекла» в 2011 г. при базовой агротехнологии на чистом пару в слое 0-20 см содержание ЛГВ в 1,2 раза, ЛГК в 1,5, ЛФК в 1,1 раза больше, чем в этом же слое при интенсивной технологии. В подпахотном слое закономерности сохранялись. Степень лабильности гумуса выше также при базовой технологии.

Однако содержание общего гумуса, инертного гумуса выше при интенсивной агротехнологии как в слое 0-20 см, так и в слое 20-40 см. В 2012 году в посевах озимой пшеницы содержание ЛГВ и ЛФК в 1,3 и 1,5 раза выше при базовой агротехнологии. Отмечается тенденция к увеличению содержания инертного гумуса при интенсивной агротехнологии.

Содержание лабильных гумусовых веществ в 2013 году в посевах сахарной свеклы выше при базовой технологии. Особенно значительна разница в подпахотном слое. В 2013 году наблюдалось самое высокое содержание инертного гумуса при интенсивной технологии в слое 0-20 см, оно составляло 3,01%. В целом за три года отмечалось увеличение содержания органического вещества при интенсивной агротехнологии.

Так, в 2011 году на сидеральном пару содержание углерода органического вещества составило 3,35 мг/кг почвы, что в 1,07 раза выше, чем на чистом пару при базовой технологии. В 2012 году наблюдались наибольшие величины содержания органического вещества при интенсивной агротехнологии. На поле 2 в звене севооборота озимая пшеница–сахарная свекла-гречиха в 2011-2013 гг. показатели гумусного состояния выше при интенсивной обработке, особенно, в пахотном слое, чем при базовой

(табл.2).Так, в 2011 году при интенсивной агротехнологии в слое 0-20 см содержание ЛГВ в почве в 1,9 раза, ЛГК в 2,3 раза, ЛФК - в 1,7 раза больше, чем в этом же слое при базовой. Степень лабильности гумуса выше тоже при интенсивной технологии. В 2011 и 2012 гг. под озимой пшеницей и сахарной свеклой запасы гумуса, лабильных гумусовых веществ, инертного гумуса в почве также выше при интенсивной технологии как в слое 0-20, так и в 20-40 см.

Таблица 1 - Состав органического вещества чернозёма типичного в зависимости от степени интенсивности агротехнологий на поле 1

Глубина, см	Сгум.	Снов, %	ЛГВ, мг/кг почвы	ЛГК мг/кг почвы	ЛФК, мг/кг почвы	$\frac{С_{лгк}}{С_{лфк}}$	Инертный гумус	Сорг.	Сгум	Снов	ЛГВ, мг/кг почвы	ЛГК мг/кг почвы	ЛФК, мг/кг почвы	$\frac{С_{лгк}}{С_{лфк}}$	Инертный гумус	Сорг.
2011 год, пар																
Базовая технология, чистый пар									**Интенсивная технология, сидеральный пар**							
0-20	2,9	0,37	3460	1471	1989	0,74	2,56	3,27	3,01	0,34	2703	938	1765	0,53	2,74	3,35
20-40	2,4	0,2	1961	504	1457	0,35	2,21	2,6	2,69	0,19	1709	378	1330	0,28	2,59	2,88
2012 год, озимая пшеница																
Базовая технология									**Интенсивная технология**							
0-20	3,09	0,41	3530	924	2606	0,35	2,74	3,5	3,06	0,38	2803	1050	1752	0,59	2,78	3,44
20-40	3,03	0,32	3012	1064	1948	0,54	2,73	3,35	2,96	0,23	1919	560	1352	0,41	2,77	3,19

2013 год, сахарная свекла																
Базовая технология									Интенсивная технология							
0-20	2,9	0,4	3684	1134	2550	0,44	2,79	3,3	3,1	0,34	3082	1190	1892	0,62	3,01	3,44
20-40	2,43	0,37	3474	980	2494	0,39	2,76	2,8	3,0	0,3	2858	826	2032	0,40	2,85	3,3

Таблица 2 - Содержание и состав органического вещества чернозёма типичного в зависимости от степени интенсивности агротехнологий на поле 2

Глубина, см	Сгум	Снов	ЛГВ, мг/кг почвы	ЛГК мг/кг почвы	ЛФК, мг/кг почвы	$\frac{С_{лг}}{С_{л}}_{фк}$	Инертный гумус	Сорг	Сгум	Снов	ЛГВ, мг/кг почвы	ЛГК мг/кг почвы	ЛФК, мг/кг почвы	$\frac{С_{лг}}{С_{л}}_{фк}$	Инертный гумус	Сорг
2011 год, озимая пшеница																
Базовая технология	**Интенсивная технология**															
0-20	2,96	0,3	2577	784	1793	0,44	2,70	3,26	3,28	0,5	4903	1821	3082	0,59	2,99	3,78
20-40	2,76	0,21	1821	196	1625	0,12	2,57	2,97	3,08	0,19	1353	336	1017	0,33	3,0	3,27
2012 год, сахарная свекла																
Базо	**Интенсивная технология**															

вая технология																
0-20	3,02	0,3	2661	840	1821	0,46	2,87	3,32	3,03	0,44	3712	1232	2480	0,49	2,81	3,47
20-40	3,01	0,2	2199	420	1779	0,23	2,89	3,21	2,79	0,28	2395	854	1541	0,55	2,66	3,07
2013 год, гречиха																
Базовая технология	**Интенсивная технология**															
0-20	2,95	0,4	3362	1218	2144	0,56	2,76	3,35	3,24	0,46	3936	1443	2493	0,57	3,13	3,7
20-40	2,78	0,28	2591	700	1891	0,37	2,63	3,06	3,01	0,33	2886	686	2200	0,31	2,84	3,34

В 2013 году под гречихой содержание ЛФК и ЛГК в почве больше при интенсивной технологии, а содержание гумуса выше в 1,2 раза по сравнению с базовой технологией. Общее содержание органического вещества на всех вариантах также выше при интенсивной технологии. Наибольшее его содержание отмечалось в 2011 году в посевах озимой пшеницы и составляло 3,78 мг/кг почвы. В 2011 году при интенсивной технологии содержание

органического вещества было выше в 1,1 раза по сравнению с базовой в слое 0-20 см. Как видно из таблиц 1 и 2, различные уровни интенсивности агротехнологий оказали существенное влияние на содержание органического веществ почвы.

В результате проведенных исследований можно отметить, что состав и содержание органического вещества изменяется в зависимости от уровня интенсивности агротехнологий. Так, содержание органического вещества выше при интенсивной технологии, чем прибазовой, как в слое почвы 0-20 см, так и слое 20-40 см. Существенное различие в содержании Сорг наблюдалось в 2011 году под озимой пшеницей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Масютенко Н.П. Трансформация органического вещества в чернозёмных почвах ЦЧР и системы его воспроизводства. – М.: Россельхозакадемия, 2012 г.- 150 с.
2. Рекомендации для исследования баланса и трансформации органического вещества при сельскохозяйственном использовании и интенсивном окультуривании почв. ВАСХНИЛ. Почвенный институт им. В.В. Докучаева. -М.: 1984. 96 с.
3. Аюпов З.З., Анохина Н.С. «Влияние элементов биологизации земледелия на динамику лабильных гумусовых веществ, урожайность и качество зерна озимой пшеницы», Вестник ОГУ, №6 (100)/июнь, 2009.- С.537-539.
4. Александрова, Л. Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации -Л.: Наука, 1980.- 288с.

УДК 639.51

СООБРАЖЕНИЯ О СОДЕРЖАНИИ БУДУЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

ПыхтинИ.Г.

ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск

Научно-техническое совершенствование отдельных составляющих технологий возделывания сельскохозяйственных культур неизбежно выдвигает перед земледельцами новые задачи, которые надо обоснованно решать.

Что существенно изменило содержание современных технологий? Прежде всего, это создание целого комплекса машин, внесших коренной перелом в способы основной, предпосевной обработки почвы, ухода за растениями.

Сюда надо отнести и появление новых типов гербицидов, позволяющих в отдельных случаях полностью уничтожить сорняковый компонент в посевах, и таким способом свести влияние отдельных способов и приемов по основной, предпосевной обработке почвы, уходу за посевами к минимуму, а также резко изменить структуру севооборотов.

Нельзя игнорировать и новые подходы к пополнению органического вещества в почве за счет посева сидеральных культур, поверхностного компостирования растительных остатков, хотя полностью не решающих вопросы изменения баланса гумуса в почве в положительную сторону.

Совершенствуются и способы внесения минеральных удобрений за счет жидких форм, совместно с различного рода инсектицидами. Только эти разработки, учитывая их огромную значимость во взаимодействии, обусловливают необходимость создания типов технологий на современных подходах. Такими подходами является придание им ресурсосбережения и экологической безопасности. Пути их решения четко не определены. Достаточно отметить, что способов ресурсосбережения в агротехнологиях очень много, а отсюда и возможных вариантов неограниченно.

Сюда надо отнести, в первую очередь, размещение культур по лучшим предшественникам. Нельзя считать обоснованным посев яровых по яровым, озимых зерновых по ячменю, а тем более возделывать их в монокультуре, хотя применение современных гербицидов и удобрений позволяют это сделать без существенного ущерба для урожайности, но при дополнительных затратах на обеспечение этими препаратами. Несомненно, второе делает возможным осуществлять размещение культур по нетрадиционным предшественникам, но что лучше, пока не ясно.

Целесообразно варьирование различными способами основной обработки почвы под культуры в зависимости от сложившихся условий (предшественника, культуры, засоренности поля, времени проведения, применения гербицидов, наличия соответствующей техники) [1].

По нашим исследованиям, в Европейской части России различные способы основной обработки почвы имеют равное право на существование, если этому отвечают имеющиеся условия. Неправильно сбрасывать со счетов отвальную обработку, так как под сахарную свеклу это наилучший способ основной обработки почвы, особенно сейчас, при появлении оборотных плугов. Оборотный плуг, в таком случае, не только способ отвальной обработки, повышающий производительность труда на 50% и уменьшающий расход горючего, но и средство защиты почв от эрозии за счет ликвидации разъемных борозд, сокращения работ на предпосевной обработке за счет выравнивания поля с осени.

Революционный прорыв в технологии возделывания озимых культур внесла и поверхностная обработка, проводимая современными дискаторами или комбинированными агрегатами, обеспечивающая одновременно мелкое рыхление и прикатывание, обладающая такими характеристиками как высокая производительность, хорошая разделка посевного слоя почвы, исключение фактора времени для подготовки, так необходимого при вспашке и плоскорезной обработке.

Нельзя сбрасывать со счетов и нулевую обработку почвы, если она применяется под зерновые, однократно, на хорошо удобренных и чистых от сорняков полях.

Однако нецелесообразно поверхностные и нулевые обработки почвы применять как системы в севооборотах.

Наиболее сложно решаются вопросы ресурсосбережения в системах удобрения культур, так как любая система должна быть направлена на

повышение плодородия почв, в первую очередь увеличение, или хотя бы сохранение содержания гумуса в почве. Простое внесение навоза с последующей запашкой - дорогостоящее мероприятие, но решать проблему можно двумя путями. Первый – посевом сидеральных культур в занятых парах, второй – проведением поверхностного компостирования растительных остатков, путем предварительного внесения 10 кг азотных удобрений и 200 кг дефеката на тонну побочной продукции, смешивания этих удобрений с растительными остатками путем дискования и последующей, через две недели, вспашки на необходимую глубину. Способ, позволяющий, по данным ВНИИЗиЗПЭ, повысить урожайность зерновых на 6,2 – 10,4%, что равносильно внесению 10 т/га навоза [2]. Безусловно, поверхностное компостирование тоже дорогостоящее мероприятие, но нельзя забывать положительные его стороны, как то исключение вопросов утилизации соломы, улучшение фитосанитарной обстановки за счет подавления сорнякового компонента и возбудителей болезней растений ввиду проведения вспашки.

Нельзя игнорировать и широко рекомендовавшееся ранее использование последействия удобрений, внесенных под предшествующие культуры севооборота в рациональных дозах.

В плане обеспеченности современной сельхозтехникой, наиболее трудно решаемый вопрос - их стоимость. Надо чётко представить, что обеспеченность современной техникой может легко решаться только в крупных хозяйствах, когда нагрузка на одну единицу техники может достигать максимальных величин, а для мелких сельхозпроизводителей она недоступна. Основное экологическое преимущество таких машин - меньше давление на почву за счет удвоенных шин, проведение одновременно нескольких технологических операций, или даже исключения приемов (лущение стерни, боронование зяби, предпосевная культивация).

Хуже обстоит дело с экологической безопасностью технологий. Применение современных гербицидов, типа Евро Ланд, Тапир, обладающих отрицательным последействием до 2-х лет на выращивание отдельных культур, при внесении 0,5–1,5 кг/га, и неясными экологическими последействиями других видов на состояние почвы, растений, качества выращиваемой продукции. Нельзя признать нормальным практику оставления полей после использования ряда гербицидов на следующий год под паром.

Не получила достаточного обоснования и практика замены основной обработки почвы в севооборотах за счет широкого применения гербицидов и удобрения, так называемой нулевой обработкой почв. Большинство исследований, проведенных в России по этому вопросу, совершенно не отвечают на последующее состояние почвы, растений, качества продукции, т.е. экологически небезопасны.

Безусловно, в рамках отдельных составляющих технологий может быть использовано несколько вариантов приемов, что делает структуру их весьма

разнообразной, обеспечивающей в конечном итоге близкие результаты по продуктивности и не дающей основания считать ту или иную наилучшей.

На наш взгляд, в свете рассматриваемых проблем, предпочтение из двух подходов надо отдавать, в первую очередь, экологичности технологий, ибо ресурсосбережение не ведет к существенному изменению качественности состояния производимой продукции и нежелательных изменений в состоянии почв и растений.

Если рассматривать в целом технологии возделывания культур в новых их схемах, то эти вопросы могут решаться так:

Технология возделывания

Предшественники	**Основная обработка почвы**	**Предпосевная обработка почвы**	**Система удобрения**	**Система защиты растений**	**Техника**
Для яровых зерновых культур					
Занятые пары, зернобобовые, озимые	Мелкая безотвальная	Комбинированными агрегатами	Поверхностное компостирование, использование последействия рациональных доз удобрений	Протравливание семян, однократная обработка гербицидами	Комбинированные агрегаты, оборотные плуги
Для озимых зерновых культур					
Чистые, занятые пары, зернобобовые	Мелкая безотвальная, поверхностная	Комбинированными агрегатами	Оптимальные дозы минеральных удобрений	Протравливание семян, однократная обработка гербицидами	Комбинированные агрегаты, дискаторы
Для пропашных культур					
Озимые	Глубокая и средняя вспашка и безотвальная обработка	Специальными комбинированными агрегатами	Внесение рациональных доз удобрений	Многократная обработка посевов пестицидами	Специальные комбинированные агрегаты, оборотные плуги, дисковые глубокорыхлители

Пожалуй, самый нерешенный вопрос в будущих технологиях - соотношение химических и технологических приемов, способных привести к серьезным экологическим последствиям.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пыхтин И.Г. Обработка почвы: действительность и мифы. - Курск, 2015.-158 с.
2. Еремина Р.Ф. Технология поверхностного компостирования соломы и других растительных остатков при использовании их в качестве органических удобрений [Текст] / Р.Ф. Еремина, С.С. Мащенко, О.Г. Чуян и др. - Курск, 2003.-15 с.
3. Гостев А.В. Теоретические основы эффективного применения современных ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур [Текст] / А.В. Гостев, И.Г. Пыхтин, Л.Б. Нитченко, В.А.Плотников, Н.П. Гапонова. – Курск, 2016.-86 с.

УДК: 631.51:633.1 «321»

ОСНОВНАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В СЕВЕРНОМ ЗАУРАЛЬЕ

Рзаева В.В., Фисунов Н.В.
ФГБОУ ВО «ГАУ Северного Зауралья», г. Тюмень
valentina.rzaeva@yandex.ru

В статье представлены данные по засоренности посевов и урожайности яровой пшеницы, возделываемой по способам основной обработки почвы в Тюменской области. Результатами исследований подтверждается эффективность дифференцированного и отвального способов обработки почвы.

Высокая засорённость полей Сибири объясняется прежде всего природными условиями и особенностями ведения земледелия: короткий вегетационный период, высокая насыщенность севооборотов зерновыми культурами, применение плоскорезных обработок почвы с целью защиты от эрозии и сокращения затрат на обработку, ограниченный набор гербицидов, спектр действия которых отвечал бы видовой засорённости – отмечали в своих исследованиях Н.З. Милащенко (1971) и П.Ф. Ионин (1975, 1987).

При возделывании яровой пшеницы (первой после занятого пара) по способам основной обработки почвы согласно схемы опыта (табл. 1) тип засорения соответствовал – корнеотпрысково-малолетнему.

Таблица 1 – Система основной обработки чернозёма выщелоченного в зернопаровом севообороте, опытное поле ГАУ Северного Зауралья

Основная обработка почвы	Поля севооборота		
	однолетние травы	**яровая пшеница**	яровая пшеница
Отвальная	вспашка, 20-22	**вспашка, 28-30**	вспашка, 20-22
Отвальная	вспашка, 12-14	**вспашка, 14-16**	вспашка, 12-14
Безотвальная	рыхление, 20-22	**рыхление, 28-30**	рыхление, 20-22
Безотвальная	рыхление, 12-14	**рыхление, 14-16**	рыхление, 12-14
Дифференцированная	рыхление, 20-22	**вспашка, 28-30**	рыхление, 20-22
Дифференцированная	рыхление, 12-14	**вспашка, 14-16**	рыхление, 12-14
Нулевая	без основной обработки с 1975 г.		
	без основной обработки с 2008 г.		

Примечание: 1. Вспашка проводилась ПН – 4-35; рыхление на глубину 20-22 и 28-30 см – ПЧН-2,3; рыхление на глубину 12-14 и 14-16 см – культиватором KOS B (UNIA).

Наибольшее количество сорных растений приходилось на малолетние двудольные сорные растения.

В среднем за три года исследований (2014-2016) по вариантам с основной обработкой количество сорных растений составило 48,3-63,6 шт./м^2, по нулевым обработкам – 67,7-74,5 шт./м^2 (таблица 2).

При безотвальной обработке почвы (28-30 см) засоренность выше контроля (вспашка, 28-30 см) на 89,6 шт./м^2, по дифференцированной обработке на 1,0 шт./м^2. Количество сорных растений по нулевым обработкам превышало контроль на 19,4 шт./м^2 по нулевой с 2008 г. и на 26,2 шт./м^2 по нулевой с 1975 г. Более длительное время применения нулевой обработки приводит к увеличению засоренности посевов.

Таблица 2 – Засоренность посевов первой яровой пшеницы по основной обработке почвы, шт./м^2, 2014-2016 гг.

Основная обработка почвы	Перед применением гербицидов	Через месяц после применения гербицидов	Перед уборкой
1. Отвальная (вспашка, 28-30 см) контроль	48,3	5,5	8,9
2. Отвальная(вспашка, 14-16 см)	52,4	6,3	9,2
3. Безотвальная (рыхление, 28-30 см)	57,9	7,8	11,2
4. Безотвальная (рыхление, 14-16 см)	63,6	9,3	12,7
5. Дифференцированная (вспашка, 28-30 см)	49,3	5,1	7,5
6. Дифференцированная (вспашка, 14-16 см)	54,5	6,0	8,6
7. Нулевая с 1975 г.	74,5	20,5	23,6
8. Нулевая с 2008 г.	67,7	11,3	15,6

Уменьшение глубины обработки способствовало увеличению засоренности: по отвальной обработке на 4,1 шт./м^2, по безотвальной на 5,7 шт./м^2, по дифференцированной на 5,2 шт./м^2.

В результате применения гербицидов засоренность снизилась на 42,8-56,4 шт./м^2 (83,3-89,7%).

В среднем за три года исследований растений яровой пшеницы в фазу кущения было в пределах 507-539 шт./м^2 по вариантам с основной обработкой и 467-484 шт./м^2 по нулевым обработкам, степень засорения при этом составила 8,32-11,15% и 12,27-13,76%, соответственно (таблица 3).

Уменьшение глубины обработки способствовало снижению количества растений яровой пшеницы на 11 шт./м^2 по отвальной обработке, на 17,0 шт./м^2 по безотвальной, на 14,0 шт./м^2 по дифференцированной.

По нулевым обработкам растений пшеницы было меньше контроля на 48,0-65,0 шт./м^2.

Перед уборкой яровой пшеницы за 2014-2016 гг. на долю культурного компонента приходилось 489-512 шт./м^2, на долю сорного компонента 7,5-12,7 шт./м^2 при этом степень засорения составила 1,69-2,53% по вариантам с основной обработкой и 455-468 шт./м^2 при засоренности 15,6-23,6шт./м^2 при степени засорения – 3,23-4,93% по вариантам нулевых обработок (таблица 4).

Таблица 3 – Компоненты агрофитоценоза по основной обработке почвы перед применением гербицидов, 2014-2016 гг.

Основная обработка почвы	Количество растений, шт./м^2		Степень засорения,%
	культурные (яр.пшеница)	сорные	
1. Отвальная (вспашка, 28-30 см) контроль	532	48,3	8,32 (средняя)
2. Отвальная (вспашка, 14-16 см)	521	52,4	9,14 (средняя)
3. Безотвальная (рыхление, 28-30 см)	524	57,9	9,95 (средняя)
4. Безотвальная (рыхление, 14-16 см)	507	63,6	11,15 (средняя)
5. Дифференцированная (вспашка, 28-30 см)	539	49,3	8,38 (средняя)
6. Дифференцированная (вспашка, 14-16 см)	525	54,5	9,40 (средняя)
7. Нулевая с 1975 г.	467	74,5	13,76 (средняя)
8. Нулевая с 2008 г.	484	67,7	12,27 (средняя)

Таблица 4 – Компоненты агрофитоценоза по основной обработке почвы перед уборкой, 2014-2016 гг.

Основная обработка почвы	Количество растений, шт./м^2		Степень засорения, %
	культурные (яр. пшеница)	сорные	
1. Отвальная(вспашка, 28-30 см) контроль	508	8,9	1,72
2. Отвальная(вспашка, 14-16 см)	496	9,2	1,82
3. Безотвальная(рыхление, 28-30 см)	501	11,2	2,19
4. Безотвальная(рыхление, 14-16 см)	489	12,7	2,53
5. Дифференцированная (вспашка, 28-30 см)	512	7,5	1,44
6. Дифференцированная (вспашка, 14-16 см)	499	8,6	1,69
7. Нулевая с 1975 г.	455	23,6	4,93
8. Нулевая с 2008 г.	468	15,6	3,23

По мелким обработкам почвы количество растений яровой пшеницы было меньше в сравнении с глубокими (28-30 см) на 12 шт./м^2 по отвальной обработке, на 12,0 шт./м^2 по безотвальной, на 13,0 шт./м^2 по дифференцированной обработке почвы.

Наибольшим количеством культурных (512 шт./м^2) и меньшим сорных (7,5 шт./м^2) растений характеризовался вариант дифференцированной обработки почвы (вспашка, 28-30 см).

Степень засорения от фазы кущения до уборки снизилась в результате применения гербицидов от средней (8,32-11,15%) до слабой (1,69-2,53%) по вариантам с основной обработкой и с 12,27-13,76 до 3,23-4,93% по нулевым обработкам почвы.

Урожайность первой яровой пшеницы за три года исследований (2014-2016) на контроле (вспашка, 28-30 см) составила 3,57 т/га, по безотвальной (28-30 см) ниже контроля на 0,25 т/га, по дифференцированной (28-30 см) больше на 0,31 т/га (рис.).

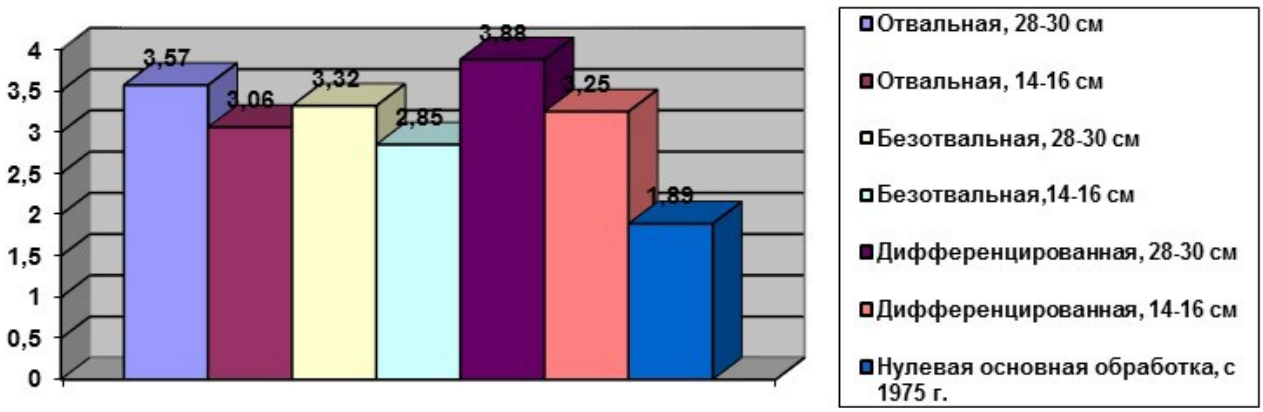


Рисунок – Урожайность первой яровой пшеницы после занятого пара по основной обработке почвы, т/га, 2014-2016 гг.

Уменьшение глубины обработки почвы до 14-16 см способствовало снижению урожайности на 0,51 т/га по отвальной, на 0,47 т/га по безотвальной, на 0,63 т/га по дифференцированной обработкам почвы.

Наибольшей урожайностью 3,88 т/га отмечен вариант глубокой (28-30 см) дифференцированной обработки почвы, что выше контроля на 0,31 т/га.

УДК 631.459

МУЛЬЧИРОВАНИЕ КАК СПОСОБ ЗАЩИТЫ ПОЧВ ОТ ЭРОЗИИ И СОХРАНЕНИЯ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ

Н.В. Рязанцева
ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск
vnizembibl@mail.ru

Рассматриваются разные варианты мульчирования на содержание элементов питания в почве под посевами кукурузы на зеленый корм при создании защитного слоя из соломы и препарата К-9 (отхода производства).

20 марта 1967 г. Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О неотложных мерах по защите почв от ветровой и водной эрозии» обязало принять конкретные меры к коренному улучшению исследований в этой области и внедрению в производство проверенных на практике методов защиты почв и повышения их плодородия, укрепить кадрами и оснастить оборудованием лаборатории и отделы институтов и областных опытных станций, ведущих исследования по борьбе с эрозией почв».

Рациональное использование земельных угодий, расположенных на склонах и подверженных эрозии, является одной из важнейших проблем в современном сельском хозяйстве. Грубые нарушения технологии возделывания сельскохозяйственных культур на склонах приводят к деградации этих земель. Главной экологической опасностью является эрозия

почв. «На территории ЦЧР 20% пашни подвержено эрозии. В результате эрозии теряются вносимые удобрения, растут овраги, заиливаются и загрязняются реки и водоемы. Потери азота составляют 14-17% от количества, отчуждаемого с урожаем, потери калия и серы за счет эрозии примерно такие же, а потери кальция и магния – в 3,3 раза больше величины отчуждения с урожаем. Ежегодно почвы лесостепной зоны от эрозии теряют 3,5 млн. тонн калия. В современных ландшафтах за счет внесения удобрений потери азота компенсируются только на 20%, потери кальция – на 17%, потери фосфора – на 36%» [6,2,4]. Загрязнение окружающей среды в результате водной эрозии приводит к тому, что концентрация минеральных элементов питания в грунтовых водах и водоемах может повышаться до токсического уровня и привести к их накоплению в растениях, что может послужить причиной отравления людей и животных.

Поэтому защита почвенного покрова является необходимой мерой для сохранения на земле растительного и животного мира. Перспективным направлением для защиты поверхности почвы от потери верхнего плодородного слоя является использование растительных остатков - мульчирование. Применение соломы для мульчирования почвы сокращает развитие эрозионных процессов, особенно интенсивных на пропашных культурах. Параллельно воздействию на стабилизацию отдельных элементов системы проявляется и общий эффект на весь агроценоз,который также позитивно отражается на урожае сельскохозяйственных культур [9, 10].

Разные способы мульчирования изучались в полевом опыте на чернозёме типичном тяжелосуглинистом, среднегумусном в ОППХ ВНИИЗиЗПЭ. Варианты опыта: 1. Контроль – без внесения соломы; 2. Препарат К-9 в дозе 25 кг/га; 3. Солома5 т/га + К-9 25 кг/га; 4. Жидкое мульчирование 5 т/га+К-9 25 кг/га; 5. Растительный порошок (РП) + навоз (3:1) - мульчирование гранулами: 6. Сухое мульчирование растительным порошком 5 т/га.

Таблица. Влияние способов мульчирования на содержание элементов питания в почве на опыте с кукурузой на зеленый корм при создании защитного слоя почвы (мг/100 г почвы).

Варианты	Глубина (см)	$N\text{-}NO_3$	$N\text{-}NH_4$	P_2O_2	K_2O
1. Контроль (безвнесения)	0-5	0,37	1,21	16,1	11,4
	5-10	0,28	1,29	11,2	9,4
2. К-9 25 кг/га (поверхностно)	0-5	0,47	0,85	15,3	10,6
	5-10	0,50	0,68	10,1	9,9
3. Солома 5 т/га+К-9 25 кг/га (поверхностно)	0-5	0,30	1,67	14,6	10,5
	5-10	0,29	1,34	11,7	9,7
4. РП 5 т/га+К-9 25 кг/га (жидкое мульчирование)	0-5	0,35	1,80	16,7	10,9
	5-10	0,35	1,40	11,1	10,0
5. РП: навоз (3:1) (мульчирование гранулами)	0-5	0,31	1,70	14,7	10,7
	5-10	0,35	1,28	11,1	9,3
6. РП 5 т/га (сухое мульчирование)	0-5	0,29	1,55	15,5	11,1
	5-10	0,24	1,20	10,8	10,3

Наблюдения, анализы, учеты и определения проводились согласно существующим методам, принятым в почвоведении и агрохимии: азот нитратный – по Гриндваль-Ляжу; азот аммиачный фотоколориметрическим методом; фосфор и подвижный калий – по Чирикову Ф.В.

Целью возделывания сельскохозяйственных культур является производство органического вещества растений за счет минеральных соединений при участии энергии солнечного луча. К необходимым элементам питания, без которых растения не могут закончить цикл развития относятся азот, фосфор и калий.

Азот входит в состав белков, протоплазмы и ядра клетки, ферментов, нуклеиновых кислот, хлорофилла, витаминов и алкалоидов. Уровень азотного питания определяет размеры и интенсивность синтеза белка и других азотистых органических соединений в растениях, а, следовательно, ростовые процессы.

Главным источником азота для питания растений служат соли азотной кислоты и соли аммония. Исследованиями Д.Н. Прянишникова (1963) показано, что аммонийный и нитратный азот при определенном сочетании условий являются равноценными источниками питания для растений. Энергетическим материалом для сложной цепи превращений при образовании нитратов служит органическое вещество почвы. В результате микробиологического разложения органического вещества и жизнедеятельности бактерий, связывающих свободный азот атмосферы, пополняются запасы азота почвы. Нитратный азот способен накапливаться в растениях, не причиняя им вреда в значительных количествах.

Аммиак в свободном виде содержится в высших растениях обычно в незначительных количествах, чрезмерное накопление его, особенно при недостатке углеводов, приведет к отравлению растений [8]. Следовательно, в начале развития растений аммиачные соли менее желательные как источник питания.

Результаты исследования нитратного ($N\text{-}NO_3$) и аммонийного (N-NH4) азота свидетельствует о том, что в целом количество его меняется в зависимости от возделываемой в севообороте культуры [3].В нашем опыте анализ данных не выявил зависимости содержания нитратного азота в почве от наличия органического вещества в виде соломенной мульчи. Но поскольку нитратный азот наиболее легко усваивается растениями, то по мнению Л.И. Никифоренко (1985), потенциальная возможность почвы в предоставлении растению азота, наиболее достоверно устанавливается определением её нитрификационной способности. В целом можно отметить, что мульчирование рассматривается как один из способов, сокращающих потери азота из почвы.

Фосфор играет исключительно важную роль в процессах обмена энергии в растительном организме. Энергия солнечного света в процессе фотосинтеза и энергии, выделяемая при окислении ранее синтезированных органических соединений в процессе дыхания, аккумулируется в растениях в виде энергии

фосфатных связей и, так называемых макроэргических соединений. Важнейшее из этих соединений – аденозинтрифосфорная кислота (АТФ). Накопленная в АТФ при фотосинтетическом и окислительном фосфорилировании энергия используется для всех процессов роста и развития растений, поглощение питательных веществ из почвы, синтеза органических соединений, их транспорта [5]. Недостаток фосфора тормозит развитие растений, задерживает созревание, вызывает снижение урожая и ухудшает качество продукции. Главным источником фосфора для растений в природных условиях являются соли ортофосфорной кислоты. Поэтому основная масса фосфатов становится доступной для растений лишь после того, как произойдет превращение части валовых запасов фосфора в результате химических изменений и биологических процессов. Хотя общие запасы фосфора, содержащиеся в почвах, относительно велики, но большей частью они находятся в неусвояемой или труднодоступной для растений форме. Все легкодоступные формы фосфора, не перемещаясь свободно в почвенном растворе, тотчас же поглощаются почвой. Мобилизация фосфат-ионов осуществляется под действием кислот, образующихся в результате биохимических процессов, протекающих в почвенной среде [1]. Анализ содержания подвижных форм фосфора в опыте с мульчированием показывает, что в целом количество его зависит от глубины корнеобитаемого слоя.

Калий, подобно азоту и фосфору, является одним из важнейших элементов для нормального роста и развития растений. Он участвует в процессах синтеза и оттока углеводов в растениях, обуславливает водоудерживающую способность клеток и тканей, повышает устойчивость растений к неблагоприятным условиям внешней среды и к поражению болезнями, тем самым способствует получению высоких урожаев. Калий находится в почве в виде трех основных форм: калий почвенного раствора, обменный калий и необменно-фиксированный [7]. Между различными формами калия существует динамическое равновесие, поэтому обеспечение растений калием зависит не только от содержания его подвижных форм в почве, но и от её способности поддерживать калийный потенциал на относительном, а главное, оптимальном, для сельскохозяйственных культур, уровне [8]. Из данных опыта (таблица) следует, что обеспеченность калием более благоприятна, чем фосфором, что отчасти связано с наличием в почве четко выраженного динамического равновесия между обменными формами и большим резервом необменных форм в чернозёме.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Адерихин П.Г. Фосфор в почвах и в земледелии Центрально-Черноземной полосы. Воронеж, ВГУ, 1970. 248 с.
2. Акименко А.С., Дудкин И.В., Дудкина Т.А. и др. Биологизированные системы земледелия в Центрально Черноземном регионе //Сахарная свекла. 2010 - №9. – С.12-14.

3. Афонченко Н.В. Влияние мульчирующих обработок почвы и внесения удобрений на сток и смыв в посевах сахарной свеклы при искусственном дождевании // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования. II Международная научно-практическая Интернет – конференция, 2017. - С.959-960.
4. Акименко А.С., Дудкин И.В., Логачев Ю.Б., Дудкина Т.А. Эффективность использования пашни в зависимости от сочетанияудобрений в севооборотах // Земледелие. 2013. – №2. – С.10-12.
5. Смирнов П.М., Муравин Э.А. Агрохимия. М.: Агропромиздат, 1991. 288 с.
6. Черкасов Г.Н., Масютенко Н.П., Чуян О.Г., Дегтева М.Ю. Чернозёмные почвы ЦЧР: состояние и пути сохранения из плодородия // Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия. Сборник докладов международной научно-практической конференции. 2017. С. 3-8.
7. Чуян Г.А., Карпинец Т.В. Некоторые закономерности накопления калия в чернозёмных почвах // НТБ ВНИИЗиЗПЭ. Курск, 1986. Вып. 2. С. 48-52.
8. Ягодин Б.А. Агрохимия // М.: Колос, 1982. 574 с.
9. Сухановский Ю.П., Рязанцева Н.В., Агарков В.А. Применение метода дождевания в оценке эффективности противоэрозионных приемов //Модели и технологии оптимизации земледелия. Международная научно-практическая конференция. - 2003. - С. 468-470.
10. Рязанцева Н.В. Использование соломы для мульчирования поверхности почвы в посевах кукурузы // Агротехнологические процессы в рамках импортозамещения /Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения заслуженного работника высшей школы РФ, доктора с.-х. наук, профессора Ю.Г. Скрипникова. 2016. С. 63-64.

УДК 631.459:608

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАЩИТЫ ПОЧВ ОТ ЭРОЗИИ В ИЗОБРЕТЕНИЯХ ВНИИЗИЗПЭ

Рязанцева Н.В., Тарасова Л.Е., Вавин В.Г.

ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск
mdegtewa@mail.ru

Эрозия почв – значительная экологическая проблема в России. Созданный в 1970 году ВНИИ защиты почв от эрозии (в настоящее время ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии) почти полстолетия занимается изучением эрозионных процессов, разработкой теоретических основ защиты почв от эрозии, противоэрозионных мероприятий и комплексов, разработкой и совершенствованием методик научных исследований по защите почв от эрозии, разработкой почвозащитных технологий возделывания сельскохозяйственных культур в адаптивно-ландшафтном земледелии. Изобретенные и запатентованные способы и устройства по защите почв от эрозии, почвозащитной обработке, устройства и установки по исследованию эрозионных процессов – результат научной деятельности института.

Soil erosion is a serious ecological problem in Russia. Founded in 1970 All-Union Research Institute of Soil Erosion Control (now All-Russia Research Institute of Arable Farming and Soil Erosion Control) almost for half a century has been studying erosion processes, developing principles of soil erosion control, anti-erosion measures and complexes, developing and improving methods of research on soil erosion control, elaborating conservation technologies of crop cultivation in adaptive landscape agriculture. Invented and covered by

patents methods and devices of soil erosion control, conservation tillage, devices and units for erosion research are the result of the scientific activities of the institute.

Год экологии в Российской Федерации проводится в соответствии с Указом Президента в целях привлечения внимания общества к вопросам экологического развития России, сохранения биологического разнообразия и обеспечения экологической безопасности. Мы живем на планете Земля и должны оставить «ее улучшенной последующим поколениям», - писал К. Маркс. Поэтому главной задачей нашего времени является сохранение, рациональное использование земельных ресурсов и защита почв от эрозии.

По определению академика Л.И. Прасолова, «под эрозией почвы понимаются многообразные и широко распространенные явления разрушения и сноса почв и рыхлых пород потоками воды и ветра»(см. Захаров, П.С. Эрозия почв и меры борьбы с ней. – М.: Колос, 1971.- С. 5.).

М.Н. Заславский предлагает «под термином эрозии почв понимать смыв и размыв почвы поверхностным стоком временных водных потоков» [1].

«Под водной эрозией мы понимаем единый процесс формирования поверхностногостока, отделение частиц почвы или породы и их переноса водными струями или потоками (зачастую с образованием водороин, размывов или оврагов)» - пишет Г.П. Сурмач [2].

Эрозия водная и ветровая наносит серьезный ущерб сельскому хозяйству, снижая урожайность сельскохозяйственных культур, поэтому защита почв от эрозии является не только важной народнохозяйственной задачей, но и научно-технической проблемой.

В марте 1967 г. ЦК КПСС и Совет Министров СССР приняли постановление «О неотложных мерах по защите почв от ветровой и водной эрозии». Этим постановлением предусматривается комплекс агротехнических, лесомелиоративных, гидротехнических и организационно-хозяйственных мероприятий, направленных на защиту почв от эрозии.

В 1970 году руководством страны было принято решение об организации в Курской области Всесоюзного научно-исследовательского института защиты почв от эрозии (ВНИИЗПЭ) для изучения процессов эрозии почв и разработки научно обоснованных мер по борьбе с эрозией. На территории Курской области, которая располагается в центре Европейской территории России, на наиболее приподнятой части Среднерусской возвышенности, сильно развиты эрозионные процессы. Курская область является одной из областей Центрального Черноземья, где преобладают в основном чернозёмные и лесные почвы с почвообразующей породой, представленной преимущественно лессами, рыхлой и легко размываемой породой. Лесостепная зона благоприятствует развитию земледелия с давних времен. Регион находится в плотно заселенной части центральной России, в лесостепной зоне с развитым земледелием. В Курской области, где распаханность территории составляет 83%, смытые почвы занимают 738,6 тыс. га (27,5% от всей площади сельскохозяйственных угодий), без применения почвозащитных мероприятий не будет увеличения урожайности

сельскохозяйственных культур – зерновых, пропашных, кормовых и другой продукции [3].

Для успешного решения указанной задачи нужно изучить факторы, которые приводят к эрозионным процессам и прогнозировать условия их развития. Наука и практика подтвердили важность комплексного подхода в решении этой проблемы и были разработаны научно обоснованные системы почвозащитного земледелия по каждой природной зоне.

Система почвозащитного земледелия – это система мероприятий (приемов, технологий и др.) на всех сельскохозяйственных угодьях, направленных на сокращение или полное предупреждение эрозионных процессов, повышение плодородия смытых и дефлированных почв, восстановление и возвращение в интенсивное сельскохозяйственное использование разрушенных оврагами земель с целью получения максимума качественной продукции с единицы площади всех сельскохозяйственных угодий при наименьших затратах труда и средств [4, 5].

Учеными ВНИИЗиЗПЭ была разработана «Система земледелия Курской области». Она представляет собой обобщение многолетних исследований научных учреждений и передового опыта. Вместе с тем в ней изложены основные научные принципы почвозащитной системы земледелия, творческое использование которых позволит специалистам и фермерам хозяйств разработать мероприятия для каждого поля и каждого хозяйства[3].

В результате многолетних исследований, обобщения и анализа экспериментальных данных, сотрудниками нашего института впервые в стране была разработана методика крупномасштабного научно-производственного эксперимента по изучению влияния эрозионных процессов, установлен ущерб от эрозии, причиняемый народному хозяйству, и обоснованы перспективные противоэрозионные приемы. Коллективом института разработаны «Методические рекомендации по разработке ландшафтных систем земледелия в многоукладном сельском хозяйстве», «Методика разработки систем земледелия на ландшафтной основе». На счетуинститута более 260 изобретений, защищенных авторскими свидетельствами и патентами. В первые 20 лет своего существования институт интенсивно занимался изучением процессов эрозии, в основном водной, разработкой способов защиты почв от эрозии, противоэрозионной обработки почвы, а также устройств, орудий, рабочих органов для осуществления этих способов. Поэтому в эти годы была наиболее активная изобретательская деятельность сотрудников института в этом направлении. Разработанные, спроектированные учеными института и внедренные в сельхозпредприятиях Курской области в 1970-80-х годах противоэрозионные комплексы до сих пор еще играют почвозащитную роль, хотя давно не поддерживаются, являются наглядным примером бережного отношения к земле и вызывают удивление, интерес и восхищение у гостей института, отечественных и иностранных, приезжающих на экскурсии на эти объекты.

Начиная с 1990-х годов институт стал разрабатывать теоретические основы адаптивно-ландшафтного земледелия, за разработку которых группа ученых института получила Государственную премию в 2000 году. Вопросы защиты почв от эрозии проходят через разработки адаптивно-ландшафтного земледелия, так как одна из целей этих разработок – сохранение почвенных ресурсов.

Анализ патентной информации по наиболее значимым направлениям защиты почв от эрозии выявил основные способы, орудия и устройства, по которым ВНИИЗиЗПЭ получил авторские свидетельства и патенты на изобретения и полезные модели за период с 1972 по 2011 годы (рис.1).

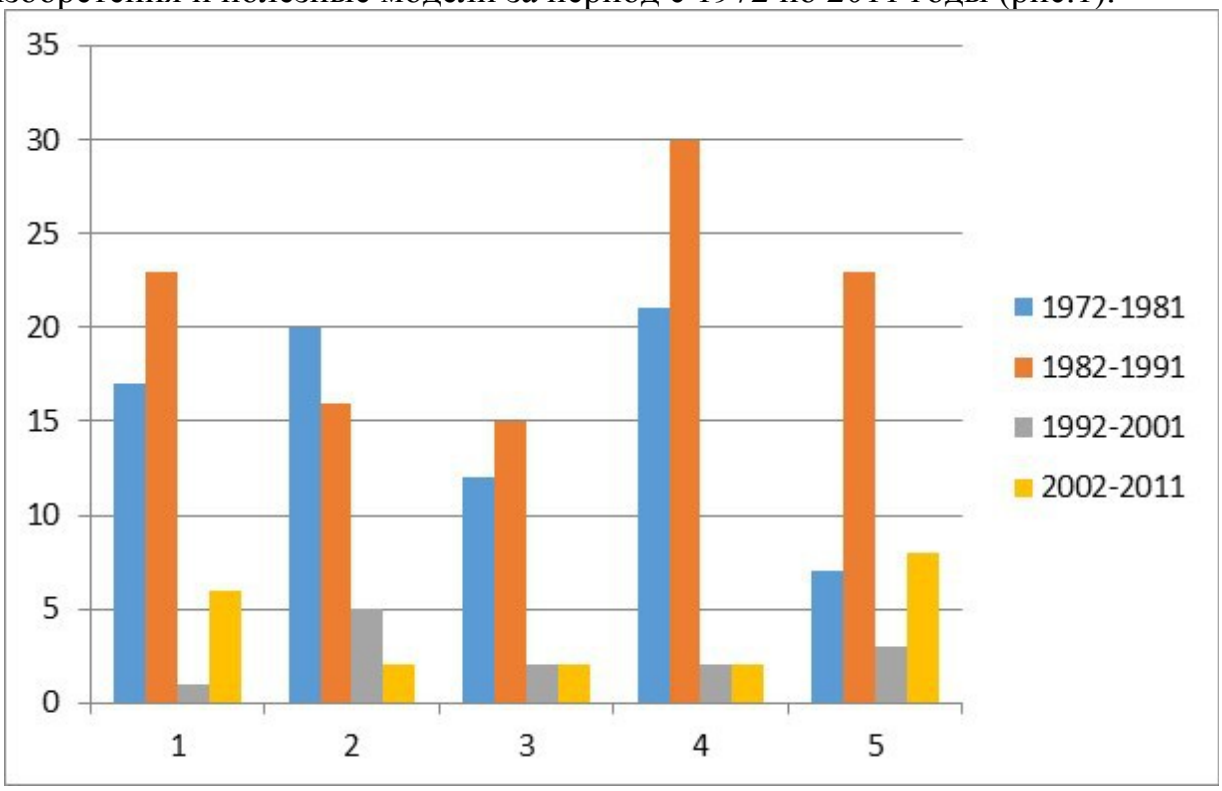


Рис. 1. Изобретения ВНИИЗиЗПЭ за период 1972-2011 гг.

1 – орудия для защиты почв от эрозии;2 – устройства для почвенных исследований;3 – агротехнические способы защиты почв;4 – способы защиты почв от эрозии;5 – другие способы.

Наиболее интересные решения предложены по способам защиты почв от эрозии:

1. Способ защиты почв от эрозии на склонах естественных кормовых угодий (А.С. №1690576, Крупчатников А.И.).

2. Способ повторного залужения склонов (А.С. №1253443, Черкасов Г.Н., Бирюкова Л.И.).

3. Способ создания защитных лесных насаждений (А.С. №1464969, Кулик А.В., Дьяков В.Н.. Ломакин М.М.).

4. Способ регулирования стока талых и ливневых вод на природных кормовых угодьях (А.С. № 1419539, Буторин И.М.. Кочедыков В.М.. Котельников В.И.. Казанцева Т.А.).

5. Способ укрепления водотоков (А.С. № 1025342, Рожков А.Г., Черноусов В.Г., Черкасов Г.Н.).

6. Способ защиты почв от эрозии под посевами сахарной свеклы (А.С. № 912073, Чалабянц С.А., Картамышев Н.И., Рязанцева Н.В., Ананьева В.В., Бардунова И.Т. и др.).

7. Способ создания водорегулирующих лесных полос на склонах (А.С. № 1395212 Ломакин М.М., Дьяков В.Н., Здоровцов И.П., Кочедыков В.М., Подгорный В.К.. Сосов Н.А.).

8. Способ борьбы с эрозией на ложбинных водосборах (А.С. № 1386057 Сапрыкин Н.Г.).

9. Способ создания защитных лесных насаждений (А.С. № 1464969 Кулик А.В. Дьяков В.Н., Ломакин М.М.).

10. Система противоэрозионной защиты рельефа (А.С. № 526301 Ломакин М.М., Рожков А.Г.).

11. Система противоэрозионной защиты рельефа (А.С. № 712055 Сурмач Г.П.).

Устройства для исследования эрозии почв:

1. Гидравлический лоток для исследования эрозионных процессов (А.С. № 979936 Мясников Ю.А., Рожков А.Г., Володин В.М., Комиссаров В.Н., Серебрякова О.В.. Таланов С.П.).

2. Устройство для исследования эрозионных процессов (А.С. № 1078268 Мясников Ю.А.. Володин В.М., Таланов С.П.).

3. Устройство для изучения капельной эрозии (А.С. № 1103147 Сухановский Ю.П.. Володин В.М., Бирюкова Л.И.).

4. Установка для исследования ветровой эрозии почв (А.С. № 1064175 Мясников Ю.А., Володин В.М.).

5. Установка для исследования водной эрозии почв А.С. № 1203394 Мясников Ю.А., Володин В.М., Хан К.Ю.).

6. Лабораторно-полевая дождевальная установка (Патент № 24147578 Вытовтов В.А., Сухановский Ю.П., Прущик А.В., Санжарова С.И.).

7. Портативная лабораторно-полевая дождевальная установка (Патент № 2519789 Вытовтов В.А., Сухановский Ю.П., Санжарова С.И., Прущик А.В., Соловьева Ю.А.).

Орудия для защиты почв от эрозии:

1. Почвообрабатывающее орудие для борьбы с водной эрозией почвы (А.С. №934925 Качедыков В.М., Федорченко А.Е., Крупчатников А.И. и др.).

2. Почвообрабатывающее орудие (А.С.№1457828 Вытовтов В.А., Гуреев И.И., Сапрыкин Н.Г.).

3. Противоэрозионная сеялка (А.С. № 880291 Гуреев И.И., Грищенко Н.В., Росляков С.В., Федорченко А.Е.).

4. Сошник для стерневой сеялки (А.С. № 1542451 Вытовтов В.А.).

5. Вибрационный глубокорыхлитель почвы (Патент №2449522 Гостев А.В., Плотников В.А.).

6. Противоэрозионный каток (А.С. № 604523 Ломакин М.М.).

7. Орудие для щелевания почвы (А.С. № 1371527 Дьяков В.П., Гуреев И.И., Картамышев Н.И.).

8. Комбинированный противоэрозионный агрегат для щелевания почвы и внесения удобрений (А.С. №912087 Кочедыков В.М., Ломакин М.М., Федорченко А.Е. и др.).

Агротехнические способы защиты почв:

1. Способ защиты почв от эрозии на посевах пропашных культур (Патент № 2010472, Крупчатников А.И.).

2. Способ посева пропашных культур (А.С. № 1554790, Крупчатников А.И.).

3. Способ противоэрозионной обработки почвы (А.С. № 898976 Кочедыков В.М., Крупчатников А.И.).

4. Способ возделывания сельскохозяйственных культур на террасированных пахотных склонах (Патент № 2311007, Еремина Р.Ф., Федорченко А.Е.).

5. Способ обработки, аэрации и удобрения почвы и устройство для его осуществления (Патент № 2608728 Плотников В.А., Гостев А.В., Нитченко Л.Б.).

Другие способы:

1. Способ оценки систем земледелия (А.С. №1369514 Володин В.М., Федорченко А.Е., Картамышев Н.И., Ванин Д.Е., Пыхтин И.Г., Рожков А.Г., Бирюкова Л.И.).

2. Способ прецизионного внесения удобрений (А.С. №2355154 Бахирев Г.И.).

3. Способ прогнозирования минерального азота в пахотном слое чернозёмов типичных и выщелоченных весной в Центральном Чернозёмье России (Патент № 2376600, Черкасов Г.Н., Сокорев Н.С., Понедельченко М.Н., Воронин А.Н.).

4. Способ диагностики потребности растений в минеральных элементах питания (Патент № 2541310, Гуреев И.И.).

Целью этих изобретений является снижение эрозионных процессов и повышение урожайности сельскохозяйственных культур.

Большое количество охранных документов получено на способы защиты почв от эрозии. Авторы предлагают проводить щелевание почвы сельскохозяйственных угодий, расположенных на склонах: с поделкой горизонтальных выемок в стенах и закладкой в них семян (А.С. № 882443 Способ борьбы с водной эрозией почв, М.М.Ломакин и др.,); с посевом на дно щелей быстрорастущих многолетних трав и нарезкой щелей прерывисто со смещением (А.С. № 1072828 Способ борьбы с эрозией почв на склонах естественных кормовых угодий и засеянных многолетними травами, А.И.Крупчатников); с подрезанием дернины и укладкой пласта вертикально в

щель для создания преград для стекающей по склону воды и с посевом трав в образовавшиеся выемки (А.С. № 1621819 Способ улучшения природных кормовых угодий и устройство для его осуществления, И.М.Буторин, Г.Н.Черкасов и др.); с нарезкой щелей в два яруса в перекрестном направлении ниже уровня семян и внесением в щели органических удобрений (А.С. № 1450771 Способ высева семян и внесения органических удобрений, Н.И.Картамышев, С.А.Чалабянц, А.Е.Федорченко, Н.В.Рязанцева, В.В.Шеховцова и др.), с оставлением стерни на поле, высевом семян по следущелей весной, смещением растительных остатков с почвой из зоны рядка в центр междурядья и формированием из них гребней, а также гребней из очищенной почвы, насыпанной над семенами в рядках (А.С. № 1493132 Способ возделывания пропашных культур, М.М.Ломакин, И.И.Гуреев); с подрезанием дернины и разрезанием на две части, с нарезкой щели в месте разреза дернины, высевом семян по краям щели под дернину, прикатыванием и перфорированием краев дернины катком-перфоратором (А.С. № 1419539 Способ регулирования стока талых и ливневых вод на природных кормовых угодьях, И.М.Буторин, В.М. Кочедыков, В.И. Котельников, Т.А.Казанцева).

Предлагается также поделка валков, валиков, валов поперек склона: валиков из почвы и растительных остатков (А.С. № 380255. Способ образование противоэрозионных валиков, Котельников В.А., Шикула Н.К.); валиков из почвы со стерней накладыванием друг на друга вырезанных пластов с высевом семян между ними (А.С. № 1554790. Способ посева пропашных культур, А.И.Крупчатников); формирование земляного вала размещением в подпочвенном слое гибкой эластичной оболочки с возможностью наполнения её воздухом и подъемом пласта с образованием противоэрозионного вала поперек склона в стокоопасный период (А.С. № 856399 Способ борьбы с водной эрозией почв и устройство для его осуществления, В.К.Подгорный, М.М.Ломакин, А.Е.Федорченко, А.Г.Рожков и др.); валков из соломы предшествующей культуры с безотвальным рыхлением межвалкового пространства и посев весной со щелеванием по следу колес трактора (Патент № 2010472 Способ защиты почв от эрозии на посевах пропашных культур, А.И.Крупчатников); водорегулирующих валов по береговому периметру балки с интервалами-водовыпусками для прохода воды (А.С. № 526301 Система противоэрозионной защиты рельефа, М.М.Ломакин, А.Г.Рожков); водоотводящих валов и водосбросов в виде земляных лотков на берегу балки под углом к горизонталям и с уклоном, обратным уклону дна балки(А.С. № 712055 Система противоэрозионной защиты рельефа, Г.П.Сурмач).

Предложены новые решения с использованием террасирования склонов: формирование по всей длине террас земляного водозадерживающего вала, а поперек террас валиков (А.С. № 424512 Способ защиты почв от эрозии в садах, Шикула Н.К., Федоров В.А. и др.); посадка на вершинах валов-террас низкорослых кустарников, посев на валах и выемках валов-террас многокомпонентной бобово-злаковой смеси, а на межтеррасных

пространствах полевых культур согласно севообороту (Патент № 2311007 Способ возделывания сельскохозяйственных культур на террасированных пахотных склонах, Р.Ф.Еремина, А.Е.Федорченко).

Запатентованы предложения по посеву кулис поперек склона, которые накрывают водонепроницаемым материалом, его верхний край закрепляют непрерывно, а нижний прерывисто, в отдельных точках, для воздухообмена, и выросшие кулисные растения выполняют роль водозадерживающего вала (А.С. № 674700 Способ борьбы с эрозией почв, Н.И.Картамышев, А.В.Посохов); по посеву кулис из растений подсолнечника по следу щели за 1,5-2 месяца до посева озимой культуры с подрезанием корней выросших растений в вертикальном направлении и срезанием точек роста (корзинок) (А.С. № 1790836 Способ создания кулисного пара, М.М.Ломакин, И.И.Гуреев).

Эффективны также способы защиты почв посредством нанесения защитных составов: полосное рыхление почвы, укрытие полос соломой и нанесение на солому защитной эмульсии в виде синтетической пены из мочевино-формальдегидной смолы, пенообразователя, соляной кислоты и воды, измельчение теплоизоляционного слоя весной до снеготаяния и мульчирование им межполосных пространств и глубокое рыхление очищенных полос (А.С. №803879 Способ защиты почв от эрозии, Н.И.Картамышев, А.В.Посохов, И.Т.Бардунова, С.А.Чалабянц); нанесение водного раствора структурообразователя иономера ВО и перемешивание его с 5 см слоем почвы полосами равными по ширине междурядьям через междурядье (А.С. № 912073 Способ защиты почв от эрозии под посевами сахарной свеклы, Чалабянц С.А., Картамышев Н.И., Рязанцева Н.В., Ананьева В.В., Бардунова И.Т. и др.); послойное нанесение на почву два раза структурообразователя (А.С. № 1069655 Способ оструктуривания почв, С.А. Чалабянц, Л.И.Бирюкова, Н.И.Картамышев).

Ряд изобретений связан с посадкой защитных лесных полос: посадка лесополосы на прибалочных склонах, вспашка склона выше лесополосы с образованием напаши, поделка перпендикулярно лесополосе постоянных земляных валов, пересекающих напашь и частично лесополосу (А.С. № 810099 Способ борьбы с эрозией почвы на прибалочных склонах, В.Н.Дьяков, А.Г.Рожков); посадка лесных полос прерывисто в виде куртин, расположенных в шахматном порядке, с поделкой внутри куртин канав в виде линзообразных углублений (А.С. № 1344259 Способ защиты почв от эрозии на склонах, М.М. Ломакин, В.Н. Дьяков, И.П. Здоровцов, А.Г. Рожков, В.К. Подгорный); посадка лесополос вдоль тальвега ложбины в виде отдельных блоков с интервалами между блоками равными половине длины снежного шлейфа и посадка внутри блоков растений 4-мя рядами в шахматном порядке (А.С. № 1386057 Способ борьбы с эрозией на ложбинных водосборах Сапрыкин Н.Г.); для улучшения ветрового и гидрологического режимов путем регулирования ветропродуваемости лесных полос нанесение перед началом листопада на кроны, штамбы деревьев, почву, лесную подстилку

покрытия из гидрофобных эластичных химических волокон с образованием ажурной паутинообразной сетки сплошным способом или дискретно (А.С. № 1464969 Способ создания защитных лесных насаждений, А.В. Кулик, В.Н. Дьяков, М.М. Ломакин).

Представленные способы борьбы с эрозией почв с кратким описанием существа изобретений дают картину изобретательской деятельности сотрудников института в этой области. Кроме этого, запатентованы также и способы противоэрозионной обработки почвы и орудия для её осуществления, способы возделывания сельскохозяйственных культур. Большую группу составляют устройства, установки для изучения и моделирования процессов водной и ветровой эрозии, которые разрабатывались учеными и специалистами и использовались ими при проведении исследований в полевых и лабораторных условиях. Некоторые из них указаны выше. Все это является частью фонда изобретений ВНИИЗиЗПЭ. Более подробную информацию можно найти на сайте ФИПС, введя номер авторского свидетельства или патента в рубрике «Информационные ресурсы»: «Открытые реестры», а также в фонде института.

В последние годы изучением, моделированием и прогнозированием процессов эрозии почв занимается лаборатория моделирования эрозионных процессов под руководством доктора сельскохозяйственных наук Ю.П. Сухановского. Для проведения необходимых исследований коллективом лаборатории (Ю.П. Сухановский, В.А. Вытовтов, А.В. Прущик, С.И. Санжарова, Ю.А. Соловьева, А.Г. Титов) разработаны, запатентованы и используются в работе лабораторно-полевая дождевальная установка (Патенты на изобретения №№ 2336688, 2417578), портативная лабораторно-полевая дождевальная установка (Патент на изобретение № 2519789), устройство для учета поверхностного стока (Патент на полезную модель № 161953).

Итак, были приведены примеры изобретений, полученных при исследовании процессов эрозии, при разработке почвозащитных мероприятий и технологий учеными ВНИИЗиЗПЭ. Часть из них, преимущественно устройства и установки для исследований процессов эрозии используется в работе. Технологические изобретения (способы и орудия) в производстве не используются, так как нет системы внедренческих и венчурных фирм, соответствующего финансирования инновационной деятельности, налоговых и иных льгот, чтобы заинтересовать производителей в испытании и внедрении новых технологий, машин и орудий, разработанных отечественными учеными и специалистами. Эти разработки представляют собой что-то вроде резервного фонда будущих поколений, которые будут востребованы, когда природа, отягощенная нерациональными антропогенными нагрузками в погоне за сверхприбыльностью производства, предъявит свой счет «человеку разумному» и, как говорят, принудит его к миру, то есть к использованию экологически безопасных технологий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Заславский М.Н. Эрозия почв. М., 1979. – 245 с.
2. Сурмач Г.П. Водная эрозия и борьба с ней. Л; Гидрометиздат, 1976. – 275 с.
3. Система земледелия Курской области. Курск, 1982. – 204 с.
4. Модели адаптивно-ландшафтных систем земледелия для основных природно-сельскохозяйственных регионов страны. Курск: ВНИИЗиЗПЭ, 2005. – 80 с.
5. Научные основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий России и формирования систем воспроизводства их плодородия в адаптивно-ландшафтном земледелии: Т.1. Теоретические и методические основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий. Коллективная монография. – М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, 2013. – 756 с.

УДК 631.445.4+631.452

СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОЗЁМОВ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ И ВОСПРОИЗВОДСТВО ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ

Сабитов М.М.
ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ», г. Ульяновск
m_sabitov@mail.ru

В статье представлен материал о почвенном покрове, о состоянии чернозёмов, о результатах мониторинга основных питательных элементов и комплексный подход к регулированию режима органического вещества почвы в условиях Ульяновской области.

Summary. The article presents material about the soil cover, the condition of the black soil, the results of monitoring of key nutrients and integrated approach to the regulation of soil organic matter conditions in the Ulyanovsk region.

Повышение и поддержание почвенного плодородия - одна из важных и сложнейших задач в практической работе земледельца особенно в условиях нехватки минеральных удобрений, дороговизны горюче-смазочных материалов и техники. Для чернозёмов эта проблема всегда стояла особенно остро. Последние десятилетия, и особенно в наши дни, гумусовое состояние чернозёмов привлекает внимание исследователей с точки зрения их деградации и дегумификации. Это связано с сокращением притока органических веществ с пожнивными и корневыми остатками культурной растительности, что неизбежно вызывает процессы дегумификации [1,2,3].

Однако значительные потери гумуса происходят не только от недостаточного поступления в почву органического вещества, но и от чрезмерной интенсивности обработки, резко усиливающей минерализацию [4,5,6,7].

В связи с этим исследования, проводимые на сегодняшний день по воспроизводству почвенного плодородия вполне актуальны.

Почвенный покров Ульяновской области имеет две особенности. Первая связана с географическим положением: так как Ульяновская область находится в лесостепной зоне, поэтому основной фон составляют лесные (серые лесные, подзолистые) и степные (оподзоленные и выщелоченные, долинные, обыкновенные и тучные чернозёмы) почвы. Вторая особенность связана с геологическим строением, рельефом и гидрографией, что предопределяет формирование особых типов почв (карбонатных, солонцов и солодей, пойменных и болотных).

Почвенный покров сельскохозяйственных угодий Ульяновской области объединяет в себе 15 типов почв, принципиально различающихся условиями почвообразования.

Общую характеристику почвенного покрова сельхозугодий можно дать по упрощенной схеме, выделив (по максимальным площадям) 3 типа почв - чернозёмные, серые лесные и дерново-карбонатные (табл. 1).

Таблица 1 - Почвенный покров сельскохозяйственных угодий Ульяновской области

Типы и подтипы почвы	Площадь	
	тыс. га	%
Дерново - карбонатные	112,1	5,4
Светло - серые лесные	47,8	2,3
Серые лесные	135,0	6,5
Темно - серые лесные	290,7	14,0
Чернозёмы оподзоленные	130,8	6,3
Чернозёмы выщелоченные	623,0	29,9
Чернозёмы выщелоченные остаточно-луговатые	68,5	3,3
Чернозёмы типичные	176,5	8,5
Чернозёмы типичные карбонатные	166,1	8,0
Чернозёмы типичные остаточно-карбонатные	64,4	3,1
Чернозёмы типичные солонцеватые	8,3	0,4
Чернозёмы типичные остаточно-луговатые	95,5	4,6
Чернозёмно - луговые	2,1	0,1
Лугово - чернозёмные	6,2	0,3
Луговые	2,2	0,1
Аллювиальные дерновые насыщенные	54,0	2,6
Аллювиальные дерновые насыщенные карбонатные	6,2	0,3
Прочие	93,0	4,3
Итого:	2082,4	100

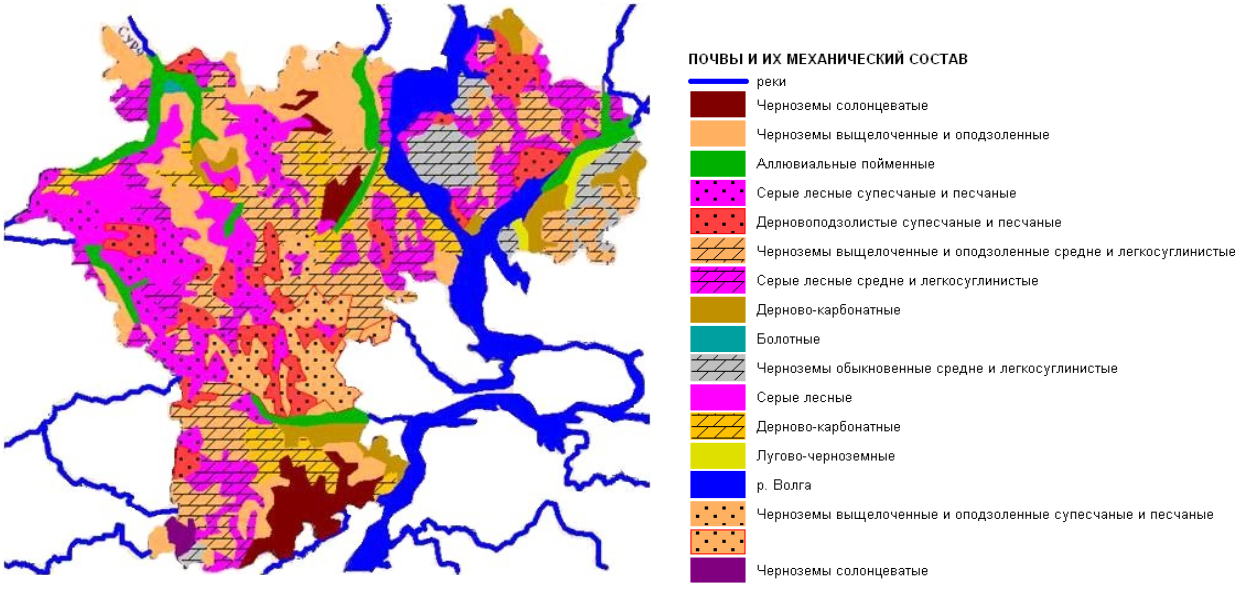


Рис. 1. Почвы Ульяновской области и их механический состав

На сегодняшний деньудельный вес наиболее распространенных на территории области типов почв сельскохозяйственных угодий составляет: чернозёмные почвы - 64,2%, серые лесные почвы - 22,8% и дерново-карбонатные почвы - 5,4%. Чернозёмы, составляющие основу пахотных земель, распространены по всей области, среди них преобладают выщелоченные и типичные чернозёмы (рис. 1).

Вторым наиболее распространенным типом почв на территории области являются серые лесные почвы. Местами наибольшего распространения этих почв являются западный и юго-западный районы области. Почти 62% этих почв представлены темно-серыми почвами, которые по свойствам и плодородию ближе к чернозёмам.

Дерново-карбонатные почвы занимают незначительную площадь в правобережной части области. Наиболее крупные их площади встречаются в южных районах. Эти почвы богаты гумусом, хорошо насыщены основаниями, имеют щелочную реакцию почвенной среды, но сильно щебенчатые и характеризуются неустойчивым водным режимом [8,9,10].

Средневзвешенное содержание гумуса в пахотных почвах области за 30 лет снизилось на 0,3% или на 9 тонн с гектара. Большие площади с низким содержанием гумуса в пахотных почвах выявлены в Базарносызганском, Барышском, Инзенском, Кузоватовском, Павловском, Старомайнском, Тереньгульском и Чердаклинском районах.

Средневзвешенное содержание гумуса на 01.01.2012 г в целом по области составил 4,7%.

По содержанию подвижного фосфора пахотные почвы большинства районов области относятся к группам с повышенным и высоким содержанием, а почвы Базарносызганского, Барышского, Кузоватовского, Николаевского и Радищевского районов относятся к группе со средним содержанием. В целом средневзвешенное содержание подвижного фосфора в пахотных почвах области составляет 130,1 мг/кг, что соответствует повышенному содержанию.

По содержанию подвижного калия пахотные почвы области относятся к группам с повышенным и высоким содержанием. Средневзвешенное содержание подвижного калия составляет 135,7 мг/кг – высокое содержание.

Результаты мониторинга плодородия почв показали, что пахотные почвы области имеют устойчивую тенденцию подкисления.

На 1.01.2012 года площадь кислых пахотных почв составила 629,4 тыс. га, или 47,8% от обследованной площади. Из этого количества 199,9 тыс. га составили очень сильнокислые, сильнокислые и среднекислые почвы, то есть почвы, подлежащие первоочередному известкованию. Большие площади кислых пахотных почв выявлены в Барышском – 30,3 тыс. га, или 79,1% обследованной площади, Базарносызганском – 23,3 тыс. га, или 95,1%, Павловском – 39,5 тыс. га, или 74,2%, Николаевском – 56,3 тыс. га, или 66,0%, Старомайнском – 45,9 тыс. га, или 77,1% и в других районах области, в почвенном покрове которых преобладают чернозёмные типы почв [11].

Для достижения бездефицитного баланса гумуса в зернопаровых и зернопаропропашных севооборотах в Ульяновском НИИСХ разработан комплексный подход к регулированию режима органического вещества почвы.

В зерновых и зернопаропропашных севооборотах при малых дозах органических и минеральных удобрений используются биологические способы возделывания сельскохозяйственных культур, такие как сокращение пропашных и расширение многолетних бобовых трав (табл. 2).

Таблица 2 - Влияние многолетних бобовых трав на баланс гумуса в севооборотах

Вид севооборота	Доля,%		Минерализация гумуса, ц/га	Восстановление гумуса, ц/га	Требуется вносить навоза, т/га
	пропашных	мн.бобовых трав			
Зернопаропропашной	12.5	-	8.3	3.3	5.0
Зернопропашной	25.0	-	9.8	3.4	6.4
Зернопаротравяно-пропашной	12.5	25	6.5	4.3	2.2
Зернотравяно-пропашной	12.5	25	5.3	5.2	-
Зернотравяной		25	3.5	4.5	-

Эффективными в отношении воспроизводства плодородия являются плодосменные севообороты. По нашим данным, в 8-польном севообороте с тремя бобовыми культурами (2 поля мн. трав и одно гороховое поле) создается бездефицитный баланс гумуса (табл. 3).

Таблица 3- Продуктивность плодосменных севооборотов

Вид севооборота	Видыбобовых и пропашных культур	Сбор с 1 га пашни, т			Выход протеина на 1 к. ед., г.	Минер. гумуса на 1 га пашни, кг	Восстан. гумуса за счёт растит. ост., кг на 1 га пашни	Требуется внести навоза на 1 га, т.
		зерна	всей продукции	протеина				
Зернопаро-пропашной с чистым паром	горох	2,30	4,45	0,42	95	875	362	5,3
Зернопаротра-вянопропаш-ной с зан. и сид. паром	горох, люцерна, кострец	2,26	4,67	0,42	90	600	430	1,7
Зернопаротра-вянопропаш-ной с зан. и сид. паром	горох, люцерна, эспарцет	1,96	3,69	0,46	126	750	425	3,25
Зернотравяной с зан. паром	горох, эспарцет.	2,77	3,88	0,40	103	650	412	2,38
Зернотравяной с зан. паром	горох, люцерна,	2,26	4,50	0,60	134	375	466	-

	козлятник							

Это одно из самых дешевых решений пополнения органического вещества в почве и повышения почвенного плодородия. Поэтому посевы многолетних бобовых трав (люцерна, козлятник восточный, клевер) необходимо расширять за счет уменьшения площадей малоценных в кормовом отношении однолетних трав и кукурузы.

Существенным резервом увеличения гумуса в почвах являются посевы сидеральных культур - органическое вещество сидератов улучшает гумусовый баланс почв и служит дополнительным источником питания сельскохозяйственных культур.

В качестве растений-сидератов чаще всего используются такие культуры, как редька масличная, рапс, а из бобовых - эспарцет способные давать не только высокий урожай зеленой массы, но и фиксировать азот воздуха [12] (табл. 4).

Таблица 4 - Эффективность звена севооборота с чистым и сидеральным паром

Вариант	Урожай с/х культур, ц/га			Изменение гумусового состояния чернозёма выщелоченного, ±%	Энергетическая эффективность, ед.
	озимая рожь	кукуруза	яровая пшеница		
Чистый пар, б/у	45,7	304	39,9	-0,02	3,70
Чистый пар + NPK	52,8	324	43,1	-0,01	3,68
Чистый пар+навоз 50 т/га	52,0	320	43,2	+0,1	3,69
Редька масличная	59,2	327	44,3	+0,08	4,03
Рапс	56,7	327	44,1	+0,06	3,92
Донник	54,4	331	43,4	+0,05	3,85
Солома	51,0	321	41,9	+0,07	3,78

Нельзя недооценивать такой прием, как запашка соломы – неиспользованные остатки соломы в области составляют примерно 700 тысяч тонн, или одну треть от общего количества. Заделка одной тонны соломы в почву эквивалентна 3-3,5 тоннам подстилочного навоза. Чем выше урожайность сельскохозяйственных растений, чем больше органического вещества (в том числе и соломы, оставленной на чернозёмных почвах), тем скорее наступает устойчивое равновесие между гумификацией и дегумификацией. Внесение органических удобрений и посев трав ускоряют этот процесс [13,14,15].

Таким образом, в положительном решении сохранения почвенного плодородия существенное значение имеют биологические особенности культур, корневые и пожнивные остатки которых на пашне являются практически единственными источниками восполнения гумуса и элементов минерального питания. Определено, что более всего остается в почве остатков люцерны, озимой пшеницы по чистому пару и менее других горох и ячмень.

При повышении урожайности культур увеличивается масса пожнивных и корневых остатков. Одно из самых дешевых решений пополнения органического вещества в почве, являются плодосменные севообороты.

В современных севооборотах даже с полями многолетних трав нельзя обойтись без применения всякого рода органических удобрений, отходов животноводческих ферм и т.д. Все органическое вещество, образованное с помощью почвенного плодородия, необходимо возвращать почве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Экология почв: Учебное пособие для студентов вузов. Часть 2. Разрушение почв. Дегумификация. Нарушение водного и химического режима почв. Ростов-на-Дону: УПЛ РГУ, 2004. 54 с.
2. Сабитов М.М. Возделывание яровой пшеницы при разных уровнях интенсификации / М.М. Сабитов // Защита и карантин растений. 2017. №3. С. 20-23.
3. Науметов Р.В., Сабитов М.М. Влияние способов основной обработки залежных земель на засоренность почвы и посевов озимой и яровой пшеницы // Р.В. Науметов, М.М. Сабитов // Пермский аграрный вестник. 2016. №3 (15). С. 59-64.
4. Немцев С.Н., Сабитов М.М., Науметов Р.В., Карпович К.И. Использование адаптивно-ландшафтных систем земледелия в Ульяновской области / С.Н. Немцев, М.М. Сабитов, Р.В. Науметов, К.И. Карпович // Земледелие. 2009. №3. С. 11-12.
5. Сабитов М.М. Влияние разных уровней интенсификации на продуктивность яровой пшеницы / М.М. Сабитов // Пермский аграрный вестник. 2016. №4 (16). С. 48-55.
6. Науметов Р.В., Сабитов М.М. Влияние способов основной обработки залежных земель на засоренность почвы и посевов озимой и яровой пшеницы // Р.В. Науметов, М.М. Сабитов // Пермский аграрный вестник. 2016. №3 (15). С. 59-64.
7. Сабитов М.М., Захаров А.И. Комплексные меры борьбы с сорняками при возделывании озимой пшеницы по ресурсосберегающей технологии / М.М. Сабитов, А.И. Захаров // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2001. №5. С. 58-61.
8. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Ульяновской области в 2009 году». – Ульяновск, 2010. – 183 с.
9. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Ульяновской области в 2010 году». – Ульяновск, 2011. – 154 с.
10. Научно-обоснованная система земледелия Ульяновской области / Отв. за выпуск А.В. Карвецкий. – Ульяновск, 1986.
11. Адаптивно-ландшафтная система земледелия Ульяновской области. Ульяновск. – 2013. 354 с.
12. Науметов Р.В. Агроэкологические и экономические аспекты возделывания сидеральных культур в лесостепной зоне Среднего Поволжья. Автореферат кандидатской дисс. Кинель. 1997. 27 с.
13. Доклад «О состоянии и использовании земель Ульяновской области». Управление Роснедвижимости по Ульяновской области. – Ульяновск, 2007 г.
14. Сабитов М.М., Никитин С.Н. Обработка почвы - важный элемент адаптивно-ландшафтной системы земледелия / М.М. Сабитов, С.Н. Никитин // Научно-практический журнал АгроXXI №1-3, 2012, с. 27-30.
15. Немцев С.Н., Сабитов М.М., Науметов Р.В., Карпович К.И. Использование адаптивно-ландшафтных систем земледелия в Ульяновской области / С.Н. Немцев, М.М. Сабитов, Р.В. Науметов, К.И. Карпович // Земледелие. 2009. №3. С. 11-12.

УДК 631.1

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАШНИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

В.И. Свиридов
ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск
kafdgmu@yandex.ru

Предлагается система абсолютных и относительных показателей оценки эколого-экономической эффективности использования пашни, которые учитывают одновременно важнейшие производственно-финансовые результаты и изменение содержания гумуса, как главного фактора почвенного плодородия.

Высокий уровень концентрации и специализации производства с позиций теории экономического роста способствует повышению эффективности аграрного производства, но с точки зрения экологического равновесия (баланса) эти факторы представляют угрозу для стабильности названных систем. Появилась необходимость рассматривать землепользование и землевладение с системно-организационных позиций, позволяющих учесть и согласовать требования эколого-экономической эффективности рационального использования и охраны земли на разных уровнях прогнозирования, планирования и проектирования с учетом оптимальной организации агрофитоценозов.

Следует подчеркнуть, что в специальной литературе пока нет единого четкого определения эколого-экономической эффективности сельскохозяйственного землепользования.

Экономическую эффективность сельского хозяйства обычно определяют, как максимальное производство необходимой обществу продукции при наименьших затратах общественного труда и ресурсов на её единицу [1]. Исходя из того, что основным и незаменимым средством в сельском хозяйстве выступают земельные ресурсы, важнейшим критерием экономической эффективности использования земли является увеличение выхода продукции при наименьших затратах труда и ресурсов (материально – технических, энергетических и др.) на единицу площади.

Экономическая эффективность использования земли в сельском хозяйстве характеризуется системой натуральных и стоимостных показателей. Основными из них являются следующие:

- урожайность сельскохозяйственных культур, ц/га;
- стоимость валовой продукции, валового и чистого дохода, прибыли в расчете на 1 га, руб.;
- окупаемость затрат в земельные ресурсы, руб. на 100 руб. материальных затрат;
- дифференциальный доход, руб./га;
- рентабельность производства продукции,%.

Стоимость валовой продукции определяют, как производное от

урожайности сельскохозяйственных культур (основной и побочной продукции) и кадастровой цены конкретного вида продукции (Кц).

Последняя рассчитывается по формуле:

$$К_{ц} = С_{п} + П_{п} \qquad (1),$$

где: $С_п$ - себестоимость производства конкретного вида продукции, руб./ц; $П_п$ – размер прибавочного продукта, руб./ц.

Размер прибавочного продукта, как правило, устанавливают в процентах к себестоимости. Так, если себестоимость 1 ц зерна 4000 руб., а прибавочный продукт равен 40% от себестоимости продукции, то кадастровая цена зерна составит 5600 руб. (4000 руб. + (4000×0,4)) за 1 ц.

Окупаемость затрат ($О_з$) в земельные ресурсы определяют, используя следующую формулу:

$$О_з = \frac{З_м}{П_в} \qquad (2),$$

где: $П_в$–стоимость валовой продукции по кадастровым ценам, руб./ га; $З_м$–материальные затраты на 1 га земли, руб.

Дифференциальный доход находят на основе стоимости валовой продукции и окупаемости затрат. Размер дифференциального дохода ($Д_д$) рассчитывают по формуле:

$$Д_д = \frac{П_п \times (О_з - 1{,}4)}{О_з} \qquad (3),$$

где 1,4 – коэффициент размера прибавочного продукта.

В качестве дополнительных показателей при определении эффективности использования земли могут применяться:

- удельный вес сельскохозяйственных угодий в общей земельнойплощади,%;
- удельный вес пашни в структуре сельскохозяйственных угодий, %;
- удельный вес посевов сельскохозяйственных культур в площади пашни, %.

Экологическую эффективность использования земельных ресурсов в сельском хозяйстве Е.Г. Лысенко [2], например, определяет сохранением природных характеристик и устойчивым функционированием агроэкосистем как вторичных, измененных человеком биосистем, составной частью которых является земля. Непременным условием при этом является сохранение и повышение плодородия почвы [3,4,5,6,7,8,9,10,11,12].

Экологическую эффективность использования сельскохозяйственных земель характеризуют следующие натуральные и стоимостные показатели:

- степень расчлененности территории: густоты (м/км^2) и глубины (м) расчленения;
- удельный вес площади эродированных почв в составе сельскохозяйственных угодий (%);

- удельный вес площади смытых почв в составе сельскохозяйственных угодий (%);
- критерий дефлированности почв (число суховейных дней в году);
- вес потерянного объема почвы, питательных веществ (т/га, кг/га);
- стоимость недополученной продукции, потерянного объема почвы, питательных веществ (руб./га) и другие.

Эколого-экономическую эффективность некоторые ученые рассматривают как совокупную результативность процесса производства сельскохозяйственной продукции с учетом экологического влияния сельского хозяйства на окружающую среду и, прежде всего, на агроэкологическое состояние земельных ресурсов [13].

Фактический эколого-экономический эффект сельскохозяйственного производства ($Э_1$) рассчитывается на определенный период времени одновременно на основе сопоставления результатов сельскохозяйственной деятельности и фактически имевших место затрат на производство сельскохозяйственной продукции, фактического ущерба, нанесенного сельским хозяйством окружающей среде, а также ущерба, выразившегося в недоборе сельскохозяйственной продукции вследствие ухудшения качественных характеристик природной среды, явившихся результатом экологически нерационального ведения сельского хозяйства. Он исчисляется по формуле:

$$Э_1 = Р - З_1 - У_к – Ш + Д \qquad (4),$$

где: Р – фактический экономический результат сельскохозяйственного производства, тыс. руб.; З – фактические затраты, обусловившие экономический результат сельхозпроизводства (тыс. руб.); $У_к$ – общий фактический эколого-экономический ущерб сельскохозяйственного производства, образовавшийся вследствие использования природной среды пониженного качества (тыс. руб.); Ш – фактические штрафные санкции (начеты) за ухудшение состояния окружающей среды (тыс. руб.); Д – дотации за мелиоративное улучшение земель или соответствующее уменьшение земельного налога, тыс. руб.

Общая (абсолютная) эколого-экономическая эффективность сельхозпроизводства определяется как отношение разности между экономическими результатами хозяйствования и вызвавшими их затратами, скорректированными на величину экологического ущерба, нанесенного окружающей природной среде, к полному объему затрат, вызвавших эколого-экономический эффект, включая природоохранные мероприятия. Она определяется по следующей формуле:

$$Э_э = \frac{Э_i}{З_п} \qquad (5),$$

где: $Э_э$ – показатель абсолютной эколого-экономической эффективности, тыс. руб. на 1 руб. затрат; $Э_i$– полный эколого-экономический эффект; $З_п$ –

затраты, вызвавшие эколого-экономический эффект, включая природоохранные затраты, руб.

Наиболее эффективным считается тот вариант оцениваемых мероприятий, для которого показатель общей (абсолютной) эколого-экономической эффективности имеет наибольшую величину.

Задача эколого-экономического показателя - оценить состояние и изменение экономических результатов хозяйственной деятельности, происшедших на основе производственной деятельности человека, и антропогенных изменений природной среды в совокупности [14]. Для агропредприятий в качестве абсолютного такого показателя мы предлагаем использовать годовой эколого–экономическийэффект, определяемый суммированием размера прибыли (убытка) от реализации сельскохозяйственной продукции, как важнейшего результата производственно–финансовой деятельности, и стоимости прибавки (дефицита) гумуса как главного фактора почвенного плодородия, роста урожайности культур и снижения себестоимости единицы продукции (6). Делением значения этого показателя на стоимость материально-денежных затрат на производство продукции получаем относительный показатель – коэффициент эколого-экономической эффективности использования пашни (7), который соизмерим с коэффициентом рентабельности производства, легко рассчитывается и, с нашей точки зрения, может применяться при оценке совокупной результативности процесса аграрного производства и использования земель в сельском хозяйстве:

$$Э_{ээ}=П(У)\pm С_{\Delta Г} \qquad (6);$$

$$К_{ээ}=\frac{Э_{ээ}}{З} \qquad (7),$$

где: $Э_{ээ}$ – эффект эколого-экономический, руб.; $К_{ээ}$ – коэффициент эколого-экономической эффективности; П(У) - прибыль (убыток) от реализации продукции, руб.; $С_{\Delta Г}$ – стоимостное выражение изменения содержания гумуса в пахотном слое почвы, руб.; З – материально-денежные затраты на производство продукции, руб.

Изменение содержания гумуса за анализируемый период (ΔГ) устанавливают на основе агрохимического анализа почвы или расчетным путем, когда накопление гумуса за счет гумификации растительных остатков возделываемых культур сравнивается с расходом гумуса за счет его минерализации и смыва почвы. Зная количество органических удобрений, эквивалентное изменению содержанию гумуса (например, навоза подстилочного), и их стоимость, можно довольно точно рассчитать денежный эквивалент изменения почвенного плодородия:

$$С_{\Delta Г}=\frac{\Delta Г}{К_{оу}}\times Ц_{оу} \qquad (8),$$

где: ΔГ – изменение содержания (баланс) гумуса в почве, т/га; $К_{оу}$ –

коэффициент гумификации органического удобрения (например, навоза подстилочного – 0,03); $Ц_{оу}$ – цена единицы органического удобрения, руб./т.

С точки зрения современных представлений о рациональности использования сельскохозяйственных земель лишь гармоничное сочетание экономических интересов агропроизводства с экологическими требованиями сохранения почвенного плодородия должно являться базисом устойчивого развития сельского хозяйства. По этой причине предлагаемые нами абсолютные и относительные показатели могут стать основой объективной оценки эколого-экономической эффективности использования пахотных угодий в системах земледелия нового поколения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коваленко Н.Я. Экономика сельского хозяйства. С основами аграрных рынков. Курс лекций. – М.: Изд-во ЭКМОС, 1998. – 448 с.
2. Лысенко Е.Г. Эколого-экономические основы эффективности сельского хозяйства - М.: МСХ РФ, 2000. - 253 с.
3. Алтухов А.И., Свиридов В.И. Проблемы формирования рынка зерна в России: монография.- Курск: Изд-во КГСХА, 1995.- 153 с.
4. Дудкин В.М., Свиридов В.И. Эффективное землепользование в сельскохозяйственных предприятиях // АПК: Экономика, управление.- 1998.- № 1.- С. 17-21.
5. Крячков И.Т. Организация производства в сельскохозяйственных предприятиях: учебное пособие/ И.Т. Крячков, Д.Е. Ванин, А.П. Городецкий, В.И. Свиридов и др.- Курск: Изд-во КГСХА, 2003.-276 с.
6. Свиридов В.И., Петренко Н.Н., Свиридова О.В. Моделирование оптимальной структуры использования пашни при разработке новых адаптивно-ландшафтных систем земледелия // Достижения науки и техники АПК.- 2005.-№ 4.- С.24.
7. Новые схемы севооборотов и усовершенствованная структура посевных площадей для хозяйств зерно–свекло–скотоводческой специализации Центрального Черноземья/ Г.Н. Черкасов, Н.П. Масютенко, А.С.Акименко, В.И.Свиридов, Н.Н.Петренко, О.В.Свиридова, И.А. Дьяконова, Е.А. Дышенко. – Курск. ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 2006.- 36 с.
8. Свиридов В.И., Свиридова О.В. Региональное землепользование: экономика, экология, управление (монография).- М.: Изд-во РГСУ «Союз», 2007.- 217 с.
9. Методика проектирования и проекты усовершенствованной структуры посевных площадей в хозяйствах различной специализации / Г.Н. Черкасов, Н.П. Масютенко, В.И. Свиридов, Н.Н. Петренко, О.В. Свиридова.- Курск: ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 2008.- 50 с.
10. Бутко И.В., Ванин Д.Е., Свиридов В.И., Петренко Н.Н. Оптимизация структуры использования пашни как важное условие повышения эффективности полевого растениеводства // Вестник КГСХА.- 2011.-№ 4.- С.17-19.
11. Свиридов В.И., Комов В.Г. Формирование рациональной структуры посевных площадей методом оптимального компромиссного программирования // Вестник КГСХА.- 2012.-№ 9.- С.11-13.
12. Свиридов В.И., Комов В.Г. Оптимизация структуры посевных площадей на основе использования экологических и экономических критериев // Вестник КГСХА.- 2015.- № 2.- С.33-35.
13. Кузнецов В.В., Гарькавый В.В., Лысенко Е.Г., Тарасов А.Н. Экология и производство в аграрном секторе экономики : вопросы теории и практики. -Ростов н/Д., 1997.-228 с.
14. Чогут Г. И. Эколого-экономическая эффективность использования земельных ресурсов в сельскохозяйственном производстве. – Воронеж: ГНУ НИИ ЭО АПК ЦЧР РФ, 2002. – 148 с.

УДК 631.459.2

ПОТЕРИ АММОНИЙНОГО АЗОТА, ФОСФОРА И КАЛИЯ С ДОЖДЕВЫМ СТОКОМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ СОДЕРЖАНИЯ В ПОЧВЕ

Ю.А. Соловьева, Ю.П. Сухановский,
В.А. Вытовтов, С.И. Санжарова, А.Г. Титов
ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск
soil-er@kursknet.ru

Была проведена серия экспериментов с использованием метода дождевания стоковых площадок. В результате экспериментов определены особенности выноса поверхностным стоком аммонийного азота, фосфора и калия в зависимости от их содержания в почве.

Для повышения урожайности сельскохозяйственных культур широко используют минеральные удобрения. Однако при их внесении в почву на склонах может наблюдаться неблагоприятное последствие: вынос биогенных веществ в результате эрозионно-гидрологических процессов. При увеличении доз удобрений, вносимых на пашню, увеличивается концентрация биогенных веществ в поверхностных водах. По причине отсутствия в России мониторинга выноса биогенных веществ с сельскохозяйственных угодий, для дождевого стока отсутствуют данные по выносу биогенных веществ. Для исследования выноса биогенных веществ с поверхностным стоком, используют дождевальные установки и стоковые площадки, требующие существенно меньшие затраты по сравнению с проведением натурных наблюдений. В 2016 году нами была разработана методика определения выноса растворенных форм биогенных веществ из почвы естественными дождями с использованием портативной дождевальной установки (ДУ), которая была применена в данном исследовании.

В экспериментах был использован чернозём типичный среднесуглинистый, отобранный на опытном поле ВНИИЗиЗПЭ в блоке бессменных посевов, на участке с паром. Удобрения на данном опытном участке не применялись.

Для экспериментов были приготовлены три насыпных образца из одной и той же, предварительно измельчённой и перемешанной почвы, различавшиеся только по содержанию растворимых форм биогенных веществ. Это различие создавали путем внесения в почву двух почвенных образцов комплексного минерального удобрения нитроаммофоски марки А с равным соотношением азота, фосфора и калия (1:1:1), действующее вещество – 48%.

В первый образец, при измельчении и перемешивании почвы, внесена растворенная в 200 мл дистиллированной воды нитроаммофоска, пересчитанная на дозу 100 кг/га действующего вещества (NPK_{100}), во второй образец таким же образом внесена доза 180 кг/га действующего вещества (NPK_{180}), третий образец – контроль, без удобрений.

Для создания насыпных образцов были использованы металлические цилиндры с боковым водосливом. Почву засыпали в цилиндр и равномерно уплотняли.

Для создания дождевых осадков предварительно готовилась дистиллированная вода с одинаковой температурой. Температура дождевой воды во всех экспериментах составляла +13 °С.

Перед началом эксперимента верхний слой почвы каждого насыпного образца снимали на 2 см выше отверстия бокового водослива. Снятую сверху почву готовили на химический анализ подвижных форм биогенных веществ, определяли влажность почвы. Далее поверхность почвы в цилиндре создавали в форме водосбора с замыкающим створом на месте отверстия водослива.

Для оценки потерь подвижных форм биогенных веществ с поверхностным стоком, были сделаны следующие расчеты:

Для каждого интервала Δt_i рассчитывали слой стока по формуле:

$$\Delta h_i = I_{ст,i} \Delta t_i \quad (1)$$

где Δh_i – слой стока (мм), $I_{ст,i}$ – интенсивность стока (мм/мин)

$$I_{ст,i} = Q_i / S, \quad (2)$$

где Q_i – средний расход воды за интервал времени Δt_i, л/мин.;

S – площадь водосбора, м^2.

Потери биогенного элемента со стоком воды рассчитывали по формуле:

$$m_i = (c_i - c_д) Q_i / S, \quad (3)$$

где m_i – средние потери за интервал времени Δt_i, мг/(м^{2}мин.); c_i, $c_д$ – концентрации биогенного элемента, соответственно, в стоке за Δt_i и в дождевой воде, мг/л;Q_iи S то же, что и в формуле (1).

Для интервала времени, когда был перерыв в отборе стекающей воды, значения $I_{ст,i}$ и m_i рассчитывали как средние значения для соседних интервалов времени. Для каждого интервала Δt_i рассчитывали слой стока $\Delta h_i = I_{ст,i} \Delta t_i$ и количество потерь биогенного элемента $\Delta M_i = m_i \Delta t_i$. Кумулятивные значения этих величин рассчитывали, как их суммы за все предыдущие интервалы времени.

В таблице представлены данные потерь подвижных форм биогенных веществ из почвы при слоях стока 20, 40 и 60 мм. Как видно из таблицы, для исследуемых биогенных веществ наблюдается следующая закономерность: чем больше подвижных форм содержится в почве, тем в бóльших количествах они выносятся из почвы поверхностным стоком.

Наибольшие потери из почвы (в мг/м^2) наблюдались для калия, в наименьшие – для фосфора. Вынос аммонийного азота занимал промежуточное положение, и был в 1,2-1,9 раз меньше, чем вынос калия, и в 1,8-2,4 раза больше, чем вынос фосфора.

В результате различной растворимости исследуемых веществ, а также микробиологических процессов в почве, фиксации катионов (NH_4^+; K^+) и анионов ($H_2PO_4^-$), не все биогенные элементы в тех же количествах, в которых были внесены в почву в составе нитроаммофоски, перешли в подвижные

формы. Таким образом, больше всего в подвижных формах после внесения нитроаммофоски присутствовал аммонийный азот, меньше всего – соединения фосфора. Промежуточное положение занимали соединения калия.

Таблица - Потери биогенных веществ из почвы при разных слоях стока

Слой стока, мм	20	40	60
Вынос $N\text{-}NH_4^+$, мг/м^2			
Контроль	16	20	23
NPK_{100}	20	42	58
NPK_{180}	30	55	80
% потерь со стоком от концентрации в почвенном образце			
Контроль	0,47	0,58	0,65
NPK_{100}	0,46	0,94	1,27
NPK_{180}	0,43	0,79	1,15
Вынос P_2O_5, мг/м^2			
Контроль	5	8	12
NPK_{100}	11	20	26
NPK_{180}	13	24	33
% потерь со стоком от концентрации в почвенном образце			
Контроль	0,01	0,02	0,03
NPK_{100}	0,02	0,04	0,06
NPK_{180}	0,03	0,05	0,07
Вынос K_2O, мг/м^2			
Контроль	17	27	42
NPK_{100}	28	52	76
NPK_{180}	40	68	96
% потерь со стоком от концентрации в почвенном образце			
Контроль	0,05	0,09	0,12
NPK_{100}	0,07	0,13	0,19
NPK_{180}	0,09	0,17	0,23

Таким образом, наибольшие потери в серии экспериментов наблюдались для калия, наименьшие – для фосфора. При этом потери со стоком были пропорциональны их концентрации в почве. При расчете дозы вносимых минеральных удобрений должны учитываться не только потребности растений в элементах питания, но и неблагоприятные экологические последствия при выносе биогенных веществ с сельхозугодий поверхностным стоком.

УДК 631.8:633.34(470.323)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ЧЕРНОЗЁМЕ ТИПИЧНОМ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СОИ В УСЛОВИЯХ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Сопина Е.В.[1], Брескина Г.М.[2], Чуян Н.А.[2]
[1] Курский государственный университет, г. Курск
[2] ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск
chuyan.6546@yandex.ru

По результатам исследований внесение органических и минеральных удобрений на чернозёме типичном при возделывании сои способствовалоувеличениюсодержания углерода гумуса, улучшению структурно-агрегатного состояния почвы,повышению биологической активности, улучшению питательного режима почвы.

Планировать и получать высокие и устойчивые урожаи сои только на основе возрастающей эксплуатации естественного плодородия почвы нельзя. Это непременно приведет к прогрессирующему падению урожаев и истощению ресурсов почвы.В такой ситуации удобрения становятся мощным фактором, обеспечивающим повышение урожаев и значительное улучшение качества почвы.

Исследования по изучению изменений физико-химических, агрофизических и биологических показателей почвы при внесении органических и минеральных удобрений проводились на микроделяночном опыте Щигровского района Курской области.

Почва опытного участка представлена чернозёмом типичным среднегумусным тяжелосуглинистым на карбонатном лессовидном суглинке.

Схема опыта представлена в таблице. Почвенные образцы для аналитических исследований отбирались перед закладкой опыта и после уборки культуры.Повторность опыта 3-х кратная.

Физико-химические, агрохимические и биологические исследования выполняли по общепринятым рекомендованным методикам: гумус определяли по методу Тюрина (ГОСТ 26213 -91), pH – потенциометрически (ГОСТ – 26204 – 91), сумму поглощенных оснований – трилонометрическим методом (ГОСТ – 27821 -88). Структурно-агрегатный состав определяли по Саввинову (Вадюнин, Корчагина, 1986), целлюлозолитическую активность почвы определяли по степени разложения хлопчатобумажной ткани (Мишустин и др., 1987). Азот нитратный по Грандвальд-Ляжу, азот аммонийный с реактивом Несслера, подвижный фосфор и калий по Чирикову (Агрохимические методы…, 1975).

Внесение органических и минеральных удобрений положительно сказывалось на накоплении органического вещества почвы. В данном случае нами изучено гумусное состояние участков, где удобряли комплексным минеральным удобрением и органическим (сухим птичьим пометом).Содержание гумуса по данным экспериментальным участкам,напериод начало вегетации культурысоставляло – 5,85 – 6,07%

(таблица).

После уборки культурынаблюдалось повышение содержание углерода гумуса по всем вариантам по сравнению с контролем. Наибольшие показания гумуса отмечены на варианте внесения сухого помета – 6,36%,где по сравнению с контролем наблюдалось увеличение содержания углерода гумуса на 0,66%.

Таблица 1 - Влияние минеральных и органических удобрений на физико-химические,агрофизические и биологические свойства чернозёма типичного

Варианты опыта		Гумус, %	pH kcl	$(Ca+Mg)^{2+}$, мг-экв/100 г. почвы	Коэффициент структурности	ИРЦ** %
Контроль	1*	5,85	6,45	29,0	8,51	25,0
	2	5,71	5,3	26,2	12,83	
$N_{50}P_{80}K_{50}$	1	6,07	6,33	27,4	12,62	60.5
	2	6,20	5,70	30,0	14,26	
Сухой куриный помет, 30-40 кг/га	1	5,70	6,20	26,8	14,71	66.5
	2	6,36	6,15	30,4	22,27	

*Примечание: *) 1- начало вегетационного периода (перед посевом), 2 – конец вегетационного периода (после уборки сои; **) ИРЦ – интенсивность разложения целлюлозы за вегетационный период*

Состав и свойства почвенно-поглощающего комплекса (ППК) играют существенную роль в как формировании многих почвенных свойств и режимов, так и в создании урожая и качества сельскохозяйственной продукции (Сирота, Надежкин,2008).

По содержанию суммы обменно-поглощенных оснований (Ca +Mg)2+ преимущество сохранялось за удобрениями. По фонам внесения комплексного минерального удобрения и органического (сухого помета) наблюдалось увеличение содержания обменных оснований за период вегетации на 2,3и 3,6 мг-экв./100 г. почвы, соответственно.На фоне контроля в конце вегетационного периода отмеченоснижение содержания обменных оснований на 2,8 мг-экв./100 г. почвы, что связано с изменениемреакции почвенной среды,

На фоне контроля в конце вегетационного периода отмеченоснижение содержания обменных оснований на 2,8 мг-экв на/100 г. почвы, что связано с изменениемреакции почвенной среды.Но все же высокое содержание суммы обменных оснований отмечено на фоне внесения органического удобрения – 30,4 мг-экв./100 г. почвы, что соответствует высокому содержанию их в почве, согласно группировки почв по агрохимическим показателям.

Изучение кислотности почвы имеет большое теоретическое и практическое значение, так как она влияет на поглощение и обмен катионов, что в свою очередь определяет обеспеченность почв элементами питания и их доступность растениями.

Исходя из результатов опыта отмечено снижение кислотности почвы (pH kcl) от начала вегетационного периода до конца вегетации культуры на

всех фонах экспериментального участка, как на контроле – снижение составило 0,92 ед., так и на фоне внесения минеральных удобрений -на 0,63 ед.

Незначительные изменения по кислотности наблюдались на фоне внесения сухого помета – на 0,05 ед. Но независимо от внесения удобрений и без них экспериментальные участки опытов по степени кислотности характеризуются как близкие к нейтральной –pH kcl -5,7 ед. и нейтральные – 6,15-6,45 ед., независимо от вариантов опыта, лишь на фоне контроля в конце вегетационного периода реакция почвенной среды характеризуется как слабокислая - pH kcl -5,53 ед.

Внесение минеральных и органических удобрений способствовало и улучшению агрофизического фона почвы, где наблюдалось повышение коэффициента структурности по сравнению с периодом начала вегетационного периода культуры – на 1,24 ед. и 7,56 ед., соответственно (таблица).

Улучшение структурно-агрегатного состояния почвы произошло и на объекте контроля, где ничего не вносили, коэффициент структурности увеличился на 4,23 ед., гдеосновным структурообразующим фактором являлись пожнивно-корневые остатки сельскохозяйственной культуры.

С положительной стороны показали себя минеральные и органические удобрения и в отношении биологической характеристики почвы.

Наибольшие величины целлюлозолитической активности наблюдалась на фонах внесения минеральных и органических удобрений и были выше в 3 раза по сравнению с контрольным фоном за весь вегетационный период сои. Вероятно, это обусловлено количеством и качеством поступающих в почву корневых и пожнивных остатков, специфическим органическим соединениям, выделяющимся в почву из корневой системы в процессе жизнедеятельности растений и стимулирующимразвитие ризосферной микрофлоры, к тому же органические удобрения способствуютмобилизации микробиологических процессов в почве, являясь дополнительным источником питания для почвенной биоты, что усиливало целлюлозолитическую активность почвы.

Максимальный эффект воздействия на показатель целлюлозолитической активности почвы – 66,5%, от внесения органического удобрения за вегетационный период сои, вероятно, связан как с поступлением в почву питательных элементов из удобрения и пожнивно-корневых остатков доступных микроорганизмам и накоплением последних, так и с улучшением структурного состояния и водно-воздушного режима почвы, а также с увеличением содержания на фоне с внесением сухого помета обменно-поглощенных оснований.

Внесение в почву органических и минеральных удобрений существенно влияет на улучшение азотного режима почв, но также увеличивает подвижность фосфатов в почве и повышает содержание обменного калия.

Проведенные исследования по влиянию удобрений на свойства почвы на участке посева сои показали, что содержание нитратного азота колебалось

как пофонам внесения удобрений и по фону контроля, так и по вариантам с различным сроком отбора образцов (начало и конец вегетационного периода). В этом сыграло роль – климатические условия периода вегетации сои, характеризующиеся низким количеством осадков июля, августа, что способствовало меньшему вымыванию нитратного азота, и количество его возрастало на всех фонах опыта в зависимости от сроков вегетационного периода: на 0,66, 0,45 и 1,04 мг на 100 гр. почвы, соответственно по фону контроля, минеральных удобрений и сухого помета.

Та же тенденция отмечалась и в содержании аммиачного азота, его было выше по фонам внесения сухого помета и контроля в конце вегетационного периода – на 1,24 и 1,13 мг на 100 гр. почвы, соответственно. За исключением фона с внесением минеральных удобрений, где содержание аммиачного азота было практически одинаковым, независимо от сроков определения его содержания (начало и конец вегетационного периода).

По-видимому, это связано с тем, что внесенный азот минеральных удобрений ($N_{50}P_{80}K_{50}$) включается в процесс микробиологической трансформации, в результате которой часть азота закрепляется в составе органических соединений клеток микроорганизмов, а другая часть приходится нагазообразные потери, происходящие главным образом за счет денитрификации.

Значительные изменения в содержании подвижного калия отмечено по фону внесения органических удобрений, внесенных в эквивалентных дозах. Увеличение содержания подвижного калия за период вегетации составило на 4,4 мг на 100 гр. почвы, по вариантам с внесением сухого помета. На контроле уровень содержания подвижного калия практически не изменялся за весь период вегетации культуры.

Такие изменения в содержании подвижного калия, на наш взгляд тесно связаны с гидротермическими условиями. В период определения калия в почве в после уборки сои стояла сухая жаркая погода. В почве микробиологическая активность была минимальна и освобождающийся калий из пожнивно-корневых остатков культуры, минеральных удобрений и сухого помета был свободным, так какон необратимо может поступать в кристаллические решетки минералов илистой фракции чернозёмов только в условиях попеременного высушивания и увлажнения (Пчелкин, 1966; Горбунов, 1967), когда происходит необратимая коагуляция коллоидов и изменение межпакетного пространства вторичных минералов.

В отличие от подвижного калия содержание подвижного фосфора по Чириковуимело место снижения на фонах с внесением минеральных и органических удобрений с момента начала вегетационного периода и до конечного периода вегетации – на 0,9 и 1,5 мг на 100 гр. почвы, соответственно по фону минеральных удобрений и фона с внесением сухого помета.

Снижение содержания подвижного фосфора можно объяснить следующим образом. Так, считает Возбуцкая (1964), что в почве кроме

химического осаждения фосфора внесенных удобрений, которое приводит в чернозёмах к образованию дикальцийфосфата и свежеосажденного трикальцийфосфата, в поглощении фосфатов большую роль играет и другое явление – явление физико-химического поглощения почвенными коллоидами. В этом поглощении принимают участие как аморфные почвенные коллоиды, так и окристаллизованные, а также глинистые минералы. К тому же этому процессу благоприятствовали гидротермические условия засушливого периода вегетации культуры сои.

Поскольку это явление отмечено на всех вариантах опыта, то можно сказать, что колебания по содержанию подвижного фосфора в почве по фонам было более преобладающим, т.е. по сравнению с контролем наблюдалось увеличение содержания фосфора на 6,2 мг на 100 гр. почвы по фону минеральных удобрений и на 10,3 мг на 100 гр. почвы по фону органических удобрений. Но несмотря на это, содержание подвижного фосфора на вариантах фонов с внесением минеральных и органических удобрений на момент исследования конечного периода вегетации было выше, чем на контроле – на 6,2 и 14,3 мг на 100 гр. почвы, соответственно фонам минеральных и органических удобрений.

Таким образом, по влиянию на свойства чернозёма типичного, в целом за вегетационный период,исследуемые факторы располагались в следующем ряду: органические удобрения > минеральные удобрения > контроль.

Исходя из результатов исследований, можно говорит о возможности использования комплексного минерального удобрения -$N_{50}P_{80}K_{50}$ и органического удобрения - птичьего помета в расчете 30-40 кг на 1 га посевной площади для продуктивного выращивания сельскохозяйственной культуры сои.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агрохимические методы исследования почв / Под ред. А.В. Соколова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М: Наука, 1975. – 656 с.;
2. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв.– М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.;
3. Возбуцкая А.Е. Химия почв. –М.: Высшая школа, 1968. – 389с.;
4. Горбунов Н.И. Почвенные коллоиды и их значение для плодородия– М.: Наука, 1967.;
5. Мишустин Е.В., Востров И.П., Петрова А.Н.Методика определения целлюлозоразрушающей активности почвы – М.: Наука, 1987. – 375с.;
6. ПчелкинВ. У. Почвенный калий и калийные удобрения – М.: Колос, 1966.;
7. Сирота С.М., Надежкин С.М. Изменение физико-химических свойств чернозёма при длительном применении удобрений //Материалы международной научно-практической конференции: Агрохимия и экология: история и современность. - Нижний Новгород.:2008.–Т.3. - С.103.

УДК 631.58:631.45+633.11 «324»

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ПОЧВЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Р.С. Стукалов
ФГБНУ Ставропольский НИИСХ
stukalov.roma@mail.ru

Во все годы исследований в течение вегетации озимой пшеницы содержание нитратного азота характеризовалось как очень низкое, от 1,3 до 4,2 мг/кг по обеим технологиям. Разница по содержанию фосфора и калия между технологиями незначительна, однако их распределение в пахотном горизонте по традиционной технологии равномернее, вследствие основной и промежуточной обработок почвы.

In all the years of research during the growing season of winter wheat, the content of nitrate nitrogen was characterized as very low, from 1.3 to 4.2 mg / kg for both technologies. The difference in the content of phosphorus and potassium between the technologies is negligible, however, their distribution in the arable horizon on the traditional technology is more evenly due to the primary and intermediate treatments of the soil.

В Ставропольском крае с каждым годом увеличивается площадь возделывания полевых культур по технологии No-till и, в частности, озимой пшеницы. Но при возделывании озимой пшеницы по технологии без обработки почвы, как и любой другой культуры, никакой обработки почвы не проводится, а удобрения вносятся при посеве поверхностно или в почву на глубину заделки семян [1], что может отрицательно сказаться на питании растений в течение вегетации озимой пшеницы и на формирование урожая в целом [2].

В связи с этим, **целью наших исследований**было установить влияние традиционной технологии и технологии без обработки почвы, а также рекомендованной и расчётной доз внесения минеральных удобрений на содержание элементов питания в почве и урожайность озимой пшеницы при возделывании на чернозёме обыкновенном Центрального Предкавказья.

Полевые исследования проводили в 2012-2016 гг. на опытном поле Ставропольского НИИ сельского хозяйства, расположенного в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края. Годовая сумма эффективных температур здесь составляет 3000-3200 ^{0}С, за год выпадает 540-570 мм осадков, но их выпадение по годам и периодам вегетации не равномерно. ГТК=0,9-1,1. Почва опытного участка – чернозём обыкновенный среднемощный слабогумусированный тяжелосуглинистый.

В годы исследований метеорологические условия были характерными для зоны неустойчивого увлажнения. Более благоприятные условия по наличию осадков и температурному режиму были в 2013-2014 сельскохозяйственном году, несмотря на то, что 2014-2015 год был самый засушливый, но на момент посева сложились благоприятные условия по увлажнению почвы и температурному режиму, чем в 2012-2013 году, который отличался сильной засухой осенью в период оптимальных сроков

сева озимой пшеницы.

Исследования проводятся в многолетнем стационарном опыте. Озимая пшеница сорт Виктория одесская возделывается в севообороте: соя – озимая пшеница – подсолнечник – кукуруза. Севооборот развёрнут в пространстве всеми полями. Делянки в опыте размещены в 2 яруса. Первый ярус – традиционная технология, второй – технология без обработки почвы. Повторность опыта 3-х кратная, площадь делянки 300, учётная 90 м^2.

В опыте изучаются три дозы внесения минеральных удобрений под озимую пшеницу: рекомендованная научными учреждениями региона ($N_{90}P_{60}K_{60}$), расчетная ($N_{160}P_{90}K_{60}$) – из расчета получения 6,0 т/га зерна, на контроле удобрения не вносятся. Рекомендованную дозу удобрений вносили частями: вразброс перед севом (250 кг/га нитроаммофоски), сеялкой при посеве (125 кг/га нитроаммофоски) и в весеннюю подкормку (88 кг/га аммиачной селитры). Расчётную дозу удобрений тоже вносили частями: перед посевом вразброс (250 кг/га нитроаммофоски в смеси с аммофосом 58 кг/га), сеялкой при посеве (125 кг/га нитроаммофоски), в весеннюю подкормку (176 кг/га аммиачной селитры) и в фазе колошения (65 кг/га мочевины).

По традиционной технологии удобрения вносили под предпосевную культивацию, а по технологии без обработки почвы – по растительным остаткам сои перед посевом озимой пшеницы. Посев озимой пшеницы по традиционной технологии проводили сеялкой СЗ-3,6, по необработанной почве сеялкой прямого посева Gimetal 17/20. Уход за посевами в течение вегетации по обеим технологиям был одинаковым.

В наших исследованиях в среднем за 2012-2015 гг. технологии возделывания озимой пшеницы не оказали существенного влияния на содержание нитратного азота в почве. В течение всего периода вегетации по обеим технологиям и всем дозам внесения удобрений его содержание характеризовалось как очень низкое (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние технологии и удобрений на содержание нитратного азота в почве в посевах озимой пшеницы, мг/кг за 2012-2015 гг.

Доза удобрения	Слой почвы, см	Традиционная			Без обработки почвы			А, $НСР_{05}$ = 0,2
		перед посевом	колошение	полная спелость	перед посевом	колошение	полная спелость	
Без удобрений	0-10	2,9	2,6	1,5	2,3	2,0	1,3	2,1
	10-20	3,2	2,1	1,5	2,0	1,9	1,3	2,0
	20-30	2,9	1,8	1,2	1,5	1,9	1,1	1,7
Рекомен-	0-10	2,3	4,0	2,8	4,2	2,7	3,7	3,3

дованная	10-20	1,9	2,5	2,5	3,1	2,7	3,3	2,7
	20-30	1,7	2,0	1,9	2,7	2,1	1,8	2,0
Расчетная	0-10	3,6	3,7	2,6	2,5	2,9	3,7	3,2
	10-20	2,4	3,9	2,6	2,7	2,0	3,3	2,8
	20-30	1,9	1,7	1,9	2,6	1,7	1,8	1,9
B, $НСР_{05}$ = 0,3		2,5	2,7	2,1	2,6	2,2	2,4	Н $СР_{05}$= 0,4

Так, по традиционной технологии перед посевом в слое почвы 0-10 см количество нитратного азота по трем вариантам составило 2,3-3,6 мг/кг, а по No-till технологии – 2,3-4,2 мг/кг почвы, что по градации относится к очень низкому содержанию этого элемента в почве. Низкое содержание азота перед посевом по обеим технологиям, можно объяснить тем, что после поздно убираемых предшественников, каковым является соя, содержание нитратного азота в почве всегда очень низкое, так как после уборки сои и до посева озимой пшеницы проходит очень мало времени, в течение которого расходованный растениями предшествующей культуры нитратный азот не успевает пополниться текущей нитрификацией.

Проведение азотной подкормки в фазе кущения приводит к математически доказуемому увеличению этого элемента питания в слоях почвы 0-10 и 10-20 см, как в фазе колошения, так и полной спелости, но во всех случаях содержание нитратного азота в почве классифицируется как очень низкое.

Вносимые минеральные удобрения оказали влияние на содержание подвижного фосфора по обеим технологиям возделывания. Так, при возделывании озимой пшеницы без внесения удобрений по обеим технологиям количество подвижного фосфора во все периоды вегетации характеризовалось средним обеспечением – 15,3-18,7 мг/кг в слоях почвы 0-10 и 10-20 см и низким в слое 20-30 см – 11,1-13,8 мг/кг почвы (таблица 2).

Таблица 2. – Влияние технологии и удобрений на содержание подвижного фосфора в почве в посевах озимой пшеницы, мг/кг за 2012-2015 гг.

Доза удобрения	Слой почвы, см	Традиционная			Без обработки почвы			A, $НСР_{05}$ = 0,9
		перед посевом	колошение	полная спелость	перед посевом	колошение	полная спелость	
Без удобрений	0-10	17,1	16,1	18,7	16,3	17,8	18,6	17,4
	10-	15,	15	18,1	16,2	15,	16,5	16

	20	3	,3			7		,2
	20-30	13,8	11,1	13,2	11,3	11,4	11,8	12,1
Рекомен-дованная	0-10	22,9	30,5	27,6	23,8	30,8	28,3	27,3
	10-20	20,7	22,6	23,7	18,5	19,1	20,5	20,9
	20-30	13,1	13,3	14,9	13,0	13,8	14,2	13,7
Расчетная	0-10	26,2	32,9	29,5	26,2	33,1	30,0	29,7
	10-20	20,1	23,0	23,8	18,2	18,3	20,8	20,7
	20-30	14,2	12,8	14,7	12,6	13,4	13,9	13,6
В, $НСР_{05}$ = 1,0		18,2	19,7	20,5	17,3	19,3	19,4	Н $СР_{05}$= 1,7

На вариантах с внесением удобрений содержание фосфора перед посевом значительно выше, чем на контроле, что связано с его накоплением после внесения удобрений под предшествующие культуры. Так, содержание фосфора перед посевом в верхнем десятисантиметровом слое почвы по обеим дозам внесения удобрений практически одинаковое и характеризовалось средней обеспеченностью – 22,9-26,2 мг/кг по традиционной технологии, и 23,8-26,2 мг/кг почвы – по No-till технологии. В слое почвы 10-20 см содержание фосфатов немного ниже – 18,2-20,7 мг/кг почвы по обеим технологиям.

В фазе колошения содержание фосфора в слое почвы 0-10 см увеличивается, что связано с внесением удобрений при посеве, и его содержание по обеим технологиям характеризуется как повышенное – 30,5-30,8 мг/кг почвы при внесении рекомендованной дозы и 32,9-33,1 мг/кг – при расчетной дозе. При этом в слое почвы 10-20 см содержание фосфатов ниже, и их количество по традиционной технологии составило 22,6 при внесении рекомендованной дозы и 23,0 мг/кг почвы – при расчетной, а по технологии без обработки почвы, соответственно – 19,1 и 18,3 мг/кг почвы, что характеризуется средней обеспеченностью этим элементом питания по обеим технологиям.

Стоит обратить внимание, что по традиционной технологии содержание фосфора в верхнем слое почвы в 1,3-1,4 раза выше, чем в слое 10-20 см, а по No-till технологии в 1,6-1,8 раза. То есть при возделывании озимой пшеницы с внесением удобрений фосфор по традиционной технологии распределен более равномерно в слое почвы 0-20 см. Это является следствием основной обработки почвы, когда в изучаемом севообороте под предшествующие культуры производилась отвальная обработка почвы с оборачиванием и перемешиванием верхнего двадцатисантиметрового слоя почвы. Производилась обработка почвы и непосредственно под озимую пшеницу

тяжелой дисковой бороной на глубину 12-14 см, в процессе которой происходило перемешивание почвы верхнего 0-10 см слоя и части нижележащего слоя почвы 10-20 см.

При технологии без обработки почвы ни под предшествующие культуры, ни под озимую пшеницу обработки почвы не проводилось, удобрения вносили одновременно с посевом на глубину заделки семян или вразброс по поверхности почвы. Поэтому содержание подвижного фосфора в слое почвы 0-10 см больше, чем в нижележащем слое почвы 10-20 см.

Такие же закономерности наблюдались и по обменному калию, где вносимые минеральные удобрения повлияли на его содержание в почве по обеим технологиям возделывания (таблица 3).

Перед посевом во всех слоях почвы по обеим технологиям на всех вариантах содержание калия характеризовалось средней обеспеченностью. В фазе колошения содержание обменного калия в слое почвы 0-10 см увеличивается по обеим технологиям возделывания и в большей степени при внесении рекомендованной и расчетной доз минеральных удобрений, но по традиционной технологии его содержание характеризуется средней обеспеченностью – 289 и 294 мг/кг, в то время как по технологии без обработки почвы достоверно выше и характеризуется как повышенное содержание этого элемента – 317 мг/кг по обеим дозам удобрений, что обусловлено внесением удобрений в посевной слой почвы.

Такие же закономерности наблюдаются и по годам исследований, с той лишь разницей, что перед посевом при возделывании с внесением минеральных удобрений содержание подвижного фосфора и обменного калия в слоях почвы 0-10 и 10-20 см с каждым годом увеличивалось по обеим технологиям, что обусловлено накоплением этих элементов от вносимых удобрений под предшествующие культуры севооборота.

Таблица 3. – Влияние технологии и удобрений на содержание обменного калия в почве в посевах озимой пшеницы, мг/кг за 2012-2015 гг.

Доза удобрения	Слой почвы, см	Традиционная			Без обработки почвы			А, $НСР_{05}$ = 12
		перед посевом	кол о-шение	полная спелость	перед посевом	кол о-шение	полная спелость	
Без удобрений	0-10	253	264	246	254	265	259	257
	10-20	247	263	246	248	263	253	253
	20-30	233	222	222	233	238	228	229
Рекомен-дованная	0-10	256	289	267	292	317	299	287
	10-	246	277	254	255	271	269	26

	20-30	237	253	223	234	237	224	235
Расчетная	0-10	262	294	259	295	317	295	287
	10-20	250	270	238	255	263	255	255
	20-30	236	248	225	237	233	228	235
В, $НСР_{05}$ = 14		247	264	242	256	267	257	$НСР_{05}$= 26

Разница по содержанию элементов питания между слоями по технологии без обработки почвы не оказала отрицательного влияния на формирование урожая. Так, урожайность озимой пшеницы при возделывании без внесения минеральных удобрений во все годы исследований по обеим технологиям практически одинакова, и наблюдается тенденция её снижения по технологии без обработки почвы в среднем на 8,3%,или (0,22 т/га), что мы связываем с потреблением нитратного азота микроорганизмами, разлагающими растительные остатки (таблица 4).

Таблица 4. – Влияние технологии возделывания и удобрений на урожайность озимой пшеницы

Технология	Доза удобрения	Урожайность, т/га					Прибавка урожая			
		2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	**средняя**	от технологии		от удобрений	
							т/га	%	т/га	%
Традиционная	без удобрений	2,92	2,26	2,83	2,71	**2,68**	-	-	-	-
	рекомендованная	4,89	3,41	4,46	4,75	**4,38**	-	-	1,70	63,3
	расчетная	4,96	3,83	4,67	5,13	**4,65**	-	-	1,97	73,4
Без обработки почвы	без удобрений	2,84	2,17	2,58	2,24	**2,46**	-0,22	-8,3	-	-
	рекомендованная	6,05	3,90	5,47	5,23	**5,16**	0,78	17,9	2,71	110,1
	расчетная	6,18	4,46	5,56	5,55	**5,44**	0,79	17,0	2,98	121,3
$НСР_{05}$		0,35	0,24	0,20	0,28	0,29				

Урожайность зерна озимой пшеницы при возделывании по технологии прямого посева с внесением рекомендованной дозы минеральных удобрений в среднем за 4 года составила 5,16 т/га, расчётной дозы – 5,44 т/га, что по отношению к традиционной технологии достоверно выше вариантов с такими же дозами удобрений – на 0,78 и 0,79 т/га, или на 17,9 и 17,0%.

Вносимые удобрения также обеспечили достоверную прибавку урожая зерна по обеим технологиям возделывания, но по традиционной технологии прибавка от внесения рекомендованной дозы удобрения составила 1,70 т/га, или 63,3%, от расчётной – 1,97 т/га и 73,4%, тогда как при возделывании без обработки почвы, соответственно – 2,71 т/га, или 110,1%, и 2,98 т/га, или 121,3%. То есть применение минеральных удобрений в любой дозе более эффективно при возделывании озимой пшеницы без обработки почвы, чему способствует лучшая обеспеченность растений продуктивной влагой [3].

Таким образом, технологии возделывания и дозы минеральных удобрений не оказали влияния на содержание нитратного азота в почве – в течение вегетации его содержание было очень низким. Внесение удобрений обеспечило увеличение содержания в почве подвижного фосфора и обменного калия, но по традиционной технологии эти элементы питания равномерно распределены в пахотном слое, а при посеве без обработки почвы их было больше в верхнем слое 0-10 см, что связано с поверхностным и припосевным внесением удобрений на глубину заделки семян озимой пшеницы, что, в свою очередь, не оказало отрицательного влияния на питание растений при формировании урожая.

Урожайность озимой пшеницы при её возделывании по нулевой технологии без удобрений ниже, чем по традиционной.Внесение минеральных удобрений обеспечило достоверную прибавку урожая зерна озимой пшеницы по обеим технологиям во все годы исследований, но по технологии без обработки почвы прибавка была на 46,7% выше, чем по традиционной технологии. Это говорит о большей эффективности удобрений при возделывании озимой пшеницы по технологии без обработки почвы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дридигер, В.К. Практические рекомендации по освоению технологии возделывания сельскохозяйственных культур без обработки почвы в засушливой зоне Ставропольского края / В.К. Дридигер. – Саратов: Амирит, 2016. – 82 с.
2. Матвеев, А.Г. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от технологии возделывания и удобрений начернозёме выщелоченном Центрального Предкавказья: автореф. дис. канд. с.-х. наук. – Ставрополь, 2015. – 22 с.
3. Стукалов, Р.С. Продуктивность озимой пшеницы при возделывании по технологии без обработки почвы (no-till) в зоне неустойчивого увлажнения ставропольского края / Р.С. Стукалов // Матер. Всерос. науч.-практ. конф. «Инновационные технологии для АПК юга России», посвящ. 55-летию образ. Адыгейского НИИСХ, 21-23 сентября 2016 г. – Майкоп: Изд-во «Магарин О.Г.», 2016. – С. 92-96.

УДК 631.87: 631.811.98:633.11

МИКРОБНЫЕ ПРЕПАРАТЫ И РЕГУЛЯТОР РОСТА РАСТЕНИЙ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

С.А. Тарасов[1], А.А. Тарасов[2]
[1]ФГБНУ«Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии»,г.Курск
[2]ФГБОУ ВО «Курская ГСХА имени И.И. Иванова», г. Курск
sergejtarasov1989@mail.ru

Показаны результаты сравнительной оценки влияния на условия произрастания, урожайность и экономическую эффективность возделывания озимой пшеницы обработок посевного материала и вегетирующих растений комплексом микробных препаратов Гуапсин + Трихофит и регулятором роста растений Витазим.

Существует мнение, что земледелие, построенное на использовании преимущественно химико-техногенных принципах интенсификации, имеет существенный недостаток, выражающийся в недооценке значимости биологических принципов его интенсификации. В определенных условиях инициация биологических факторов может внести заметный вклад в продукционный процесс сельскохозяйственных культур [1, 4, 16 и другие]. Практика показывает, что преимущественно химико-техногенная интенсификация земледелия приводит к обострению экологических проблем, которые проявляются в снижении биологической активности почв и усилении зависимости продуктивности культур от химических средств интенсификации. При этом снижается статус почвы как саморегулирующейся системы и экологическая чистота полученного урожая [15]. Недостаточное обоснование имеет также использование только химической интенсификации земледелия и с экономической точки зрения. Известно, что рост урожайности культур обеспечивается при определенных нормах внесения минеральных удобрений и их избыток проблему не решает. В последние десятилетия отмечается снижение темпов прироста урожайности зерновых культур и возрастает необходимость в дополнительных затратах для повышения единицы урожая, в сравнении с годами, когда минеральные удобрения только начали использовать [6].

До недавнего времени бытовало мнение, что минеральные удобрения и пестициды являются безальтернативным средством интенсификации земледелия, обеспечивающим наибольшие прибавки урожая. Действительно, на современном этапе из всех элементов системы земледелия именно минеральные удобрения обеспечивают наибольшую отдачу по влиянию на урожайность культур, особенно на почвах с низким эффективным плодородием. Прибавка урожая зерновых в результате применения минеральных удобрений может возрастать более, чем на 50% [14]. По мнению многих ученых [8, 9 и другие], в условиях роста народонаселения планеты обеспечение продовольственной безопасности невозможно без химической интенсификации земледелия. За счет интенсивных технологий с применением удобрений и пестицидов урожайность зерновых культур достигла уровня 7-8 т/га зерна. Однако потенциал урожайности новых сортов

определяется значениями в 1,5 раза больше [11]. В целом по Российской Федерации имеющийся потенциал урожайности зерна озимой пшеницы используется менее, чем на одну треть. Поэтому необходимо изыскивать и использовать новые элементы технологий, которые обеспечивают интегрированные эффекты, позволяют снижать последствия экологических и экономических проблем.

Перспективное направление совершенствования традиционных технологий возделывания сельскохозяйственных культур – насыщение их биологическими элементами. В результате биологизации земледелия инициируются и активируются естественные механизмы поддержания плодородия почвы, регулируются ростовые процессы и снижается инфицированность растений болезнями. Эффективным средством биологизации земледелия является интродукция в почву и на растения полезных микроорганизмов путем обработки микробными препаратами, а также повышение активности аборигенных почвенных микроорганизмов за счет использования регуляторов роста [12]. Ошибочным является мнение, что химическая и биологическая интенсификация земледелия несовместимы, находятся в антагонистическом противоречии. В разумных пределах химические и биологические средства интенсификации земледелия могут дополнять друг друга, обеспечивая интегрированные эффекты взаимодействия. Можно привести множество примеров благоприятного сочетания химических и биологических средств интенсификации земледелия: повышение биологической активности почвы на фоне минеральных удобрений [7], повышение устойчивости микробного биоценоза загрязненных свинцом почв на фоне минеральных удобрений [5]и другие. Разработан микробный препарат для обработки гранул минеральных удобрений, который обеспечивает повышение коэффициента использования растениями элементов минерального питания [2]. Микроорганизмы являются основными деструкторами пестицидов и других чужеродных объектов в почве. В настоящее время альтернативы микробной очистки биосферы от пестицидов не существует [13]. В результате чрезмерного и длительного использования химических средств в интенсивном земледелии произошла деградация структуры почвенной биоты. Особенно сильно микробный состав почв пострадал в результате практикующейся ранее технологии сжигания на полях стерни и других послеуборочных растительных остатков. Произошло перераспределение доминирующих форм микроорганизмов и изменение соотношения в почвенном микробном сообществе важнейших эколого-трофических групп [3, 10]. Поэтому интродукция полезных микроорганизмов и создание благоприятных условий для функционирования аборигенных почвенных микроорганизмов является эффективным средством санации почв.

Влияние обработки семян и посевов комплексом микробных препаратов Гуапсин и Трихофит, а также регулятором роста растений Витазим на условия роста и развития озимой пшеницы сорта Московская-39, её урожайность и экономические показатели возделывания культуры изучали в

условиях полевого опыта на чернозёме типичном мощном тяжелосуглинистом в условиях 2010-2014 года. В севообороте озимая пшеница размещалась после пара на фоне внесения минерального удобрения по 30 кг/га действующего вещества азота, фосфора и калия. Установлено, что обработки семян, и особенно обработки семян и посевов биопрепаратами заметно снижали распространенность листостебельных заболеваний озимой пшеницы. Анализ показывает, что в среднем за годы исследования обработка семян регулятором роста Витазим снижала распространенность бурой ржавчины на 10,2% в относительном выражении, и обработка семян комплексом биопрепаратов Гуапсин + Трихофит – на 7,8%. Наибольший защитный эффект обеспечивался в вариантах опыта, где кроме семян биопрепаратами дополнительно обрабатывали и посевы. При использовании обработки семян и трехкратной обработки посевов регулятором роста Витазим распространенность бурой ржавчины уменьшилась на 36%. Обработка семян комплексом микробных препаратов Гуапсин + Трихофит и дополнительная трехкратная обработка посевов препаратом Гуапсин обеспечивала снижение распространенности бурой ржавчины на 50% в относительном выражении.

Примерно такая же закономерность проявилась по эффективности биопрепаратов в борьбе против септориоза на растениях озимой пшеницы. Использование для обработки семян регулятора роста Витазим обеспечивало снижение распространенности септориоза в посевах на 7,7% и комплекса Гуапсин + Трихофит – на 7,2%. Дополнительная обработка посевов пшеницы осенью регулятором роста Витазим снижала распространенность септориоза уже на 24%, и обработка микробным препаратом Гуапсин на фоне обработанных комплексом семян – соответственно на 29%.

Самая низкая распространенность септориоза была при использовании трехкратной обработки посевов на фоне обработанных семян. Регулятор роста Витазим обеспечивал снижение его распространенности на 30%, и комплекс Гуапсин + Трихофит – на 39% в относительном выражении.

По влиянию на урожайность озимой пшеницы регулятор роста Витазим и комплекс Гуапсин + Трихофит показали достаточно высокую и примерно одинаковую эффективность. В среднем за годы исследования обработка семян и посевов препаратом Витазим повышала урожайность на 0,36-0,79 т/га, или на 8,2-17,6%,относительно контрольного варианта. При использовании для этих целей комплекса Гуапсин + Трихофит урожайность увеличилась на 0,42-0,78 т/га, или на 9,5-17,4%. По влиянию на урожайность проявилась тенденция более высокой эффективности комплекса микробных препаратов Гуапсин и Трихофит при обработке семян и регулятора роста растений Витазим при обработке посевов пшеницы. Если сравнивать влияние на урожайность озимой пшеницы различных способов использования биопрепаратов (обработка семян и дополнительная обработка посевов на фоне обработанных семян), то можно отметить, что прибавки урожая от обработок семян были заметно выше, чем прибавки от дополнительных

обработок посевов. Прибавка урожая только от обработки семянпрепаратом Витазим составила 0,36 т/га, и прибавка от обработки семян комплексом микробных препаратов Гуапсин + Трихофит – 0,42 т/га. Прибавки же от дополнительного применения данных препаратов для обработки посевов осенью и трехкратной обработки посевов в течение вегетации культуры составили соответственно 0,18 и 0,33 т/га. Поэтому обработку семян регулятором роста Витазим и комплексом микробных препаратов Гуапсин + Трихофит однозначно можно считать эффективным приемом, направленным на повышение урожайности озимой пшеницы. Расчеты экономических показателей по вариантам опыта показали, что самый высокий уровень рентабельности обеспечивался при использовании регулятора роста Витазим для обработки семян и осенней обработки посевов озимой пшеницы. В результате использования дополнительных обработок посевов регулятором роста Витазим рентабельность снижалась. Экономическая эффективность применения комплекса Гуапсин + Трихофит оказалась ниже, чем регулятора роста Витазим. Очевидно, что на чернозёмной почве опытного участка достаточно хорошо были представлены аборигенные виды почвенных микроорганизмов, которые стимулировались под влиянием препарата Витазим, и обеспечивали дополнительный интегрированный эффект по влиянию на продуктивность культуры.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что использование для обработки семян и посевов озимой пшеницы регулятора роста растений Витазим или комплекса микробных препаратов Гуапсин + Трихофит обеспечивает снижение распространенности листостебельных заболеваний, существенно повышает урожайность зерна и повышает уровень рентабельности производства на 8,6-18,8%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Беленков А.И., Зеленев А.В., Аматьев Б.О. Приемы биологизации в севооборотах Нижнего Поволжья // Земледелие. – 2014. – № 1. – С. 23-26.
2. Биологизация минеральных удобрений как способ повышения эффективности их использования / А.А. Завалин, В.К. Чеботарь, А.Г. Ариткин, Д.Б. Сметов // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 9. – С. 45-47.
3. Бузайло А.Н., Королева Н.В., Назарько М.Д. Микробиологическая диагностика почв, подвергшихся сжиганию стерни и растительных остатков // Успехи современного естествознания. – 2005. – № 11. – С. 47.
4. Васютин А.С., Филоненко В.А. Биологизация земледелия и улучшение экологического состояния сельскохозяйственных угодий // Защита и карантин растений. – 2013. – № 9. – С. 15-18.
5. Влияние минеральных удобрений на показатели устойчивости микробоценоза в почвах, загрязненных свинцом / И.А. Самофалова, Н.М. Мудрых, О.С. Лысова, В.И. Каменщикова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – № 12 (131). – С. 346-348.
6. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России. – М.: «Издательство Агрорус», 2004. – 1109 с.

7. Завьялова Н.Е., Митрофанова Е.М. Влияние минеральных удобрений и известкования на биологическую активность дерново-подзолистой почвы // Агрохимия. – 2008. – № 12. – С. 29-34.
8. Лобков В.Т., Плыгун С.Н. Теоретические и практические аспекты биологизации земледелия в современных тенденциях развития мирового сельского хозяйства // Вестник АПК Ставрополья. – 2014. – № 4 (16). – С. 150-154.
9. Минеев В.Г. Актуальные задачи агрохимии в условиях современного земледелия // Проблемы агрохимии и экологии. – 2011. – № 1. – С. 3-8.
10. Назарько М.Д. Биологическое влияние сжигания стерневых остатков на вертикально-ярусное распределение микроорганизмов и экологические показатели почвы // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 2004. – № 5-6. – С. 110-114.
11. Парахин Н.В. Проблемы современного растениеводства и пути их решения // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2006. – № 1 (1). – С. 10-13.
12. Пигорев И.Я., Тарасов А.А., Тарасов С.А. Влияние биопрепаратов на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в Центральном Черноземье // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. –2016. – № 9. – С. 94-99.
13. Решетов Г.Г., Тугаева Т.А. Эффективность метода микробной деструкции пестицида тетраметилтиурамдисульфида // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2012. – № 5 (44). – С. 220-223.
14. Соснина И.Д. Влияние видов органических и минеральных удобрений на урожайность зерновых продуктивность пашни и сохранения плодородия почвы // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 5. – С. 32-36.
15. Степанова Л.П., Цыганок Е.Н., Тихойкина И.М. Экологические проблемы земледелия // Вестник Орловского государственного аграрного университета. – 2012. – № 1 (34). – С. 11-18.
16. Франк Р.И., Кищенко В.И. Биопрепараты в современном земледелии //Защита и карантин растений. – 2008. – № 4. – С. 30-32.

УДК 631.459

АКТУАЛЬНОСТЬ ВОПРОСОВ ЭРОЗИИ ПОЧВ В ПУБЛИКАЦИЯХ ИНОСТРАННЫХ НАУЧНЫХ ЖУРНАЛОВ (НА ПРИМЕРЕ ЖУРНАЛА “JOURNAL OF SOIL AND WATER CONSERVATION”)

Л.Е. Тарасова, Н.В. Рязанцева

ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск
vnizembibl@mail.ru

Объявление 2017 года Годом экологии в России свидетельствует об актуальности экологических проблем в стране. В других странах эта проблема также существует. Об этом можно судить по публикациям в научных журналах. В статье рассмотрены публикации американского журнала The Journal of Soil and Water Conservation, многие из которых посвящены проблеме защиты почв от эрозии.

2017 is announced the Year of Ecology in Russia. The problem of erosion is an urgent environmental problem in the country. It is also a serious problem in other countries, especially in the USA. The publications in the Journal of Soil and Water Conservation analyzed in the paper give the evidence of it.

В России 2017 год объявлен Годом экологии, что говорит об актуальности экологических проблем в нашей стране. Эрозия почв одна из них. Эта проблема затрагивает сохранение как почвенных, так и водных ресурсов. Прогноз ООН на 2050 год об увеличении населения Земли до

девяти миллиардов делает проблему сохранения почвенных и водных ресурсов, чтобы этим миллиардам было что есть и пить, не говоря уже о развитии технологий, требующих, как правило, большого количества воды, глобально значимой и актуальнейшей, особенно на фоне не совсем предсказуемого изменения климата и экстремальных погодных явлений.

Основными факторами эрозии почв являются ветер и вода. В одних районах сильнее проявляется водная эрозия, в других – ветровая.Водной эрозии подвержены большая часть площадей Северной Америки, лежащих южнее 40º с.ш. и часть площадей Южной Америки, лежащих севернее 40º ю.ш., почти вся Африка, кроме сухих пустынь и экваториальных лесов, Азия 40º с.ш., а также Австралия, кроме засушливого центра. Основные районы распространения ветровой эрозии – это Большие равнины Северной Америки, известные своими пыльными бурями, пустыни Сахара и Калахари в Африке, Центральная Азия, особенно степная зона СССР, и Центральная Австралия [1]. Характеристика, данная Н. Гудзоном географическому расположению эрозионноопасных регионов земного шара, не полностью определяет районы распространения эрозии, особенно водной, в нашей стране. Он изучал процессы эрозии преимущественно в Африке, хотя и приезжал в нашу страну в 1982 году и даже был в Курске, во ВНИИЗиЗПЭ.

Научное изучение процессов эрозии началось сравнительно недавно – во второй половине XIX века, но активные исследования проводились в XX веке. Важная роль в области исследования эрозии, разработки методов количественной оценки эрозионных процессов, методов охраны почв и противоэрозионных мероприятий принадлежит ученым США. Известны работы таких ученых, как W.H. Wischmeier, G.W. Musgrave, W.E. Larson, W.C. Moldenhauer, H.H. Bennett, J.H. Stallings, F.J. Pierce, W.J. Elliot, G.R. Foster, N.W. Hudson и многие другие [1, 2]. В США проблема защиты почв решается на государственном уровне силами различных организаций, например, Службой охраны почв (Soil Conservation Service), Службой охраны природных ресурсов (Natural Resources Conservation Service), Службой сельскохозяйственных исследований (Agricultural Research Service) и другими организациями, принято много законов по охране почв, например, Закон о безопасности сельского хозяйства и инвестициях (The Farm Security and Rural Investment Act), разрабатывается много экологических проектов. Например, Проект оценки эффектов почвоводоохранных мероприятий (Conservation Effects Assessment Project), в котором участвуют вышеназванные организации. Продолжаются обширные исследования по эрозии почв, результаты которых публикуются в научных журналах экологического и сельскохозяйственного профиля.

Авторам представилось интересным сделать небольшой анализ зарубежных публикаций, чтобы узнать, как смотрят на проблему защиты почв от эрозии в настоящее время ученые в других странах, прежде всего в США, какие решения предлагают. Для изучения был взят журнал “Journal of Soil and Water Conservation” («Охрана почвенных и водных ресурсов»).

Журнал издается в США двумя научными обществами: Американское общество защиты почв и Общество охраны почвенных и водных ресурсов. Журнал издается один раз в два месяца. Это мультидисциплинарный рецензируемый журнал. Предметные области публикаций: земледелие, почвоведение, защита почв от эрозии, охрана природы и ландшафтов, качество окружающей среды, сохранение водных ресурсов и др. Научный журнал включен в базу данных Scopus. Импакт-фактор за 2015-2016 гг. – 1,42. Это не журнал открытого доступа, поэтому авторам пришлось удовольствоваться только выложенными в Интернете резюме статей, опубликованных в журнале. Они довольно информативны и позволяют судить о содержании статей. Этот журнал публикует значительное число статей по эрозии почв, поэтому он и был выбран для анализа.

Современные технологии электронного мониторинга и статистического анализа облегчают исследователям получение наукометрических данных.

Авторы воспользовались такими возможностями и взяли для рассмотрения список наиболее читаемых статей и список наиболее цитируемых статей по данным за апрель 2017 года. Эти рейтинги ежемесячно пересматриваются. Приведены данные по состоянию на 05.05.2017.

Сначала был проанализирован список наиболее читаемых статей (“Most-Read Articles during April 2017”) [3]. Статей в списке 50. Содержание половины из них или напрямую освещает вопросы эрозии или косвенно относится к ним. В публикациях рассматривается определенный ряд тем (табл.).

Таблица. - Тематика статей и их количество

Тема статьи	Количество
Качество воды и её охрана	9
Почвозащитные технологии	7
Изменение климата	6
Секвестирование углерода	5
Загрязнение окружающей среды	5
Покровные культуры	5
Обработка почвы	3
Здоровье (качество) почвы	2

По одной статье было на темы: экосистемные, экологические услуги; засуха; органическое вещество почвы; круговорот питательных веществ; вариабельность почв; орошение в Китае; геоинформационные системы; сохранение почвенных и водных ресурсов; эрозия почв и углерод; программа резервирования сельскохозяйственных земель.

Как видно из таблицы, большое количество статей посвящено качеству воды, почвозащитным технологиям, изменению климата (6-9); по пять статей было на темы, связанные с секвестированием углерода в почве, загрязнением окружающей среды, покровными культурами и их ролью в почвозащитном земледелии, три статьи были об обработке почвы и две – о здоровье почвы.

Этот термин (“soil health”) сейчас активно используется в иностранных публикациях, когда речь идет о качестве почвы. Еще один интересный термин – “экосистемные, экологические услуги” (“ecosystem, environmental services”) – имеются в виду все те блага, которые человек получает от экосистем, окружающей природной среды, не только производственные, но и культурные, эстетические, рекреационные, оздоровительные и т.д. Можно отметить большой интерес к теме изменения климата, причем под таким углом зрения, как его уменьшение, смягчение и адаптация к нему (“mitigation and adaptation”).

Этот список может свидетельствовать о первом приближении читателей к теме. Ведь сначала о теме статьи судят по её названию, потом знакомятся с её кратким описанием (“Abstract”), а затем, если резюме вызвало интерес, получают доступ к полному содержанию статьи (часто не бесплатно). Здесь можно сделать вывод о том, что при подготовке статьи к публикации нужно внимательно подходить к названию и тщательно готовить текст резюме. А о том, удовлетворило ли содержание читателя, получил ли он нужную информацию, а также о том, какие проблемы актуальны в настоящее время, в какой-то мере можно судить по списку наиболее цитируемых статей (“Most-Cited Articles”) [4].

В этом списке представлены также 50 статей. Большое количество цитируемых статей рассматривает вопросы разработки и применения почвозащитных технологий, обсуждает проект CEAP - проект оценки эффективности почвоводоохранных (“conservation”) технологий и мероприятий (18 статей), в 12 статьях обсуждаются проблемы качества воды, её загрязнения, 9 статей посвящены эрозионным процессам, 8 статей – покровным культурам, 3 статьи – об изменении климата, 3 – о точном земледелии. В целом содержания этих статей перекликаются друг с другом и трудно четко отделить их друг от друга. Статьи, опубликованные в журнале недавно, еще не могли быть использованы читателями в своих статьях и войти в список цитируемых статей, поэтому в этот список входят другие статьи, хотя некоторые статьи, опубликованные несколько лет назад и вызывающие интерес, встречаются в обоих списках. Статьи второго списка были изучены читателями, использованы в их работах, поэтому они более репрезентативны по сравнению со статьями первого списка и дают более точное представление о тематике и направлении научных исследований. Количество цитирований от 6 до 20. Количество цитирований может свидетельствовать как об актуальности проблемы сейчас или во время опубликования, так и о постоянном интересе к этой проблеме.

Рассмотрим подробнее статьи этого списка. Первые три статьи с наибольшим числом цитирований были опубликованы в 2008 году, №№ 5 и 6, и посвящены пятилетию существованию проекта CEAP, например, статья «Первые пять лет Проекта оценки эффективности почвоводоохранных технологий и мероприятий – CEAP»). Статьи с 16 цитированиями – «Длина пути, по которому мы идем: измерение выгоды для окружающей среды от

почвоводоохранных мероприятий» и «Точные почвозащитные технологии для устойчивости окружающей среды» обсуждают эффективность старых и новых почвозащитных технологий и мероприятий. Статьи «Почвозащитные приемы для смягчения изменения климата и адаптации к нему» и «Мероприятия по смягчению изменения климата и адаптации к нему» (по 16 цитирований) были опубликованы в 2011 году в № 4. Статья «Влияние зерновых покровных культур и колесного транспорта на инфильтрацию, сток и смыв» (11 цитирований) была опубликована в 2001 году, поэтому имеет значительное количество ссылок. Статья «Целенаправленное изменение землепользования для уменьшения нагрузки нитратного азота в сельскохозяйственных водосборах» (9 цит.) опубликована в 2010 году.

Статьи «Десятилетие прогрессав покровных культурах» и «Используются ли покровные культуры в Кукурузном поясе США?» опубликованы в 2007 году в № 5 (по 10 цит.). Ссылки на эти статьи имеются в публикациях, начиная с 2008 года по 2017 год, то есть эта проблема активно изучается и обсуждается. Покровные культуры (covercrops) служат для защиты почв от смыва, потери питательных веществ со стоком, для сохранения качества почвы, воздуха и воды, круговорота питательных веществ, увеличения популяций полезных насекомых в интегрированных системах защиты растений и т.д. Во второй упомянутой статье изучалось, сколько фермеров выращивают покровные культуры. Из опрошенных 3500 фермеров в штатах Кукурузного пояса только 18% выращивали покровные культуры несколько лет и 8% начали выращивать в последний год. Фермерыпонимают, что покровные культуры способствуют сокращению эрозии (96%) и увеличению органического вещества почвы (74%). 56% фермеров могли бы выращивать покровные культуры на условиях субсидирования, причем средняя величина субсидии, которая бы их устроила – 56,81 доллара на гектар.

Довольно большой интерес вызвала обзорная статья «Влияние ожидаемого изменения климата на темпы эрозии почвы», опубликованная в 2004 году, № 1 (8 цитирований). Причем ссылки начали появляться с 2010 года, то есть актуальность проблемы выросла. В статье говорится об увеличении количества и интенсивности дождей, которое наряду с ожидаемыми изменениями температуры, солнечной радиации и концентраций CO_2 в атмосфере будет сильно влиять на темпы почвенной эрозии. На эрозионные процессы влияют количество и интенсивность дождей, количество дней с осадками, отношение дождя к снегу, производство растительной биомассы, скорость разложения растительных остатков, микробная активность почвы, скорость эвапотранспирации и смена вида землепользования. Скорость эрозии будет возрастать на большей части территории США. При увеличении количества дождей сток и смыв увеличивается в большей степени относительно увеличения дождей, величина примерно 1,7. Эта же проблема обсуждалось в статье «Изменение стока и смыва в ответ на изменение в осадках: компьютерное

моделирование». Предлагалось изменение числа дней с осадками в году, количества и интенсивности дождя в день и сочетание этих двух изменений для моделирования с помощью модели WEPP (Проект прогнозирования водной эрозии). Статья 2002 года с 6 цитированиями, начиная с 2009 года по настоящее время, то есть статья стала актуальной почти через 10 лет.

Еще одна статья об эрозии «Сток и смыв почвы на мерзлых почвах северо-восточного Орегона» 1982 года вдруг получила 6 ссылок, начиная с 2010 года, то есть почти через 30 лет. При рассмотрении этих ссылок выяснилось, что ссылки даны в статьях автора J.D. Williams с соавторами (разными в разных статьях), посвященных почвозащитным технологиям, включая нулевую обработку и прямой посев, их влиянию на процессы эрозии с использованием систем GPS, компьютерного моделирования. Исследования проводились в штате Орегон, который находится на западе США и подвержен влиянию Тихого океана. Сама статья описывает случившийся экстремальный смыв почв, оттаявших под влиянием теплых воздушных масс с Тихого океана зимой 1979-1980 года. Объясняется физика процесса – ускоренный сток с частично оттаявшей поверхности, который привел к значительному смыву почвы.

Итак, можно сделать вывод, что из анализа списков наиболее читаемых и наиболее цитируемых статей, из их резюме можно получить достаточную информацию для определения актуальных тем, изучаемых и обсуждаемых научным сообществом США. Как видим, проблемы эрозии, охраны почвенных и водных ресурсов с помощью почвозащитных технологий, посева покровных культур, нулевой обработки почвы, прямого посева, изучение эрозионных процессов с помощью компьютерных технологий, GIS, GPS обсуждаются в публикациях анализируемого журнала. Большой интерес в последние годы вызывает проблема глобального изменения климата и связанная с ней проблема секвестирования углерода в почве, влияние климатических изменений, в том числе и на эрозионные процессы. Можно также сделать вывод, что государство активно поддерживает научные исследования в этой области через свои природоохранные службы, издание и исполнение природоохранных законов, субсидирование научных исследований и разработок, инициирование проектов по оценке эффективности проводимых природоохранных мероприятий и т.д.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гудзон, Н. Охрана почвы и борьба с эрозией: пер с англ. /Н.Гудзон. - М.: Колос, 1974. – 304 с.
2. Soil management for sustainability /R. Lal and F.J. Pierce, editors. – USA, 1991. – 189 p.
3. Most-Read Articles during April 2017 [Электронный ресурс]. http://www.jswconline.org/reports/most-read
4. Most-Cited Articles [Электронный ресурс]. http://www.jswconline.org/reports/most-cited].

УДК 631.527.8:633.311

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СЕЛЕКЦИЯ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ В ЦЧР ДЛЯ ЭРОЗИОННЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ

В.И. Чернявских, Е.В. Думачева
ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», г. Белгород
cherniavskih@mail.ru; dumacheva@bsu.edu.ru

Обсуждаются особенности экологической селекции многолетних трав в ЦЧР на основе концепции формирования на меловом юге Среднерусской возвышенности вторичного (антропогенного) микрогенцентра формообразования синантропных видов. Методом рекуррентной селекции для эродированных агроландшафтов ЦЧР получены сорта люцерны изменчивой Краснояружская 1 и Краснояружская 2, клевера белого Краснояружский, овсяницы красной Везёлка, овсяницы тростниковой Ольшанка. В 2017 году готовятся к передаче в Госсортоиспытание новые сорта люцерны, донника, овсяниц, райграса, созданные на базе селекционного центра ЗАО «Новооскольская зерновая компания».

The features of ecological selection of perennial grasses in the region are discussed. The concept of formation of the synanthropic species was developed in the Cretaceous south of the Central Russian Upland. By the method of recurrent selection varieties of alfalfa variegated Krasnoyaruzhskaya 1 and Krasnoyaruzhskaya 2, white clover Krasnoyaruzhsky, red fescue Veselka, fescue Olshanka. In 2017, new grades of alfalfa, sweet clover, fescue, ryegrass, created on the basis of the selection center of ZAO «Novooskolskaya Grain Company», are being prepared for transfer to the State testing.

Центральное Черноземье является регионом с сочетанием естественных ландшафтно-климатических условий, большой антропогенной нагрузкой и интенсивным развитием сельскохозяйственного производства. Особенностью зоны является повышенное содержание в почве карбоната кальция, что приводит к снижению общей биопродуктивности биоценозов в целом и агрофитоценозов, в частности. В первую очередь проблема затрагивает многолетние травы, как бобовые, так и злаковые – ценнейшие источники пищевого и кормового белка, компоненты агроландшафтных систем, играющие адаптивную и средоулучшающую роль в разных конструкциях агроэкосистем и т.д. На этом фоне особый интерес представляют виды родов *Medicago, Trifolium, Melilotus, Festuca, Arrhenatherum* как наиболее ценные в генетическом и хозяйственном отношении, а также определяющие в большинстве случаев величину биологической емкости эрозионных агроландшафтов.В связи с этим, учеными-селекционерами НИУ «БелГУ» совместно с селекционерами ЗАО «Краснояружская зерновая компания» и ЗАО «Новооскольская зерновая компания» всесторонне изучаются вопросы, связанные с созданием сортов многолетних трав, устойчивых и продуктивных на карбонатных почвах в условиях эрозионных агроландшафтов.Значительное место в территориальной структуре агроландшафтов региона занимают овражно-балочные комплексы с меловыми обнажениями, характеризующиеся высокой насыщенностью эндемичными и реликтовыми видами.

Наибольшее разнообразие синантропных видов, устойчивых к карбонатному субстрату, произрастающих в естественных условиях, отмечается в устьях балок, а также в конусах выноса оврагов. Здесь осуществляется, как отложение богатого наилка во время дождей и снеготаяния, так и снос всего генетического материала с окружающей территории. На фоне сниженной межвидовой и внутривидовой конкуренции на конусах выноса происходит интрогрессивная гибридизация и микроэволюционные сдвиги в ценопопуляциях. Проявляется эффект основателя, идет накопление рецессивных генов, образующих резерв для естественного отбора и процессов формообразования. Процессы адаптации в ценопопуляциях направлены на сохранение форм, обладающих морфо-биологическими качествами, аналогичными свойствам эндемичной кальцефильной растительности. Изучение происходящих в овражно-балочных комплексах адаптационные микроэволюционные процессы позволило авторам разработать концепцию формирования на меловом юге Среднерусской возвышенности вторичного (антропогенного) микрогенцентра формообразования синантропных видов, в частности, таких родов, как *Medicago, Trifolium, Festuca, Arrhenatherum* и др.[1].

Новые методологические подходы легли в основу селекционной работы с многолетними травами. Выделенные на фоне конкуренции и карбонатных почв особи и ценопопуляции многолетних трав родов *Medicago, Trifolium, Melilotus, Festuca, Arrhenatherum* используются для получения экономически эффективных, обладающих высокой семенной и кормовой продуктивностью, экологически сбалансированных агроценопопуляций как основы новых сортов [3].

Основным направлением селекционных исследований является повышение семенной и кормовой продуктивности трав селекционными методами, главным из которых является рекуррентная селекция (периодический отбор). Ведется также целенаправленная работа по селекции на устойчивость к комплексу неблагоприятных почвенных условий (карбонатность, кислотность, засуха), декоративность (для трав газонного направления) [2-4].

Особенностью метода является его цикличность. В процессе создания синтетиков в переопылении участвуют лишь компоненты с высокой общей комбинационной способностью. Это приводит к накоплению и концентрации в ценопопуляциях благоприятных генов. Поликросс приводит к систематическому улучшению состава селектируемых синтетических популяций по ряду хозяйственно-ценных признаков, в первую очередь кормовой и семенной продуктивности. Конкуренция и карбонатность почвы являются мощными экотопическими факторами дифференциации агроценопуляций, приводящими к выживанию и сохранению особей со сходными наследственными признаками. У люцерны, например, это подтверждается появлением многолисточковых особей в потомстве.

Обоснована система комплексных биологических показателей, тесно коррелирующих с величиной семенной продуктивности и устойчивостью, отбор по которым обеспечивает потомству конкурентные преимущества в смешанных посевах на карбонатных почвах.

В результате многолетней работы с использованием метода рекуррентной селекции учеными-селекционерами Белгородского государственного национального исследовательского университета и ЗАО «Краснояружская зерновая компания»были получены новые сорта люцерны изменчивой *Краснояружская 1* и *Краснояружская 2*, клевера белого *Краснояружский*, овсяницы красной *Везелка*, овсяницы тростниковой *Ольшанка*. Первичное семеноводство и размножение сортов ведет ЗАО «Краснояружская зерновая компания», которая является патентообладателем этих сортов.

Готовятся к передаче в Госсортоиспытание в 2017 году новые сорта многолетних трав родов *Medicago, Trifolium, Melilotus, Festuca, Arrhenatherum*, селекция которых ведется на базе селекционного центра ЗАО «Новооскольская зерновая компания».

Работа подготовлена при поддержке гранта № 6.4854.2017/БЧ «Развитие научно-образовательного потенциала НОЦ «Ботанический сад НИУ «БелГУ» как модельной площадки для внедрения инноваций в научной, образовательной и профориентационной работе».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Думачева Е. В., Чернявских В. И. Биологический потенциал бобовых трав в естественных сообществах эрозионных агроландшафтов ЦЧР // Кормопроизводство. – 2014. – № 4. – С. 7–9.
2. Ткаченко И. К., Думачева Е. В., Чернявских В. И., Бабенков В. Л. Использование гетерозиса в рекуррентной селекции люцерны // Селекция и семеноводство. – 2008. – № 96. – С. 183–189.
3. Чернявских В. И., Титовский А.Г., Шарко Р.А., Шинкаренко О.В., Думачева Е.В. Опыт селекции и семеноводства люцерны и других трав в ЗАО «Краснояружская зерновая компания» // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 12. – С. 14-17.
4. Чернявских В.И. Рекуррентная селекция как основа повышения продуктивности люцерны в Центрально-Черноземном регионе // Кормопроизводство. – 2016. – № 12. – С. 40-45.

УДК 631.41 : 631.451

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОБМЕННОГО КАЛЬЦИЯ В СТРУКТУРНЫХ ОТДЕЛЬНОСТЯХ ЧЕРНОЗЁМА ТИПИЧНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ЭРОДИРОВАННОСТИ И ВИДА ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

В.В. Шеховцова
ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», г. Курск
vnizem@kursknet.ru

Для всех горизонтов и для всех фракций чернозёма типичного на лугу наблюдается более высокое содержание обменного кальцияпо сравнению с чернозёмом эродированным, в то время как в чернозёме типичном на пашне наблюдается обратная тенденция. Во

всех горизонтах почвенного профиля, как для несмытой, так и для среднесмытой почвы, самое низкое содержание обменного кальция определяется в агрегатах меньше 0,25 мм.

К настоящему времени роль органического вещества в образовании агрономически ценной структуры общепризнана. Причем, не просто органического вещества, а прежде всего гуминовых кислот, насыщенных кальцием.

Соколовский А.Н. (1933) основными факторами формирования структуры считал цементирующие вещества почвы; гумус и глину. Однако функцию цемента они способны выполнить лишь в том случае, если имеется оптимальное соотношение между почвенными коллоидами и поглощенным кальцием.

Важнейшую роль в процессе образования чернозёмов играет накопление обменных кальция и магния, обусловливающее насыщенность их поглощающего комплекса.

Кальциевый дефицит в почвах ЦЧЗ заметен по механическим и физико-химическим свойствам: ухудшению гумусового базиса (особенно фракционного состава гумуса), ослаблению активности кальция в почвенном растворе и понижению известкового потенциала, изменению ферментативной активности, ухудшению агрохимических, биохимических и др. свойств. (Цуриков А.Т., 1986). Он подчеркивает, что длительное использование чернозёмов без достаточного применения органических и кальцийсодержащих удобрений приводят к существенному снижению в них количества гумуса, ухудшению его качества и обеднению пахотного горизонта питательными веществами.

Багутдинов Ф.Я. и др. (1986) утверждают, что на фоне минеральных удобрений происходит снижение содержания гумусовых кислот, предположительно связанных с кальцием, что свидетельствует о необходимости сочетания внесения высоких доз удобрений с кальцийсодержащими веществами.

В исследованиях Панковой Т.И. (2013) установлена тесная связь диаметра сухих агрегатов почвы на пашне (под озимой пшеницей) с содержанием обменных кальция, магния, с pH водного раствора и др. показателями.

Основу поглощающего комплекса чернозёмов составляют обменные катионы кальция и, в меньшей степени, магния. Их содержание и емкость поглощения в целом сильно зависят от гранулометрического состава почв.

Исследования проводились в агроландшафте (пашня, луг), на склонах южной экспозиции и на водораздельном плато. Ненарушенные образцы почвы весом около 2 кг отбирались в четырехкратной повторности в гумусоаккумулятивных горизонтах Апах., А, АВ (на пашне), Адерн., А, АВ (на лугу).

После фракционирования почвы в воздушно-сухом состоянии («сухое» просеивание) – по методу Н.И. Саввинова (1986) в отдельных фракциях, а также в ненарушенном образце почвы определяли содержание обменного кальция. Оба варианта типичного несмытого чернозёма (на лугу и на пашне) характеризуются близким и слабо дифференцированным по профилю

содержанием обменного кальция (Ca^{++}) – между 26,9 и 24,8мг экв./100 г в почве на лугу, 21,8 и 20,6 мг экв./100 г на пашне.

Для всех горизонтов и для всех фракций чернозёма несмытого на лугу наблюдается более высокое содержание обменного кальция по сравнению с чернозёмом среднесмытым (рис.1), в то время как в чернозёме типичном на пашне наблюдается обратная тенденция (рис.2).

Сравнивая содержание обменного кальцияв разных структурных отдельностях чернозёма типичного под лугом и пашней, следует отметить более низкие значения для фракции меньше 0,25 мм во всех горизонтах почвенного профиля как для смытой, так и для среднесмытой почвы. На графиках можно увидеть, что максимальное содержание обменного кальция было в агрегатах 1-0,5мм в горизонтах А (21-30) для чернозёма несмытого и среднесмытого на пашне и в горизонте А (10-31) для чернозёма среднесмытого под лугом (рис.1 и рис.2).

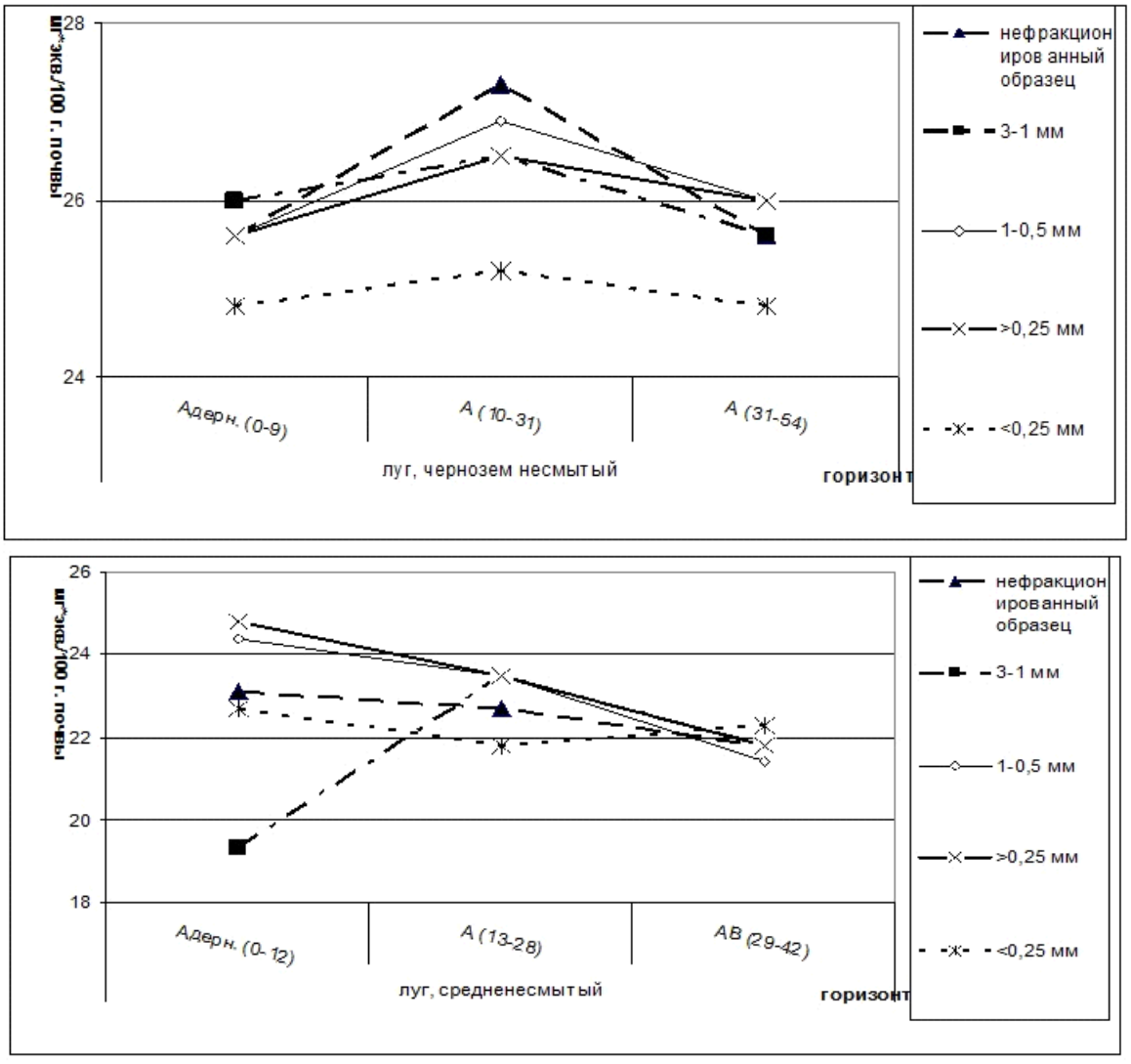


Рис. 1. Содержание обменного кальция (Ca++) в чернозёме типичном разной степени эродированности под лугом в структурных отдельностях (после сухого просеивания)

Исключение составляет чернозём эродированный на лугу: содержание Ca^{++}определялось во фракциях почвы 3-1мм верхнего горизонта Адерн. (0-12 см) и составляло 25,8 мг·экв./100 г почвы. Для чернозёма среднесмытого на пашне характерно несколько более высокое содержание обменного кальция в подпахотном горизонте - 27,3 мг·экв/100 г почвы (для фракции 1-0,5мм). Для этой же фракции в горизонте Апах (0-20см) это составляет 23,5 мг·экв./100 г почвы. Для чернозёма несмытого на пашне минимум содержания приходится на нижнюю часть гумусово-аккумулятивного горизонта с глубиной 41-63 сантиметров - 21,0 мг·экв./100 г почвы.

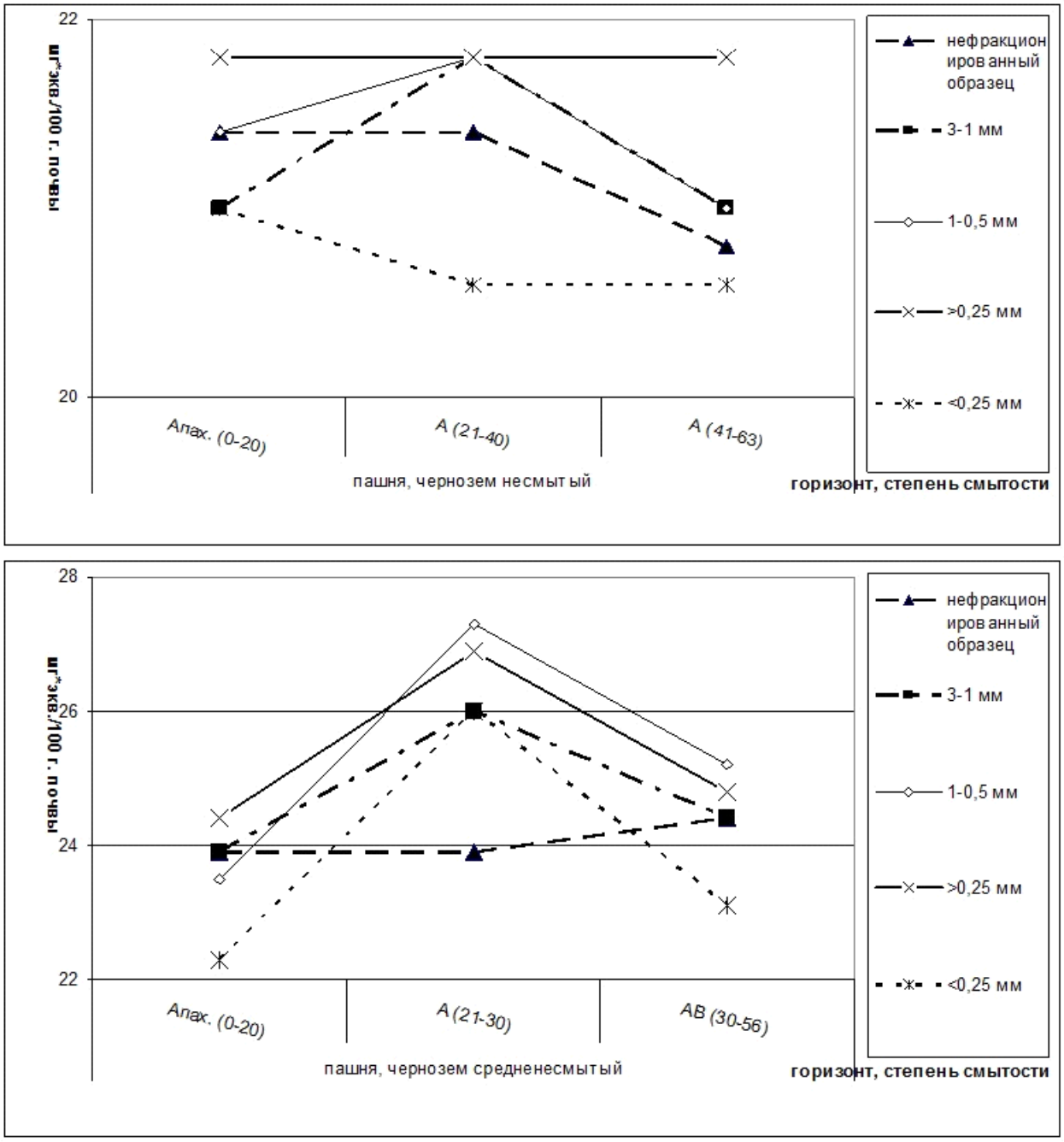


Рис. 2. Содержание обменного кальция (Ca^{++}) в чернозёме типичном разной степени эродированности под пашней в структурных отдельностях (после сухого просеивания)

В результате сельскохозяйственного использования чернозёмов происходитинтенсивное развитие в них процессов выщелачивания. Как правило, выщелачивание наиболее заметно проявляется в верхнем полуметре почвенного профиля и сопровождается опусканием верхней границы зоны активных карбонатов, диагностируемой по вскипанию от HC1. Глубина вскипания для среднесмытого чернозёма на пашне - 31см (горизонт АВ). В данном случае почвы формировались на лёссовидных суглинках. На водораздельном плато горизонт Апах +А составляет 63 см, а в нижней части склона горизонт Апах + А - всего лишь 31 см.

Таким образом, установлено, что для всех горизонтов и для всех фракций чернозёма несмытого на лугу наблюдается более высокое содержание обменного кальция по сравнению с чернозёмом среднесмытым, в то время как в чернозёме типичном на пашне наблюдается обратная тенденция. Во всех горизонтах почвенного профиля, как для несмытой, так и для среднесмытой почвы, самое низкое содержание обменного кальция определяется в структурных отдельностях меньше 0,25 мм. Независимо от вида землепользования, самое высокое содержание обменного кальция - в структурных агрегатах 1-0,5 мм.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975.
2. Багутдинов, Ф. Я. Влияние минеральных удобрений на гумусное состояние типичного чернозёма и урожайность культур / Ф. Я. Багутдинов, Ф. Х. Хазиев, А. Х. Мукатанов, В. А. Сосновский // Почвоведение. 1986. № 6. С. 74-78.
3. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат,1986.
4. Панкова Т.А. Связь агрофизических показателей плодородия чернозёма типичного с агрохимическими свойствами на пашне под озимой пшеницей.// Агротехнологическая модернизация земледелия. Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции ГНУ ВНИИЗиЗПЭ 11-13 сентября 2013г., Курск: ГНУ Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии, 2013. С.189.
5. Цуриков А. Т. Дефицит кальция в почвах как лимитирующий фактор получения высоких урожаев условиях ЦЧЗ // Эффективность применения удобрений и мелиорантов на почвах ЦЧЗ. Воронеж: изд-во ВСХИ, 1986. – С. 94-97.

УДК 631.95

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Т.А. Шишкова

ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии, г. Курск

vnizem@mail.ru

В статье приводятся экологические проблемы в сельскохозяйственном производстве. Огромный ущерб сельскохозяйственному производству наносит водная и ветровая эрозии почв. Сохранение почвенного плодородия – важнейшая задача современности.

Ключевые слова: *экологические проблемы, водная эрозия, ветровая эрозия, сельскохозяйственное производство.*

Президент В.В. Путин подписал указ от 05.01.2016 года, в соответствии с которым 2017 год в России объявлен Годом экологии. Цель этого решения – привлечь внимание к проблемным вопросам, существующим в экологической сфере. Основной задачей проведения Года экологии является обеспечение экологической безопасности и сохранение уникальной природы России.

Ключевые решения года – внедрение наилучших доступных природоохранных технологий, а также сохранение водных, лесных и земельных ресурсов, развитие заповедной системы.

Одной из важнейших задач устойчивого функционирования сельскохозяйственного производства является сохранение почвенного плодородия. Для этого необходим ускоренный переход к использованию адаптивно-ландшафтных систем земледелия ресурсосберегающих и высокопроизводительных агротехнологий. Особенно важно при этом учитывать природно-климатические риски, обусловленные тем, что сельское хозяйство является зависимым от колебаний погодных условий и которые оказывают очень большое влияние на урожайность и объемы производства сельскохозяйственных культур [1].

Нерациональное землепользование и грубые нарушения при использовании земель привели к экологическим проблемам современности.

Существует два вида загрязнения биосферы: естественное (природное), которое возникает без участия людей и антропогенное, которое намного опаснее. В наши дни загрязнение окружающей среды идет чудовищными темпами, что касается атмосферного воздуха, поверхностных и подземных источников воды, почвы. Человечество загрязнило даже околоземное космическое пространство. Все это может спровоцировать всемирную экологическую катастрофу.

Основные виды антропогенного воздействия на почву следующие: эрозия (ветровая и водная), загрязнение, засоление и заболачивание, опустынивание и другие. Наибольший вред приносит эрозия, которое происходит от латинского (erosio) – разъедание, разрушение и снос верхних наиболее плодородных горизонтов и подстилающих пород ветром (ветровая эрозия) или потоками воды (водная эрозия) [2].

Защита почвы от эрозии, повышение её плодородия рассматриваются как составные части общечеловеческой проблемы – охраны окружающей среды. В связи с этим было принято постановление от 2 марта 1967 года «О неотложных мерах по защите почв от ветровой и водной эрозии». На территории ЦЧР большое распространение получила водная эрозия: плоскостная – смыв, в результате которого происходит уменьшение гумусового слоя и линейная, в результате которой происходит размыв почвы и образование промоин и оврагов. После принятия данного постановления прошло 50 лет, но эрозия почв и сейчас приносит немалый ущерб сельскохозяйственному производству.

На территории ЦЧР около 20% пашни подвержено эрозии, в результате чего теряются вносимые удобрения, растут овраги, заиливаются и

загрязняются реки и водоёмы. Потери азота составляют 14-17 % от количества, отчуждаемого с урожаем, потери калия и серы за счет эрозии примерно такие же, а потери кальция и магния – в 3,3 раза больше величины отчуждения с урожаем. Ежегодно почвы лесостепной зоны от эрозии теряют 3,5 млн. тонн калия, 5,5 млн. тонн кальция, около 2 млн. тонн магния. В современных ландшафтах за счет внесения удобрений потери азота компенсируются только на 20%, потери калия – на 17%, потери фосфора – на 36%. Эти угрожающие данные говорят о необходимости принятия неотложных мер [3].

В среднем максимальный смыв на пахотных склонах крутизной 1-2°составляет 18 м^3, 4-6° – 37, а 6-8°– 52 м^3 почвы с гектара, а почвообразование чернозёмов идет со скоростью только 0,5-2 см за 100 лет. «Эрозию нельзя приостановить осуществлением какого-либо одного приёма или способа. Для этого необходима система взаимосвязанных мер, направленных на регулирование поверхностного стока талых и ливневых вод, повышение влагообеспеченности наших полей, приостановление смыва и размыва почвы» [4].

Поверхностные слои почв легко загрязняются. Большие концентрации в почве различных соединений – токсикантов пагубно влияют на жизнедеятельность почвенных организмов. В настоящее время большое внимание уделяется изысканию и применению рациональных способов внесения удобрений, обеспечивающих максимальное использование питательных элементов растениями, способствующих восстановлению плодородия почвы [5].

Основные загрязнители почвы: пестициды (ядохимикаты), минеральные удобрения, отходы и отбросы производства и другие. Жизненная необходимость поставила человеческое общество перед задачей восстановления почвенных ресурсов.

В настоящее время происходит становление качественно новой стратегии интенсификации сельскохозяйственного производства, основанной на информационных технологиях. Это связано с появлением концепции точного земледелия и сельскохозяйственной техники, удовлетворяющей ее требованиям, а также адаптивно-ландшафтных систем земледелия, ставших рациональной альтернативой уравнительного землепользования [6].

В зоне ведения интенсивного сельскохозяйственного производства необходимо проведение постоянных наблюдений за происходящими изменениями в агроэкосистеме, то есть проведение агроэкологического мониторинга, одной из задач которого является разработка рекомендаций по предупреждению и устранению негативных тенденций, связанных с загрязнением агроэкосистем [7,8,9].

Только соблюдение экологических нормативов может обеспечить устойчивое функционирование почвы и достижение равновесия между негативным антропогенным влиянием и способностью почвы к восстановлению [10].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Черкасов, Г.Н. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия- средство управления режимами функционирования агроландшафтов / Г.Н. Черкасов //Адаптивно-ландшафтные системы земледелия – основа оптимизации агроландшафтов. Сборник докладов научно-практической конференции с международным участием, 14-16 сентября 2016г. Курск .2016. –С.3-7.
2. Воробьёв, С.А.Земледелие. М.: ВО «Агропромиздат». 1991. – С.234-239.
3. Черкасов, Г.Н.Чернозёмные почвыЦЧР: состояние и пути сохранения их плодородия./ Г.Н. Черкасов, Н.П. Масютенко, О.Г. Чуян, М.Ю. Дегтева // Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия. Сборник докладов научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов им. В.В. Докучаева», посвященной Международному году почв, г. Курск, 21 апреля 2017. Курск. 2017. –С. 3-8.
4. Комаров, М.И. Сохранение плодородия почв на склонах в ЦЧЗ. Воронеж. Центрально-Чернозёмное книжное издательство. 1984. - 78с.
5. Афонченко, Н. В. Совершенствование технологий возделывания озимой пшеницы и сахарной свёклы в Черноземье./ Н.В. Афонченко // Диссертация на соискание ученой степени кандидата с.- х.н. Курск. 2000. – 179с.
6. Глазунов, Г.П. Автоматизация проведения агроэкологической оценки земель/ Г.П. Глазунов, Афонченко Н.В., Бойченко М.Н., Двойных В.В.// Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия, Сб. докл. научн. - практ. конф. Курского отделения МОО «Общество почвоведов им. В.В. Докучаева», посвященной Международному году почв. Курск 2015. –С.46-49.
7. Глазунов, Г. П. База данных для агроэкологической оценки земель / Г.П. Глазунов, Н.В. Афонченко, М.Н. Бойченко, В.В. Двойных // Актуальные проблемы почвоведения, экологии, земледелия. Сб. докл.научн.-практ. конф. с Международным участием Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева», Курск. 2016. – С.91-95.
8. Санжаров, А.И. Информационно-справочная система разработки технологий, обеспечивающей безопасность и качество производимой продукции / А.И. Санжаров, Г.П. Глазунов, В.Г. Хахулин, Н.В. Афонченко // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. Курск. 2014. № 9. – С.52.
9. Дегтева, М.Ю. Антропогенная нагрузка на почвы и критерии её оценки / М.Ю. Дегтева, Н.В. Афонченко // Сб. докл. Международной конференции «Современные проблемы радиологии и агроэкологии, пути реабилитации техногенно-загрязненных угодий, 15 декабря 2016 года – Россия. – Обнинск. -2016. – С 103-106.
10. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. Методическое руководство / Под редакцией академикаРАСХН В.И. Кирюшина и А.Л. Иванова М.: ФГНУ «Росинформагротех». 2005, – 784 с.

СОДЕРЖАНИЕ

		стр
1.	Дубовик Д.В. ЭРОЗИЯ ПОЧВ – ГЛОБАЛЬНАЯ УГРОЗА ДЛЯ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА…….	3
2.	Черкасов Г.Н. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАЩИТЕ ПОЧВ ОТ ЭРОЗИИ В РОССИИ.....	7
3.	Барабанов А.Т. НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭРОЗИОННО-ГИДРОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ.....	13
4.	Сухановский Ю.П., Санжарова С.И., Вытовтов В.А., Прущик А.В., Титов А.Г. ПРОГРЕСС ЗА 50 ЛЕТ В МОДЕЛИРОВАНИИ ЭРОЗИИ ПОЧВЫ.....	18
5.	Кухарук Е.С.ЭРОЗИЯ ПОЧВЫ В МОЛДОВЕ И ЗАДАЧИ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ВСЕХ СТРАН ДО 2030 ГОДА.....	26
6.	Масютенко Н.П. ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ЧЕРНОЗЁМНЫХ ПОЧВ ЦЧР ПРИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ: ТРАНСФОРМАЦИЯ, УСТОЙЧИВОСТЬ И ПУТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ.....	30
7.	Дридигер В.К., Стукалов Р.С., Гаджиумаров Р.Г.РОЛЬ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР БЕЗ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ……	39
8.	Медведев И.Ф., Бузуева А.С., Губарев Д.И. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПОД РАЗЛИЧНЫМИ КУЛЬТУРАМИ В АГРОЛАНДШАФТЕ…….	49
9.	Трофимова Т.А., Коржов С.И. АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЁМНЫХ ПОЧВ ПОД ВЛИЯНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ПРИЕМОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ И УДОБРЕНИЙ…….....	54
10.	Кузнецова П.С. МЕХАНИЗМЫ ПРОЦЕССА РУЧЕЙКОВОЙ ЭРОЗИИ…….	58
11.	Константинова Н.А., Байдина А.С. АКТУАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА ДОЖДЕВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫНОСА БИОГЕННЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ПОЧВЫ…….	63
12.	Тарасов С.А., Тарасов А.А. ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ ЗА СЧЕТ УСКОРЕНИЯ ДЕСТРУКЦИИ ПОСЛЕУБОРОЧНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ.....	66

стр

13. Дедов А.А., Несмеянова М.А., Дедов А.В. МНОГОЛЕТНИЕ ТРАВЫ И ПЛОДОРОДИЕ ЧЕРНОЗЁМОВ…… 71
14. Верин А.Ю., Медведев И.Ф., Ефимова В.И. ОТДЕЛЬНЫЕ АГРОФИЗИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЧЕРНОЗЁМА ЮЖНОГО НА ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ..... 75
15. Добровольский Г.П., Руснак В.Г. ПАРАМЕТРЫ ШЕРОХОВАТОСТИ И ГРЕБНИСТОСТИ В РАЗНЫЕ СРОКИ ВЕГЕТАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР……... 79
16. Афонченко Н.В. ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА СОДЕРЖАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА..... 83
17. Бахирев Г.И. ПРОГНОЗ ДОПУСТИМОЙ НОРМЫ ПАШНИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ СБАЛАНСИРОВАННОМ АГРОЛАНДШАФТЕ…… 86
18. Вавин В.Г., Рязанцева Н.В. ПУТИ СНИЖЕНИЯ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЕСТИЦИДОВ…….. 91
19. Глазунов Г.П. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОЦЕНКИ ПРИРОДНО-РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА АГРОЛАНДШАФТА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ……... 93
20. Глазунов Г.П. ВЛИЯНИЕ ЭКСПОЗИЦИИ СКЛОНА НА СОДЕРЖАНИЕ ГУМУСА И АКТИВНОГО ПУЛА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ЧЕРНОЗЁМЕ ТИПИЧНОМ…..... 97
21. Гостев А.В. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ РАЗЛИЧНОГО УРОВНЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР НА ГУСТОТУ СТОЯНИЯ И СТРУКТУРУ ПОЛУЧАЕМОГО УРОЖАЯ……... 101
22. Гостев А.В., Плотников В.А., НитченкоЛ.Б. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЕЙ…… 106
23. Гуреев И.И. ОПТИМИЗАЦИЯ ДОЗИРОВОК И СООТНОШЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР……. 114
24. Гуреев И.И. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ СЕВООБОРОТОВ……. 119
25. Деревягин С.С.,Медведев И.Ф., Верин А.Ю. РОЛЬ ЛЮЦЕРНЫ В УЛУЧШЕНИИ АГРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИГОРОДНЫХ ПОЧВ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА ЗЕРНОВОЙ ПРОДУКЦИИ…… 123
26. Дериглазова Г.М. БЕССМЕННОЕ ВОЗДЕЛЫВАНИЕ 128

стр
ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ В ЦЧЗ…….
27. Дериглазова Г.М., Боева Н.Н. ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ЗЕРНОВОГО ХОЗЯЙСТВА В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ…….. 130
28. Долгополова Н.В. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВАРИАНТЫ БОРЬБЫ С СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ…… 135
29. Дубовик Е.В., Дубовик Д.В. ВАЛОВОЙ И МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ НА СКЛОНАХ…….. 141
30. Дудкин И.В., Дудкина Т.А. ЗАЩИТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ОТ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ В АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМАХ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ…….. 144
31. Дудкин И.В., Дудкина Т.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗЕЛЁНОГО УДОБРЕНИЯ – ОДИН ИЗ ПУТЕЙ БИОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ……. 154
32. Дьяков В.П. О КЛИНЕ - ОСНОВЕ ОРУДИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ…….. 158
33. Иванова Н.Н., Амбросимова Н.Н., Пантелеева Т.Н. ВЛИЯНИЕ ПАСТБИЩНЫХ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ НА ПОЧВЕННОЕ ПЛОДОРОДИЕ ОСУШАЕМЫХ ПОЧВ НЕЧЕРНОЗЁМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ……. 163
34. Калужских А.Г. СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ ЛАБИЛЬНЫХ ГУМУСОВЫХ ВЕЩЕСТВ В ЧЕРНОЗЁМЕ ТИПИЧНОМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА СЕВООБОРОТА, СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ЭКСПОЗИЦИИ СКЛОНА…… 168
35. Карасева О.В., Иванов Д.А., Базандина Т.Н. ВЛИЯНИЕ ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ КОМПОСТА МНОГОЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ РЖИ В УСЛОВИЯХ ОСУШАЕМОГО АГРОЛАНДШАФТА…….. 171
36. Карасева О.В., Иванов Д.А., Базандина Т.Н. РЕЗЕРВЫ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ В МЕЛИОРИРОВАННЫХ АГРОЛАНДШАФТАХ…….. 176
37. Караулова Л.Н. ВЛИЯНИЕ ЭКСПОЗИЦИИ СКЛОНА И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КУКУРУЗЫ……. 179
38. Караулова Л.Н. ВЛИЯНИЕ ЭКСПОЗИЦИИ СКЛОНА И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА СРОКИ НАСТУПЛЕНИЯ ФЕНОФАЗ КУКУРУЗЫ…….. 184
39. Кильдюшкин В.М., Солдатенко А.Г., Животовская Е.Г., Быков 187

стр

О.Б. ПЛОДОРОДИЕ, ВОДНЫЙ БАЛАНС И ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО В ЗЕРНОПРОПАШНОМ СЕВООБОРОТЕ НА ЧЕРНОЗЁМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ДЕГРАДИРОВАННОМ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ…….

40. Кузина Е.В. АДАПТИВНЫЕ ЭНЕРГО- И ПОЧВОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯЧМЕНЯ…….. 190

41. Кузнецов А.В. МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЁМА ТИПИЧНОГО В РАЗЛИЧНЫХ УГОДЬЯХ……. 194

42. Кузнецов А.В., Елизаров А.С. АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ САНИТАРНО-ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОСНОВНЫХ ТИПОВ ПОЧВ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ…… 200

43. Масютенко М.Н. ДИНАМИКА ЭМИССИИ CO_2 ИЗ ЧЕРНОЗЁМА ТИПИЧНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭКСПОЗИЦИИ СКЛОНА И АГРОГЕННЫХ ФАКТОРОВ…… 202

44. Митрохина О.А. ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕЖИМА АЗОТНОГО ПИТАНИЯ…….. 207

45. Неведров Н.П., Шлыкова Е.В. АНТРОПОГЕННЫЕ АСПЕКТЫ УПЛОТНЕНИЯ ПОЧВ Г. КУРСКА (ГУТОРИЕВ БОР)…… 209

46. Нечаев Л.А., Федотова И.Э. ОБ ОЦЕНКЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ И О ЗЕМЕЛЬНОМ НАЛОГЕ (БОНИТИРОВКА)……. 211

47. Николаева Е.С. ПОБОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ СВЕКЛОСАХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА КАК ЭЛЕМЕНТ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ…… 215

48. Нитченко Л.Б., Плотников В.А. УРОЖАЙНОСТЬ ЯЧМЕНЯ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕГО ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА ЧЕРНОЗЁМАХ ЦЧР…….. 217

49. Панкова Т.И. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА СВЯЗИ ЛАБИЛЬНЫХ ГУМУСОВЫХ ВЕЩЕСТВ С ПОКАЗАТЕЛЯМИ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЁМА ТИПИЧНОГО НА ПАШНЕ ПОД ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЕЙ…….. 223

50. Подлесных И.В., ЗарудняяТ.Я. КОНТУРНО-МЕЛИОРАТИВНОЕ ЗЕМЛЕДЕНИЕ - ОСНОВА ДЛЯ БОРЬБЫ С ЭРОЗИЕЙ ПОЧВЫ…… 227

51. Припутнева М.А. СОСТАВ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ЧЕРНОЗЁМА ТИПИЧНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ 230

стр
ИНТЕНСИВНОСТИ АГРОТЕХНОЛОГИЙ……..
52. Пыхтин И.Г. СООБРАЖЕНИЯ О СОДЕРЖАНИИ БУДУЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР…… 234
53. Рзаева В.В., Фисунов Н.В. ОСНОВНАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В СЕВЕРНОМ ЗАУРАЛЬЕ……. 238
54. Рязанцева Н.В. МУЛЬЧИРОВАНИЕ КАК СПОСОБ ЗАЩИТЫ ПОЧВ ОТ ЭРОЗИИ И СОХРАНЕНИЯ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ…….. 241
55. Рязанцева Н.В., Тарасова Л.Е., Вавин В.Г. РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАЩИТЫ ПОЧВ ОТ ЭРОЗИИ В ИЗОБРЕТЕНИЯХ ВНИИЗИЗПЭ……. 245
56. Сабитов М.М. СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОЗЁМОВ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ И ВОСПРОИЗВОДСТВО ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ…….. 254
57. Свиридов В.И. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАШНИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ…….. 260
58. Соловьева Ю.А., Сухановский Ю.П., Вытовтов В.А., Санжарова С.И., Титов А.Г. ПОТЕРИ АММОНИЙНОГО АЗОТА, ФОСФОРА И КАЛИЯ С ДОЖДЕВЫМ СТОКОМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ СОДЕРЖАНИЯ В ПОЧВЕ…….. 265
59. Сопина Е.В., Брескина Г.М., Чуян Н.А. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ЧЕРНОЗЁМЕ ТИПИЧНОМ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СОИ В УСЛОВИЯХ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ…… 268
60. Стукалов Р.С. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ПОЧВЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ…….. 273
61. Тарасов С.А., Тарасов А.А. МИКРОБНЫЕ ПРЕПАРАТЫ И РЕГУЛЯТОР РОСТА РАСТЕНИЙ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ…….. 279
62. Тарасова Л.Е., Рязанцева Н.В. АКТУАЛЬНОСТЬ ВОПРОСОВ ЭРОЗИИ ПОЧВ В ПУБЛИКАЦИЯХ ИНОСТРАННЫХ НАУЧНЫХ ЖУРНАЛОВ (НА ПРИМЕРЕ ЖУРНАЛА “JOURNAL OF SOIL AND WATER CONSERVATION”)……. 283
63. Чернявских В.И., Думачева Е.В. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СЕЛЕКЦИЯ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ В ЦЧР ДЛЯ ЭРОЗИОННЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ……. 289
64. Шеховцова В.В. ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОБМЕННОГО 291

стр
КАЛЬЦИЯ В СТРУКТУРНЫХ ОТДЕЛЬНОСТЯХ ЧЕРНОЗЁМА ТИПИЧНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ЭРОДИРОВАННОСТИИ ВИДА ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ……...
65. Шишкова Т.А. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ……... 295

Научное издание

Scientificedition

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И ЗАЩИТЫ ПОЧВ ОТ ЭРОЗИИ. Сборник докладов Международной научно-практической конференции и Школы молодых ученых, посвященных Году экологии и 50-летию выхода Постановления о борьбе с эрозией почвы, ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ, Курск, 13-15 сентября 2017 г., Курск: ФГБНУ «Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии», 2017. - 305 с.

URGENT PROBLEMS OF AGRICULTURE AND SOIL EROSION CONTROL. Proceedings of the International Scientific Conferenceand School of Young Scientists and Specialists devoted to the Year of Ecology and the50th Anniversary of the Issue of the Decree on Soil Erosion Control, FSBSI ARRIAF&SEC**,** Kursk, September 13-15, 2017. Kursk: Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russia Research Institute of Arable Farming and Soil Erosion Control", 2017.- 305 pps.

Компьютерная верстка: **В.В. Олешицкий**
Перевод **Л.Е. Тарасовой**

Computer make-up: V.V. Oleshitsky
TranslationL.E. Tarasova

ISBN

На переднее обложке – здание Всероссийского НИИ земледелия и защиты почв от эрозии, *на задней обложке* – полигон Ставропольского НИИСХ (2007 г.) с противоэрозионной организацией территории, предотвращающей эрозионные потери почвы, в проектировании которого участвовали в 1991 году сотрудники ВНИИЗиЗПЭ.