

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЗАПАСОВ ГУМУСА В ЧЕРНОЗЕМЕ: ПРОГНОЗ И ВЫВОДЫ

Ю.П. СУХАНОВСКИЙ, доктор сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией

Н.П. МАСЮТЕНКО, доктор сельскохозяйственных наук, зам. директора

С.И. САНЖАРОВА, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

А.В. ПРУЩИК, младший научный сотрудник

ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии

E-mail: soil-er@kursknet.ru

Резюме. Используя разработанную авторами модель динамики изменения запасов гумуса в чернозёме типичном Центрального Черноземья, сделан долгосрочный прогноз для разных вариантов использования пашни. Основные выводы — при современном землепользовании сохранится тенденция уменьшения запасов гумуса; наибольшую опасность представляют эрозионные процессы; необходим федеральный закон об охране почв и ряд нормативных актов, обеспечивающих правовую защиту почвенных ресурсов.

Ключевые слова: запасы гумуса, чернозём, пашня, прогноз.

Почва в отличие от других природных ресурсов, например, нефти и газа, — воспроизводимый ресурс.

При проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия ставится задача сохранения имеющихся запасов гумуса в почве или их увеличения [1]. Для ее решения нужны математические модели, характеризующие динамику изменения запасов гумуса. На сегодняшний день они существуют [2, 3]. Однако отсутствие всей необходимой исходной информации ограничивает использование таких моделей.

Мы разработали свою модель динамики изменения запасов гумуса (без учёта эрозии), у которой нет таких недостатков [4]. Согласно результатам проверки, её относительная погрешность составляет примерно 2,5 %.

Цель нашей работы — оценка динамики изменения запасов гумуса в чернозёме типичном Центрального Черноземья и разработка предложений по улучшению сложившейся ситуации.

Условия, материалы и методы. На основании фактических данных многофакторного полевого опыта ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии (Курская область, почва — чернозём типичный) был сделан прогноз изменения запасов гумуса в слое почвы 0...20 см для двух севооборотов:

зернопаропропашной (чистый пар, озимая пшеница, сахарная свёкла, ячмень);

зернотравяной (клевер 1-го года пользования, клевер 2-го года пользования, озимая пшеница, ячмень + клевер).

Зернотравяной севооборот рассматривали как почвозащитный.

Результаты и обсуждение. Для каждого севооборота были рассчитаны три варианта (см. табл.). Ис-

Таблица. **Варианты опыта, расположенного на приводораздельном участке, и содержание общего гумуса в слое почвы 0...20 см**

Вариант	Содержание гумуса, %	
	в 2006 г.	предельное
ЗПП ¹⁾ севооборот, без удобрений, вспашка	5,32	1,65
ЗПП севооборот, 48 т/га органических удобрений ²⁾ , вспашка	5,45	2,27
ЗПП севооборот, без удобрений, безотвальная обработка	5,28	1,54
ЗТ ³⁾ севооборот, без удобрений, вспашка	5,67	3,05
ЗТ севооборот, 48 т/га органических удобрений, вспашка	5,61	3,81
ЗТ севооборот, без удобрений, безотвальная обработка	5,50	2,97

¹⁾ ЗПП — зернопаропропашной севооборот; ²⁾ органические удобрения вносились 1 раз в ротацию 4-польных севооборотов (две ротации через две); ³⁾ ЗТ — зернотравяной севооборот; ⁴⁾ значение, к которому со временем стремится содержание гумуса в почве (прогноз).

ходное содержание гумуса в почве в 2006 г. варьировало от 5,28 до 5,67 %, а прогнозируемые предельные значения при изучаемых системах землепользования — от 1,54 до 3,81.

Согласно нашим расчетам, при существующем землепользовании запасы гумуса во всех вариантах будут уменьшаться (даже в почвозащитном севообороте) и стремиться к предельным значениям. Причем наиболее интенсивным этот процесс будет в ближайшие 100-150 лет.

Прогноз показывает, что в этих условиях для сохранения имеющихся запасов гумуса (обеспечения бездефицитного баланса) необходимо поступление в почву 10 т/га в год органического вещества. В рассмотренном зернопаропропашном севообороте величина этого показателя составляет 2,8...4,1 т/га, в зернотравяном — 5,5...6,7 т/га.

Для определения сроков восстановления запасов гумуса в сильноэродированных почвах после их консервации (залужения) мы сделали ряд допущений: на залужённых почвах эрозия практически отсутствует; в почву поступает такое же количество органического вещества, как и для целины (хотя реально продуктивность сильноэродированных почв, по крайней мере, сразу после залужения меньше, чем целинных). При расчётах исходили из того, что содержание гумуса в слое 0...20 см таких почв равняется 2 % [5]. Согласно полученным результатам в этом случае для уд-

воения запасов гумуса в почве потребуется 100 лет, а для их восстановления до 6 % (неэродированные черноземы) — 300 лет. Причем мощность гумусового слоя у сильноэродированных почв, по сравнению с неэродированными, будет намного меньше.

Практически это означает, что использовать такие угодья в качестве пашни невозможно долгие годы. Поскольку сегодня эрозия прогрессирует [6], то со временем площадь пахотных земель будет сокращаться.

Приведенный прогноз сделан для вариантов, без использования минеральных удобрений. Тогда как в случае их внесения, по данным немецких ученых, скорость снижения запасов органического углерода (гумуса) в почве увеличивается [7]. Например, при наибольшей использованной дозе она возросла в 2,6 раза [4]. Это позволяет предположить, что интенсификация растениеводства, связанная с внесением высоких доз минеральных удобрений, вызовет ещё большее сокращение запасов гумуса в почве.

В сочетании с ростом населения планеты и ограниченностью площади пахотных земель такая ситуация может привести к кризису, когда производство растениеводческой продукции не будет удовлетворять растущих потребностей. В этом случае решение проблемы почвенных ресурсов станет вопросом национальной безопасности.

Во избежание возможных осложнений, необходимо уже сейчас принимать адекватные меры.

Поскольку снижение запасов гумуса приводит к ухудшению плодородия, значит почвенным ресурсам причиняется ущерб. Его возмещение (применительно к рассматриваемой проблеме) связано с затратами на восстановление запасов гумуса (плодородия почвы) и с оплатой упущенной выгоды за период восстановления.

Для того, чтобы ответить на вопросы, реально ли возмещение такого ущерба и кто должен его компенсировать, используем понятие временного масштаба. Он определяется временем, за которое можно наблюдать (зафиксировать) существенное изменение какого-либо параметра, характеризующего рассматриваемый процесс. Согласно результатам наших исследований, временной масштаб изменения (снижения или восстановления) запасов гумуса неэродированных

чернозёмов составляет 100 лет. То есть зафиксировать их заметное снижение можно минимум за период трудоспособной деятельности одного поколения (примерно 30...40 лет).

Эрозия почвы существенно ускоряет этот процесс и уменьшает его временной масштаб до нескольких десятков лет. Восстановление мощности гумусового слоя эродированных почв связано с процессом почвообразования, временной масштаб которого оценивается примерно 1000 лет (возраст современного почвенного профиля черноземов около 10 000 лет [8]).

Таким образом, ни один землевладелец не в состоянии возместить ущерб, причиненный почвенным ресурсам, за время своей хозяйственной деятельности.

Выходом из сложившейся ситуации могут стать нормативы по ограничению использования пахотных земель, которые не допускали бы ущерба почвенным ресурсам, а также предельные величины степени деградации почвы, после достижения которых угодья должны подлежать консервации для восстановления.

В России такие нормы отсутствуют, что и позволяет землепользователям причинять ущерб почвенным ресурсам в погоне за прибылью. Наглядный результат такой эксплуатации виден уже сейчас на примере сильноэродированных почв, использование которых в качестве пашни стало уже экономически не выгодным.

Мы рассмотрели уникальные по запасам гумуса чернозёмы типичные Центрального Черноземья. Очевидно, что для других почв, обладающих меньшим ресурсом, эта проблема стоит ещё острее.

Выводы. Таким образом, для сохранения запасов гумуса в неэродированных чернозёмах необходимо уже сейчас значительно увеличить поступление в почву органического вещества (до 10 т/га в год). А для этого нужны новые технологии возделывания сельскохозяйственных культур, при которых должны проводиться исследования по изучению их влияния на динамику изменения запасов гумуса в почве.

Наибольшая опасность для почвенных ресурсов связана с проявлением эрозионных процессов.

Необходим федеральный закон об охране почв и ряд нормативных актов, обеспечивающих правовую защиту почвенных ресурсов.

Литература

1. Аэроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. Методическое руководство. /Под ред. академика РАСХН В.И. Кирюшина и академика РАСХН А.Л. Иванова. — М.: ФГНУ "Росинформагротех", 2005. 784 с.
2. Смагин А.В., Садовникова Н.Б., Смагина и др. Моделирование динамики органического вещества почв. М.: Изд-во МГУ, 2001. 120 с.
3. Рыжова И.М. Анализ устойчивости почв на основе нелинейных моделей круговорота углерода // Дисс. на соиск. уч. степ. докт. биол. наук. М., 2006. 173 с.
4. Сухановский Ю.П., Масютенко Н.П., Санжарова С.И. и др. Прогноз динамики запасов гумуса в чернозёме типичном / Сб. докл. Международной научно-практической конференции "Интенсификация, ресурсосбережение и охрана почв в адаптивно-ландшафтных системах земледелия". г. Курск, 10-12 сентября 2008 г. Курск: ВНИИЗиЗПЭ, 2008. С. 622-629.
5. Санжарова С.И., Сухановский Ю.П., Пруцки А.В. Влияние степени эродированности почвы на урожайность сельскохозяйственных культур // Сборник докладов Международной научно-практической конференции "Интенсификация, ресурсосбережение и охрана почв в адаптивно-ландшафтных системах земледелия". г. Курск, 10-12 сентября 2008 г. Курск: ВНИИЗиЗПЭ, 2008. С. 607-609.
6. Каитанов А.Н., Шишов Л.Л., Кузнецов М.С. Развитие исследования по эрозии и охране почв // Сборник докладов Международной научно-практической конференции "Аэроэкологическая оптимизация земледелия". г. Курск, 14-16 сентября 2004 г. Курск: ВНИИЗиЗПЭ, 2004. С.11-20.
7. Кёриенс М., Шульц Е. Органическое вещество почвы: динамика — воспроизводство — экономически и экологически обоснованные показатели / В кн. Методы исследований органического вещества почв. М.: Россельхозакадемия — ВНИПТИОУ, 2005. С.43 — 85.
8. Лисецкий Ф.Н. Пространственно-временная организация агроландшафтов. Белгород: Изд-во Белгор. гос. ун-та. 2000. 304 с.

MATHEMATICAL MODELING OF THE DYNAMICS OF HUMUS SUPPLIES IN CHERNOZEM: PREDICTION AND CONCLUSIONS

Yu.P. Sukhanovski, N.P. Masyutenko, S.I. Sanzharova, A.V. Prushchik

Summary. Applying the model of the dynamics of humus supplies in the typical chernozem of Central Chernozem Zone of Russia developed by the authors a long-term prediction of humus supplies in the soil for different variants of plowland use in made. The prediction has resulted in the basic conclusion: 1) at present land use the tendency to decrease of humus supplies will keep on; 2) erosion processes present the greatest danger; 3) a federal law of soil conservation and a number of normative acts providing legal protection of soil resources are necessary.

Keywords: humus supplies, chernozem, plowland, prediction, essential measures.

УДК 631.452:581.1.035.2

ЛЕТНИЙ ПОСЕВ

Н.И. БУЯНКИН, доктор сельскохозяйственных наук, директор

А.Г. КРАСНОПЁРОВ, доктор сельскохозяйственных наук, зам. директора

Калининградский НИИСХ

E-mail: akras_01@rambler.ru

Резюме. В статье представлен новый подход к решению проблемы сохранения и приумножения плодородия почв. Его реализация возможна благодаря тому, что растения в необычных для них условиях, которые складываются при летнем посеве однолетних культур, приобретают ранее не известные полезные качества. Это имеет большую практическую экономическую и экологическую целесообразность для производства.

Ключевые слова: летний посев, плодородие, фотопериодическая реакция растений, экологический принцип

Разработанные наукой и применяемые практикой в конце XX столетия почвозащитные, интенсивные, влаго- и ресурсосберегающие технологии в земледелии позволили значительно защитить почву от эрозии и повысить продуктивность полей. При этом проблема деградации почвы не только осталась не решенной, но и еще больше обострилась.

Интенсификация земледелия и деградация почвы — это две стороны одной «медали». Чем больше человек увеличивает урожайность, тем интенсивнее он воздействует на почву, сокращая содержание органического вещества, и вследствие этого ухудшает её агрофизические свойства и биологическую активность.

Почва — продукт жизнедеятельности живых организмов и зеленых растений, накапливающийся в благоприятных условиях окружающей среды. В нетронутой человеком экосистеме этот продукт постоянно нарастает, а под антропогенным влиянием — разрушаться, приобретая новые свойства и состав, в зависимости от природной зоны и характера воздействия. При этом существенно меняется интенсивность и направленность почвообразовательных процессов.

Потери гумуса в пахотных почвах могут быть биологическими (дефицит послеуборочных остатков) и физи-

ческими — в связи с проявлением водной и ветровой эрозии. Согласно результатам многочисленных исследований биологические потери гумуса от распашки целины и последующего использования почвы составляют 15...25 %. От водной и ветровой эрозии теряется до 35...40 % органического вещества. При этом важное условие продуктивности пашни — снижение содержания не столько собственно базовой части гумуса, сколько мобильной части свежего органического вещества. И основная опасность кроется не в уменьшении количества общего гумуса (за исключением потерь от эрозии), а в том, что при недостаточном поступлении в почву его первоисточников (послеуборочных остатков, органических удобрений) снижается содержание наиболее мобильной части органического вещества, от которой зависит жизнь почвы, её важнейшие агрономические свойства и эффективное плодородие. Во избежание этого надо и в теории, и на практике увязать увеличение урожайности, с ростом поступления органического вещества в почву.

Проблему деградации почв и повышения продуктивности полей в XXI веке невозможно решить при реализации современных агротехнологий. Нужен прорыв — новый подход к этой проблеме. В первую очередь, необходимы такие системы земледелия, при построении которых учитывается не только энергетическая и экономическая целесообразность, но и приоритет экологического принципа над агротехническим. Для этого агротехнологии возделывания сельскохозяйственных культур следует усовершенствовать в плане сохранения и приумножения плодородия почв. Таким образом, землепользователь при возделывании сельскохозяйственных культур должен осуществлять свою деятельность в соответствии с общеизвестным законом возврата — частным случаем проявления всеобщего закона сохранения вещества и энергии.

Узловой вопрос будущего земледелия — ключевой биологический компонент биосферы — зеленое растение. Это единственный природный генератор органического вещества, одна часть которого идет на питание человечества, а другая — на воспроизводство плодородия почвы. Его эффективность связана с почвой и солнечной энергией. От того, как человек освоит процесс фотосинтеза и будет пользоваться им зависит благополучие общества.