

УДК 633.63.

Научное издание

Проект комплексной механизации агротехнологий возделывания сахарной свёклы // Гуреев И.И., Дьяков В.П., Голоцуцких В.И., Гребенщиков Г.К., Колтунов С.П., Шор Д.В. / Под ред. И.И. Гуреева. – Курск: ГНУ ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 2007. - 50 с.

Авторский коллектив: Гуреев И.И. (введ., 1-5, закл., прил.), Дьяков В.П. (3, прил.), Голоцуцких В.И. (3, прил.), Гребенщиков Г.К. (прил.), Колтунов С.П. (прил.), Шор Д.В. (прил.). Под редакцией И.И. Гуреева.

Проект комплексной механизации агротехнологий возделывания сахарной свёклы предназначен для работников научно-исследовательских и конструкторских организаций сельхозмашиностроения, занимающихся созданием техники для обработки почвы, посева и внесения химических средств защиты растений. Содержит полезную информацию для перспективного планирования экономических показателей развития средств механизации возделывания сахарной свёклы. Проект может быть использован аспирантами и преподавателями ВУЗов по курсу механизации сельскохозяйственного производства.

Работа выполнена во исполнение задания 02.01.01.02. проблемы «Разработать методологию, принципы формирования современных агротехнологий и проектирования систем земледелия на ландшафтной основе, обеспечивающие эффективное использование земли, рост производства сельскохозяйственной продукции и сохранение экологической устойчивости агроландшафтов для товаропроизводителей различной специализации».

Эколого-экономическая эффективность представляемой работы обусловлена углубленной адаптацией её элементов к почвенно-климатическим особенностям свеклосеющих регионов России и отечественным ресурсам. Получение эффективности стало возможным благодаря разработке и внедрению ряда принципиально новых способов, технических средств и рабочих органов для производства сахарной свёклы.

Рассмотрено и одобрено Учёным советом ГНУ ВНИИЗиЗПЭ
(протокол № 6 от 29 июня 2007 г.).

© ГНУ Всероссийский НИИ земледелия и
защиты почв от эрозии РАСХН, 2007 г.

Содержание

Введение	
1. Особенности и проблемы ресурсосберегающих агротехнологий возделывания сахарной свёклы	
1.1. Выбор свеклопригодных полей и предшественников	
1.2. Обработка почвы	
1.3. Внесение удобрения	
1.4. Посев	
2. Состояние и перспективы комплексной механизации агротехнологий	
3. Новые способы и сельскохозяйственные машины	
4. Производственные показатели комплексной механизации агротехнологий	
5. Техничко-экономическая эффективность проекта	
Заключение	
Литература	

Введение

До конца 80-х годов прошлого столетия свекловодство в отечественном сельском хозяйстве было высокорентабельным, так как использование под посевы сахарной свёклы 10...20 % пашни позволяло крестьянам иметь доходы, превышающие половину получаемых от растениеводства. Наивысший уровень продуктивности свекловодства отмечен в 1989 году, когда урожайность корнеплодов достигла 25,4 т/га, валовой сбор их составил 37 млн. тонн, а выход сахара 3 млн. тонн.

Последовавшие затем реформы сельского хозяйства привели к существенному разрушению свеклосахарной отрасли. Производство сахарной свёклы в стране сократилось вдвое. Минимум урожайности посевов (13,3 т/га) пришёлся на 1998 год.

Спустя некоторое время настало прозрение: развивать свеклосахарное производство прежними затратными методами невозможно. Выход из сложившейся ситуации найден на основе нового экономического мышления. В основу функционирования отрасли положены технолого-технические комплексы, обеспечивающие требуемый уровень продуктивности сахарной свёклы при экономии расходуемых ресурсов. И с 1999 года в России интерес к производству сахарной свёклы возобновился.

На первых шагах перехода к рыночным условиям хозяйствования многие российские производители обратились к западным технолого-техническим аналогам, рассчитывая на быстрое получение прибыли от их использования. Однако очень скоро выяснилось, что западные аналоги плохо согласуются с почвенно-климатическими особенностями свеклосеющих регионов России, а цена привлекаемых импортных ресурсов находится в противоречии с российской ценовой политикой. В результате попытки получить большую выгоду обернулись существенными убытками. Вот тогда обозначились благоприятные предпосылки для внедрения отечественного свеклосахарного технолого-технического комплекса, в полной мере адаптированного к российским условиям ведения сельскохозяйственного производства и обеспеченного отечествен-

ными ресурсами – семенами, удобрением, техникой, химическими средствами защиты растений.

В настоящей работе представлен российский проект комплексной механизации агротехнологий возделывания сахарной свёклы. Он лишён главного недостатка западных аналогов, так как в полной мере адаптирован к почвенно-климатическим особенностям основных свеклосеющих регионов России, в частности Центрально-Чернозёмного региона (ЦЧР), и базируется на отечественных ресурсах. Это позволило существенно повысить эффективность производства сахарной свёклы и снизить риск негативных экологических последствий для окружающей среды.

1. Особенности и проблемы ресурсосберегающих агротехнологий возделывания сахарной свёклы

Сахарная свёкла требовательная к условиям произрастания. Основой получения высоких и устойчивых урожаев сахаристых корнеплодов являются научно обоснованные агротехнологии возделывания сахарной свёклы, под которыми понимается совокупность приёмов по её выращиванию, согласованных с биологией культуры, почвенно-климатическими особенностями и базирующихся на комплексном использовании достижений науки, техники и передового опыта. Целевой функцией современных агротехнологий является получение планируемой урожайности корнеплодов при экономии расходуемых ресурсов, сохранении плодородия почвы и защиты окружающей среды.

Факторы интенсификации производства сахарной свёклы включают в себя следующие компоненты:

- размещение посевов культуры по свеклопригодным полям и лучшим предшественникам;
- улучшенные системы обработки и защиту почвы от эрозии;
- внесение минерального и органического удобрений на планируемую урожайность корнеплодов;

- точный посев культуры на конечную густоту однострочковыми высокоурожайными сортами и гибридами;
- уничтожение сорняков агротехническими приёмами и гербицидами;
- применение прогрессивных способов уборки.

Высокой эффективности интенсификации сопутствует своевременное и качественное выполнение агротехнических приёмов по возделыванию культуры, хронология которых приведена в табл. 1.

1.1. Выбор свеклопригодных полей и предшественников

При выборе полей под культуру определяющим является реакция почвенного раствора (рН). Для современных сортов и гибридов сахарной свёклы оптимальная величина её, в зависимости от вида почвы, колеблется в диапазоне 6,5...8,5 [4, с.4]. Повышенная кислотность угнетает растения и жизнедеятельность почвенных микроорганизмов, стимулирует развитие болезней. Поэтому все почвы под сахарную свёклу с $pH < 6,5$ нуждаются в известковании. На таких почвах предпочтительны физиологически щелочные нитратные формы азотного удобрения в виде известковой и кальциевой селитры. Физиологически кислое азотное удобрение (аммиачную селитру, сульфат аммония и др.) также можно применять, но с обязательным добавлением извести, мела или доломита. Предшественники сахарной свёклы должны обеспечивать хороший фитосанитарный и водный режим почвы, возможность внесения удобрения, а также своевременное и качественное выполнение зяблевой обработки почвы. Этим требованиям удовлетворяет севооборот, размещаемый на водоразделе или склонах крутизной не более 3° и содержащий звено «чистый пар – ози мая пшеница – сахарная свёкла». Второе место в качестве предшественника озимых принадлежит занятому пару, значимость которого приближается к чистому пару по мере сокращения сроков освобождения от паро-занимающей культуры.

В условиях недостаточной обеспеченности ресурсами и сопутствующих этому повышенной засорённости полей, снижения объёмов применения

Таблица 1.

Хронология приёмов возделывания сахарной свёклы

Агроприёмы		Месяцы года																		
		Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь-февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль-август	Сентябрь	Октябрь						
Лущение стерни предшественника	Улучшенный способ обработки почвы																			
	Полупаровой способ обработки почвы																			
Внесение удобрения и вспашка зяби	Улучшенный способ обработки почвы																			
	Полупаровой способ обработки почвы																			
Культивация зяби	Улучшенный способ обработки почвы																			
	Полупаровой способ обработки почвы																			
Щелевание зяби																				
Снегозадержание																				
Ранневесеннее боронование зяби																				
Предпосевная культивация и посев																				
Опрыскивание посевов пестицидами																				
Окучивание посевов																				
Уборка урожая																				
Времена года		Лето			Осень			Зима			Весна			Лето			Осень			

удобрения возможно размещение сахарной свёклы по чистым и сидеральным парам, после клевера на один укос и зернобобовых культур. Однако в любом случае достаточный уровень санитарной защиты свёклы возможен при возвращении её в севообороте на прежнее место не ранее, чем через 4 года.

При формировании севооборотов следует также учитывать степень эродированности и эрозионной стойкости почвы, так как урожайность сахарной свёклы на средне- и сильно смытых почвах составляет 10...40 % к не смытой почве. По эрозионной опасности свёкла в 1,7 раза уступает яровым зерновым и почти в 11 раз многолетним травам первого года пользования.

1.2. Обработка почвы

Основной обработке почвы под сахарную свёклу свойственны ряд функций. Прежде всего это обеспечение благоприятной для развития культуры плотности сложения почвы, уничтожение сорняков и др. Наиболее полно перечисленным функциям отвечает применение одного из двух известных способов основной обработки: улучшенного или полупарового.

Улучшенный способ эффективен для истощения многолетних корнеотпрысковых и корневищных сорняков. Он включает в себя два разноглубинных лущения стерни предшественника и вспашку. Первое лущение проводят на глубину 6...8 см. При прорастании сорняков (через 12...15 дней) стерню повторно обрабатывают на глубину 12...14 см. Затем через 15...20 дней (примерно в сентябре) производят отвальную вспашку поля на глубину 28...32 см. Проросшие сорняки уничтожаются последующими культивациями.

Улучшенный способ не даёт высокого эффекта в борьбе с однолетними сорняками, так как при поздней вспашке не создаются оптимальные условия для прорастания их семян в верхних слоях почвы, что приводит к необходимости борьбы с однолетними сорняками на следующий год весной уже в посевах сахарной свёклы.

Активному прорастанию и уничтожению однолетних сорняков способствует полупаровый способ основной обработки. Сущность его заключается

в одном лущении жнивья на глубину 6...8 см вслед за уборкой предшественника и через 10...15 дней отвальной вспашке на глубину 28...32 см. Прорастающие на вспаханном поле сорняки уничтожаются культивациями зяби.

Накопление продуктивной влаги, предотвращение эрозионных процессов и разрушение плужной подошвы достигается предзимним щелеванием или чизелеванием зяби поперёк склонов. С целью пополнения запасов влаги в почве и регулирования снеготаяния не утратило актуальности снегозадержание.

Существенное влияние на полевую всхожесть семян и сохранение запасов продуктивной влаги оказывает предпосевная обработка почвы. Составляющими предпосевной обработки являются ранневесеннее рыхление с выравниванием зяби и культивация на глубину заделки семян, проводимая непосредственно перед посевом.

Ранневесеннее рыхление зяби выполняют при первой возможности выезда в поле. Обычно это наступает при влажности почвы около 60 % наименьшей полевой влагоёмкости, что соответствует слегка подсохшим гребням пашни серого цвета и хорошему крошению на мелкие комочки верхнего слоя почвы толщиной 2...4 см. Выполняют приём в течение 1...2 дней применением широкозахватных агрегатов из зубовых борон. Выбор технических средств для предпосевной культивации основывается на состоянии пашни в конце зимы. Если с осени зябь выровнена, на поле отсутствуют размывы, ранневесенним рыхлением сформирован мелко комковатый мульчирующий слой в 2...3 см, то этим требованиям удовлетворяют агрегаты из зубовых борон и шлейфов. На глыбистой зяби с наличием весенних размывов лучше использовать комбинированные культиваторы.

В условиях тёплой весны, на зяби, выровненной с осени и при отсутствии размывов, можно ограничиться одним приёмом предпосевной обработки почвы – ранневесенним боронованием зубовыми боронами со шлейфами.

Рыхления почвы в процессе вегетации культуры нежелательны. Если внесена полная доза минерального удобрения, междурядные рыхления необ-

ходимы лишь в экстремальных случаях – для разрушения почвенной корки после ливней и для мульчирования трещин при засухе.

1.3. Внесение удобрения

Основной объём фосфорно-калийного удобрения на планируемую урожайность корнеплодов целесообразно вносить под вспашку. Это удобрение малоподвижное и внесение его осенью увеличивает время для связывания почвенно-поглощающим комплексом. Полную дозу подвижного азотного удобрения следует вносить под предпосевную культивацию, что позволит предотвратить его потери с талым весенним стоком и загрязнение окружающей среды.

Необходимо совершенствование системы удобрения сахарной свёклы, где прежде всего неоправданно применение подкормок. Во-первых, коэффициент использования культурой элементов минерального питания удобрения, вносимого в подкормки, зависит от влажности почвы и, как правило, очень низкий. Проблема усугубляется, если после выполнения приёма отсутствуют осадки. Во-вторых, рабочие органы подкормщиков повреждают корневую систему растений, что оказывает сдерживающее влияние на развитие культуры.

Эффективность системы удобрения значительно возрастает при дополнении её новым насыщенным микроэлементами комплексным органоминеральным (ОМУ) и водорастворимым удобрением [3].

ОМУ вносят в рядок или под предпосевную культивацию в дозе 130...150 кг/га. Гуминовые соединения удобрения адсорбируют из почвы ряд элементов питания и таким образом стимулируют их усвоение растениями. Органический компонент ОМУ замедляет фиксацию фосфора почвой и одновременно обеспечивает постепенное высвобождение азота и калия. Это исключает опасность негативного влияния на нежную корневую систему проростков повышенной солевой концентрации почвенного раствора в прикорневой зоне и содействует постепенному и полному усвоению питания в про-

цессе вегетации культуры. Такой механизм действия удобрения особенно благоприятен для свёклы в начальный период развития, когда потребность проростков в элементах питания невелика.

Комплексное водорастворимое удобрение Акварин содержит как макро-, так и микроэлементы. Используют его в баковой смеси с пестицидами, совмещая оперативную некорневую коррекцию питания сахарной свёклы и снятие с растений стрессовой нагрузки пестицидами. Микроэлементы (Fe, Zn, Cu, Mn) в данном удобрении представлены в виде хелатов, которые состоят во внутрикомплексных соединениях с органическими веществами, легко растворимы в воде и доступны растениям. При этом необходимость в корневых подкормках посевов отпадает и, соответственно, устраняется повреждение корневой системы рабочими органами подкормщиков.

Эффективность удобрения в значительной степени зависит от точности диагностирования его потребности растением. Экспрессная диагностика потребности растений в элементах минерального питания осуществляется принципиально новым методом функциональной диагностики. Сущность метода состоит в оценке фотохимической активности суспензии хлоропластов культуры при наличии испытываемого элемента питания и без него.

1.4. Посев

Возделывание сахарной свёклы без затрат ручного труда стало возможным после создания селекционерами отдельноплодных (односемянных) сортов и гибридов, что создало предпосылки для размещения семян в рядке на конечную густоту и исключения ручной прополки посевов.

От качества и сроков посева сахарной свёклы существенно зависят урожайность и сахаристость корнеплодов, а также затраты труда на уход за посевами. Проводят посев в единые агросроки с предпосевной культивацией – в течение максимум пяти дней. Во избежание иссушения посевного слоя, разрыв по времени между приёмами не должен превышать 20 минут. Срок посева устанавливают исходя из потребности семян во влаге для набухания и

прорастания, температуры воздуха и погодных условий в весенний период. Основную же роль при установлении начала посева играет влажность семенного ложа, которая должна составлять 20...23 %.

Оптимальная температура почвы для посева свёклы $+5^{\circ}$ С на глубине 5...10 см. При посеве в непрогретую почву семена прорастают медленно, проростки их истощаются и склонны к поражению корнеедом. При позднем посеве из-за недостатка влаги всходы появляются недружно и изреженными. Потери урожая при запаздывании с севом на 30...40 % выше возможных прибавок за счёт соответствующего переноса сроков уборки [8, с.110]. Кроме того, корнеплоды ранних сроков посева обладают на 0,6...0,9 % большей сахаристостью и лучше хранятся [9]. Поэтому сахарную свёклу целесообразно сеять одновременно с ранними зерновыми культурами.

Посев свёклы, возделываемой без затрат ручного труда, проводят на конечную густоту семенами районированных односемянных сортов обработанных защитными веществами. Всхожесть, однородность, выравненность и чистота семян должны быть не ниже, соответственно, 90, 90, 85 и 97 %. Норма высева таких семян 6 штук на 1 погонный метр рядка, что при соблюдении технологии возделывания культуры обеспечит оптимальную густоту растений перед уборкой – примерно 100 ± 5 тыс.штук/га.

Заделывать семена сахарной свёклы следует на минимальную глубину при условии их контакта с влажным почвенным ложе, у которого не нарушена капиллярная система, обеспечивающая подток влаги. Оптимальная глубина заделки семян в почву 2...3 см. При запаздывании с посевом глубина заделки семян может быть увеличена до 3...4 см. Однако при этом ростки свёклы расходуют много энергии на преодоление слоя почвы. Всходы появляются неравномерно, пробиваются на поверхность ослабленными и полевая всхожесть семян заметно снижается.

Прикатывание посевов исключается. Секции современных свекловичных сеялок опираются на два узких катка, размещённых впереди и сзади семенного сошника. Это позволяет совмещать с посевом допосевное и после-

посевное прикатывание не всей площади поля, а ограниченной зоны рядка с семенами культуры, создавая тем самым предпочтительно благоприятные условия для прорастания семян и развития проростков культуры. Запоздавшие в развитии сорняки проще уничтожаются дробными дозировками гербицидов, а более развитые растения сахарной свёклы легче переносят гербицидную нагрузку.

1.5. Борьба с сорняками

Сахарная свёкла чувствительна к засорённости – наличие 4...5 сорняков на 1 м² площади посевов ведёт к недобору 4...5 т/га корнеплодов. Сильная засорённость может вызвать полную гибель посевов.

Уход за посевами дифференцируют к состоянию свекловичного поля. При засорении полей преимущественно однолетними двудольными сорняками дешевле и экологически безопаснее использовать механические способы их уничтожения, в том числе и междурядными обработками. В случаях смешанной засорённости посевов сорняками различных видов междурядные обработки оказываются неэффективными, так как применением их невозможно уничтожить корневищные и корнеотпрысковые сорняки. Тогда междурядные обработки заменяют опрыскиваниями посевов гербицидами, одинаково успешно уничтожающими все сорняки, как в междурядьях, так и в защитных зонах рядков.

Следует помнить, что для периода использования гербицидов (май...июнь) в дневное время характерны высокая температура воздуха и сильные ветры, отчего препараты интенсивно испаряются, выносятся за пределы поля и загрязняют окружающую среду. Поэтому время внесения гербицидов ограничивают, как правило, лишь ранними утренними и поздними вечерними часами светлого времени суток, когда спадает жара, нет восходящих потоков воздуха, и в то же время сохраняется возможность управления опрыскивающими агрегатами путём визуальной оценки их перемещения. Такой подход предпочтителен и для повышения действенности гербицидов, так как

при умеренной температуре устьица листового аппарата растений открыты и они более полно поглощают внесённые препараты.

С другой стороны, хорошая увлажнённость почвы и высокая температура воздуха на период опрыскивания способствуют интенсивному росту сорняков и зачастую для перерастания их в менее уязвимую гербицидами фазу достаточно от нескольких часов до 1...2 дней. Следовательно, опрыскивание посевов не должно ограничиваться ранними утренними и поздними вечерними часами, так как производительность приёма резко снижается и недоиспользуется потенциал гербицидов. Создавшееся противоречие разрешается при разработке способа использования опрыскивающей техники в тёмное время суток.

1.6. Уборка урожая

Улучшению условий уборки сахарной свёклы способствует окучивание растений перед смыканием листьев культуры в междурядьях. При окучивании верхние почки низко сидящих корнеплодов присыпаются почвой. В процессе вегетации свёкла выносит их к свету и выравнивает головки корнеплодов относительно поверхности поля. Это позволяет более точно настроить выкапывающие рабочие органы и снизить потери урожая. Насыпаемая в зону рядка при окучивании разрыхленная почва исполняет роль мульчи. При обильных осадках на окученных посевах влажность почвы повышенная в междурядьях. В рядках же почва менее влажная, что облегчает функционирование выкапывающих и сепарирующих рабочих органов корнеуборочных машин. После окучивания повреждения корнеплодов снижаются в 1,6...1,9, содержание почвы в ворохе уменьшается в 1,1...1,4 раза [7].

Выход сахара при переработке корнеплодов существенно зависит от сроков уборки культуры. Сахарная свёкла – культура поздних сроков уборки. Во всех зонах свеклосеяния она интенсивно растёт и накапливает сахар в сентябре. В течение этого месяца прирост урожайности корнеплодов достигает 4,5...6,0 т/га, а сахаристости – примерно 1,5 %. Корнеплоды поздних

сроков уборки могут длительно храниться без ущерба технологических качеств. Однако уборочные работы необходимо завершить до наступления морозов, в противном случае возможны значительные потери выращенного урожая. Поэтому, чтобы получить максимальное количество сахара с каждого гектара поля, очень важно правильно установить сроки уборки культуры.

Для принятия решения о сроке начала уборки создана оригинальная методика на основе функции желательности Харрингтона. Применение её позволяет учитывать ряд важнейших факторов – урожайность корнеплодов, экспозицию склона, обеспеченность почвы азотом и др. [2, с.18].

На плотных почвах за 10...15 дней до уборки междурядья рыхлят культиваторами, оборудованными долотами. При развитой ботве междурядья рыхлят сразу после прохода ботвоуборочной машины. Предуборочное рыхление снижает потери урожая и загрязнённость корнеплодов, повышает качество свекловичного сырья и производительность уборочных агрегатов.

Способ уборки корнеплодов в зависимости от сложившихся условий может быть поточным, перевалочным и поточно-перевалочным.

Наиболее привлекательный поточный способ. Применяя его, корнеплоды выкапывают корнеуборочными машинами, грузят в рядом идущий транспорт и отправляют на свеклоприёмный пункт. В данном случае отпадает необходимость в дополнительных погрузочных средствах, исключается подвяливание корнеплодов при хранении в кагатах. Условием применения способа является общая загрязнённость выкопанных корнеплодов менее 10 % (в том числе менее 3 % ботвы). Однако, для получения надлежащего эффекта требуется большое количество транспортных средств, увеличивающееся с ростом расстояния до свеклоприёмного пункта.

Перевалочный способ приемлем при повышенной общей загрязнённости корнеплодов или недостаточной обеспеченности хозяйства транспортом. Корнеплоды от корнеуборочных машин складывают во временные кагаты у дороги на краю поля. Из кагатов в ближайшие 2...3 суток их грузят свеклопогрузчиками-очистителями в транспортные средства и отправляют на свек-

лоприёмный пункт. Свеклопогрузчики дополнительно очищают корнеплоды от почвы и свободной ботвы.

Наиболее распространён смешанный поточно-перевалочный способ уборки корнеплодов, когда часть их от корнеуборочных машин транспортируют на свеклоприёмный пункт, а другую часть – во временный полевой кагат. Это позволяет исключить вынужденные простои корнеуборочных машин и транспортных средств.

2. Состояние и перспективы комплексной механизации агротехнологий

Современные агротехнологии возделывания сахарной свёклы ориентированы на комплексную механизацию приёмов (табл. 1). Они предъявляют повышенные требования к производительности и соблюдению качества исполнения работ, что невозможно выполнить, используя отдельные устаревшие способы и технические средства. Другими словами, применяемые для возделывания сахарной свёклы комплексы технических средств не отвечают возросшим требованиям интенсификации земледелия. Поэтому устаревшие комплексы должны быть модернизированы. Что же касается новых элементов современных агротехнологий, то для их механизации следует разработать оригинальные конструкции.

В условиях высокой культуры земледелия эффективное производство сахарной свёклы возможно при использовании минимальных обработок почвы, вплоть до прямого посева. Однако пока что полей с приемлемыми условиями для минимизации обработок под культуру немного. Поэтому преимущественно под сахарную свёклу применяют зяблевую основную обработку почвы в виде вспашки отвальным плугом [5, с.22].

Важный элемент системы обработки почвы под культуру – лущение стерни предшественника (как правило, озимой пшеницы). Приём необходимо выполнить немедленно за уборкой предшественника, учитывая, что каждый день запаздывания приводит к потере до 1,5 % почвенной влаги. Солома

предшественника является ценным материалом для воспроизводства органического вещества почвы и должна быть заделана в почву. Поэтому зерновые целесообразно убирать комбайнами с измельчителями соломы. Если на уборке используют комбайны старых модификаций без измельчителей, то следует демонтировать днище копнителя комбайна, а образовавшийся валок обмолоченной соломы немедленно измельчить специальным агрегатом с роторным орудием.

Для почв средних и тяжёлых по механическому составу на лущении стерни предпочтительны дискаторы БДМ-4х2ПШК, БДМ-3х2ПШК (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Дискатор БДМ-4х2ПШК

Внешне дискатор несколько схож с дисковой бороной. Принципиальное конструктивное отличие его от аналога состоит в креплении к раме каждого из сферических дисков посредством индивидуальных стоек. Это позволяет угол атаки дисков ориентировать пространственно (не только в горизонтальной плоскости, как у аналога), что значительно повышает активность рабочих органов орудия. Кроме того, отсутствие сквозной оси батареи дисков позволило диски размещать по многорядной схеме, отчего увеличилось свободное пространство между ними. Указанные отличия сообщили орудию положительные свойства контролируемого заглубления дисков даже на уплотнённых тяжёлых почвах и способности его работать на сильно засорённых полях без забивания растительностью.

Для внесения основной дозы минерального удобрения применяют высокопроизводительные разбрасыватели МВУ-5, МВУ-8 и др. Приём выполняют непосредственно перед проведением отвальной вспашки.

При отвальной вспашке механические воздействия на почву минимизируют применением оборотных плугов, содержащих право- и левооборачивающие корпуса (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Оборотный плуг в работе

Вследствие дороговизны оборотных плугов, применение их в России относительно невелико. Поэтому отвальную вспашку под сахарную свёклу выполняют преимущественно загонным способом. В результате на поле на стыке загонок образуются неровности в виде высоких свальных гребней и глубоких развальных борозд, которые отрицательно сказываются на качестве посева и ограничивают применение повышенных рабочих скоростей на всех видах последующих работ. Влияние стыковых неровностей распространяется до 20 % площади поля. Впоследствии их приходится тщательно разравнивать, что сопряжено с уплотнением взрыхленной почвы ходовыми системами машинно-тракторных агрегатов (МТА) и значительными дополнительными затратами. Кроме того, развальные борозды являются концентраторами стока ливневых и талых вод и создают предпосылки для водной эрозии почвы [6, с.61].

Выровненная зябь под сахарную свёклу не защищена от эрозии талым и ливневым стоками. Для повышения водопоглощающей способности зябь дополняют предзимним почвоуглублением. Выполняют приём щелевателями и чизелями. Поперёк склонов нарезают вертикальные щели глубиной до 45 см, которые перехватывают водные потоки на поле и переводят их в более глубокие почвенные горизонты, пополняя запасы продуктивной влаги. Однако в отдельные годы водопоглощающая способность почвы недостаточна для полного зарегулирования талого стока и на зяби не исключаются эрозионные процессы. Для предотвращения эрозии от талого стока, на вспаханном поле в предзимний период должны быть наложены глубокие, превышающие глубину промерзания почвы, щели с ненарушенными стенками.

Не механизировано эффективное направление по совмещению с посевом культуры агротехнически совместимых предпосевной культивации и внесения почвенных гербицидов. Сверхсуммарный эффект взаимодействия данных приёмов состоит в возможности замены сплошной предпосевной культивации на менее затратную полосную (ширина полос 22 см через 23 см) и внесении почвенных гербицидов экономным ленточным способом.

Точно высевая семена культуры малыми нормами на конечную густоту, исключают приём формирования густоты насаждения растений. Однако существующие сеялки с механическими высевальными аппаратами не приспособлены для точного посева семян свёклы на конечную густоту. Используемые в производстве пневматические сеялки (СТВ-12, РИТМ-СТП-12 и др.) могут качественно работать лишь на дражированных семенах. Но такие семена для получения всходов требуют значительно большее количество влаги, характерное для Западной Европы. Таким образом, наметившаяся тенденция роста использования в свеклосеющих регионах России дражированных семян не всегда оправдана и актуальна задача создания универсального высевального аппарата, способного качественно работать как на дражированных, так и на недражированных семенах.

Имеются два пути ухода за посевами.

При высокой культуре земледелия, когда количество злостных корневищных и корнеотпрысковых сорняков не превышает их предела вредности, засорённость поля успешно контролируется механическим путём – междурядными обработками посевов с малыми защитными зонами. На полях же, где повышенное содержание злостных сорняков, не обойтись без применения химических средств защиты растений – гербицидов.

В первом случае известные свекловичные культиваторы УСМК-5,4, используемые на междурядных обработках, могут работать при ширине защитной зоны 13 см на одну сторону от рядка, т.е. рабочими органами охватывается лишь 50 % площади поля. Остальная площадь, непосредственно примыкающая к растениям культуры и оказывающая наиболее значимое влияние на их развитие, недосыгаема для рабочих органов культиваторов. Не получено желаемого эффекта от таких культиваторов на присыпании сорняков в защитных зонах окучиванием, так как высота насыпаемых почвенных валиков плохо регулируется, существенно варьирует, отчего возможно полное засыпание и уничтожение растений культуры.

Гербициды контактного действия наносят на растения посредством полевых штанговых опрыскивателей ОП-2000, ОП-3200 и др. Эффективный размер капель распыливаемой опрыскивателями жидкости находится в диапазоне 80...360 мкм. Но у широко распространённых конструкций щелевых распылителей дисперсность распыла характеризуется диапазоном 40...600 мкм, вследствие чего около 30 % распыливаемой рабочей жидкости стекает с листовой поверхности растений, а более 5 % испаряется и сносится ветром, не долетев до цели.

Эффективность химических обработок посевов существенно повышается при оборудовании опрыскивателей современными инжекторными распылителями, образующими крупные, размером более 500 мкм, капли насыщенные пузырьками воздуха. Тяжёлые капли более устойчивы против ветра и меньше испаряются. Попадая на листовую поверхность растений, они разрушаются и покрывают её тонкой плёнкой.

Однако параметры инжекторных распылителей не оптимизированы, что является дополнительным резервом использования потенциальной эффективности конструкции.

Качественная химическая обработка полей без огрехов и перекрытий возможна при оставлении на поле постоянной технологической колеи для прохода опрыскивателей [11, с.136...138].

Эффективность производства сахарной свёклы в значительной степени определяется своевременностью и качеством проведения уборочных работ.

В России ОАО «Белгородский завод РИТМ» освоено производство современной свеклоуборочной техники. Для удаления ботвы счёсыванием без обрезки корнеплодов выпускается эффективная 6-рядная прицепная ботвоуборочная машина РИТМ-РБМ-6 (рис. 2.3). Для уборки корнеплодов предназначена 6-рядная корнеуборочная машина РИТМ-КПС-6 (рис. 2.4).



Рис. 2.3. Ботвоуборочная машина РИТМ-РБМ-6



Рис. 2.4. Корнеуборочная машина РИТМ-КПС-6

Специальной машиной свекловодства является свеклопогрузчик-очиститель. Используемая для этих целей машина СПС-4,2 по техническому уровню отвечает современным требованиям.

Сопоставление возможностей существующей техники с требованиями к приёмам по возделыванию сахарной свёклы показывает (табл. 2.1), что комплексную механизацию агротехнологий невозможно выполнить применением лишь освоенных производством технических средств. Необходимо создать недостающие машины комплекса, а также решить проблему гладкой отвальной вспашки зяби применением обычных плугов, оптимизировать параметры инжекторного распылителя.

Таблица 2.1.

Приёмы и орудия для возделывания сахарной свёклы

№ пп	Перечень приёмов	Орудие для механизации приёма	Состояние с производством
1	2	3	4
1. Обработка почвы			
1.1	Лушение стерни предшественника	Дискатор	Серийный
1.2	Внесение удобрений	Разбрасыватель удобрений	Серийный
1.3	Гладкая отвальная вспашка почвы на глубину 28...30 см	Отвальный плуг	Серийный, использование по новому способу
1.4	Осенняя культивация зяби	Паровой культиватор	Серийный
1.5	Поделка на зяби и посевах озимых щелей с ненарушенными стенками	Щелеватель	Новый
1.6	Раннее весеннее боронование зяби	Зубовая борона	Серийная
2. Посев			
2.1	Предпосевная культивация	Комбинированное	Серийное
2.2	Точный высев семян на конечную густоту	Свекловичная сеялка	Серийная, подлежит модернизации

1	2	3	4
2.3	Совмещение посева с по- лосной предпосевной культивацией и ленточ- ным внесением почвен- ных гербицидов (при не- обходимости)	Комбинированное почвообрабатывающе- посевное	Новое
3. Уход за посевами			
3.1	Опрыскивание посевов пестицидами	Полевой штанговый опрыскиватель	Серийный, опти- мизация парамет- ров инжекторных распылителей
3.2	Междурядная обработка посевов с малыми защит- ными зонами	Пропашной культиватор	Новый
3.3	Предуборочное окучива- ние посевов	Окучники на пропаш- ной культиватор	Новые
4. Уборка урожая			
4.1	Удаление ботвы	Ботвоуборочная маши- на	Серийная
4.2	Уборка корнеплодов	Корнеуборочная ма- шина	Серийная
4.3	Погрузка корнеплодов	Свеклопогрузчик- очиститель	Серийный

3. Новые способы и сельскохозяйственные машины

Способ гладкой отвальной вспашки плугом с правооборачивающими корпусами. Наиболее ответственный приём основной обработки почвы под сахарную свёклу – отвальная вспашка. Гладкий фон без свальных гребней и развальных борозд формирует вспашка оборотными плугами, когда поле па-
шут челночным способом, не разбивая на загонки. Ввиду дороговизны обо-
ротных плугов, актуален компромиссный конвертный способ гладкой вспаш-
ки обычными навесными плугами с правооборачивающими корпусами (рис.
3.1).

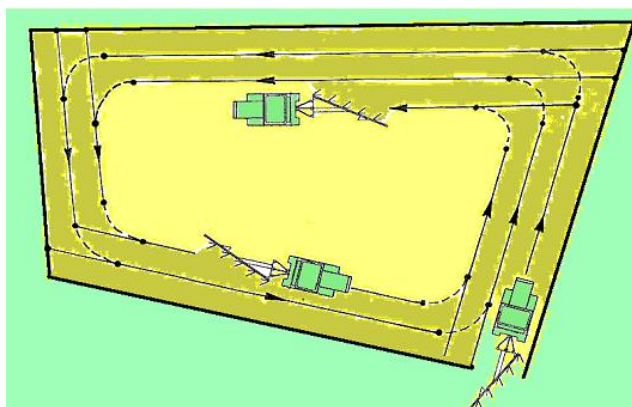


Рис. 3.1. Гладкая вспашка поля обычным плугом с правооборачивающими корпусами

По данному способу пахотный агрегат начинает рабочее перемещение по периметру поля (на рис. 3.1 показан заведомо усложнённый вариант непрямоугольного поля), приближаясь по ломаной спирали к его центру. В соответствии с предложенной схемой гладкую вспашку выполняют без дополнительных пропашек поворотных участков.

С применением гладкой вспашки конвертным способом коэффициент рабочих ходов увеличивается от 0,95 до 0,97 и за счёт этого на 3 % повышается производительность работ. Вследствие устранения приёмов разравнивания свальных гребней и развальных борозд, в совокупности по приведенным затратам новый вариант гладкой вспашки на 24 % дешевле базового.

Щелеватель. Назначение щелевателя ЩР-1 для формирования на зяби, посевах озимых зерновых культур и многолетних трав щелей с ненарушенными стенками глубиной 80...100 и шириной 8...10 см (авт. свид. № 1409184, патент № 47160). Дно и нижняя часть стенок таких щелей зимой и к началу стока остаются тальными и обладают почти на порядок повышенной способностью поглощать влагу [10].

Орудие содержит узкую фрезу с приводом от ВОМ трактора (рис. 3.2), зачистную пластину с двумя симметричными отражателями почвы и щелерез. Фреза, нарезаая верхнюю часть щели глубиной 35...40 см, отделяет мелкие почвенные стружки, не скалывает стенки щели и не нарушает глубины

заделки семян на посевах с.-х. культур. Фреза отбрасывает почвенные стружки к отражателям, которые распределяют почву мульчирующим слоем по обе стороны от щели. Щелерез перемещается по следу фрезы и углубляет щель ниже уровня фрезерования. Наибольшая эффективность щелевания достигается при глубине щели в 1,1...1,3 раза превышающей среднюю глубину промерзания почвы.



Рис. 3.2. Схема щелевателя ЩР-1

Агрегатируется щелеватель энергонасыщенными тракторами класса 30 кН с рабочей скоростью 5...6 км/ч. Осреднённые данные испытаний показали, что по водопоглощающей способности щель, нарезанная ЩР-1, в 6,7 раза превышает две щели базового орудия ЩН-2-140. Полное зарегулирование талого стока достигается при расстоянии 5,3 м между проходами ЩР-1. Эквивалентные результаты по базовому орудью получены при расстоянии между его проходами равными 0,8 м.

С применением ЩР-1 понижаются в 2,3 раза интенсивность механического воздействия на почву, в 2,6 раза - энергетические и в 1,8 раза - приведенные затраты на выполнение приёма. При этом экономия топлива составляет 5,6 кг/га [5, с.28].

Оборудование для модернизации свекловичных сеялок на точный посев сахарной свёклы включает в себя три элемента (рис. 3.3): специальные ячеистые диски с параметрами ячеек для поодионого заполнения семенами, регулировочные оси, на которых вращаются диски, и оригинальные вы-

талкиватели семян (авт. свид. №№ 1443835, 1644761, 1766302, патент № 2132603).

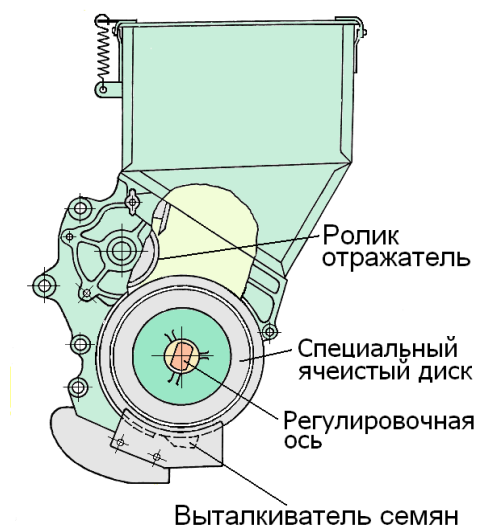


Рис. 3.3. Высеваящий аппарат

Ячеистые диски содержат один ряд ячеек в количестве 72 штук и выполняются двух типов:

- 1) для высева крупной фракции (4,5...5,5 мм) недражированных семян;
- 2) для высева дражированных семян, а также мелкой (3,5...4,5 мм) и суженных (3,5...4,0 или 4,0...4,5 мм) фракций обычных недражированных семян.

У регулировочных осей эксцентрично смещены посадочные диаметры под ступицу диска и для фиксации на корпусе высеваящего аппарата.

При монтаже оборудования новыми элементами заменяют имеющиеся на сеялке заводского исполнения. Регулируют высеваящий аппарат, оснащенный новыми элементами, в следующей последовательности:

1. Зазор между рабочими поверхностями диска и ролика-отражателя должен обеспечивать поодиночное заполнение семенами ячеек диска. Изначально устанавливают его равным 0,2...0,4 мм. Для корректировки зазора засыпают в бункер высеваящего аппарата 1...1,5 кг предназначенных для посева семян. Ячеистый диск вращают до начала высева семян, плюс дополни-

тельно 0,5 оборота. Затем, чтобы вести учёт оборотов диска, мелом делают отметку на диске и корпусе секции, поворачивают диск на полный оборот и подсчитывают количество высеянных семян. Если их в пробе оказалось меньше 70...71 штук, зазор увеличивают, если больше 73...74 штук – зазор уменьшают. Изменяют зазор радиальным вращением регулировочной оси, предварительно отпустив гайку с правой стороны высевающего аппарата. После каждого изменения зазора операцию по подсчёту семян за оборот диска повторяют. Аналогичную регулировку проводят для всех высевающих аппаратов сеялки.

2. На норму высева семян высевающие аппараты устанавливают по таблице:

Норма высева семян, штук на 1 погонный метр рядка	Количество зубьев на звёздочках КПП	
	ведущей	ведомой
5,0	12	26
5,7	12	23
7,0	12	19
8,0	19	26

Контролируют норму высева, высевая семена посевным агрегатом на уплотнённую поверхность поля.

3. Эффект поодиочного высева семян существенно понижается, если не устранить присущую серийным сеялкам ССТ-12Б и ССТ-12В неравномерность интервалов между семенами в рядке. Данный недостаток является следствием чрезмерно широкого окна для выхода семян из высевающего аппарата, образованного нижней фаской корпуса и рабочей гранью выталкивателя (рис. 3.4).

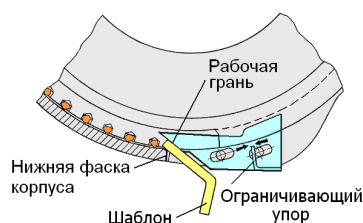


Рис. 3.4. Выталкиватель семян из ячеек диска

Крупные семена фракции перемещаются к рабочей грани выталкивателя и удаляются ею из ячеек принудительно. Мелкие же семена не доходят до выталкивателя, а выпадают из ячеек самостоятельно при подходе к фаске корпуса. Если за крупным семенем поступает мелкое, интервал между семенами в рядке уменьшается. Напротив, если за мелким в рядок направляется крупное семя, интервал между ними увеличивается. Таким образом, семена удаляются из ячеек через неодинаковые промежутки времени и укладываются в рядок на различном удалении друг от друга.

Конструкция оригинального выталкивателя позволяет посредством подгиба ограничивающего упора устанавливать ширину окна для выхода семян одинаковой для всех высеваящих аппаратов по максимальному размеру высеваемой фракции семян. Регулируют ширину окна при снятом ячеистом диске с помощью шаблона в виде металлического стержня диаметром 5 мм. Шаблон устанавливают, как показано на рис. 3.4. Ограничивающий упор подгибают вправо для уменьшения ширины окна и влево – для его увеличения.

Диаметр D и глубина h ячейки диска оптимизированы по методике оптимального планирования экстремального многофакторного эксперимента. В результате исследований получено уравнение регрессии:

$$Y = 34,8 + 6,12X_1 + 6,53X_2 - 3,08X_1X_2 + 5,28X_1^2 + 12,9X_2^2 ;$$

где Y – коэффициент вариации распределения семян в рядке;

$$X_1 = 5D - 24, \quad D = 4,6 \dots 5,0 \text{ мм} ;$$

$$X_2 = 2,5h - 11,5, \quad h = 4,2 \dots 5,0 \text{ мм.}$$

Значения факторов, соответствующие минимальной величине Y , определяли решением системы уравнений:

$$\frac{dY}{dX_1} = 6,12 - 3,08X_2 + 10,56X_1 = 0;$$

$$\frac{dY}{dX_2} = 6,53 - 3,08X_1 + 25,8X_2 = 0;$$

откуда

$$X_1 = -0,677; \quad X_2 = -0,334.$$

После раскодирования факторов получили их натуральные оптимальные значения: $D = 4,7$ мм; $h = 4,5$ мм. По уравнению регрессии приведенным значениям диаметра и глубины ячейки соответствует коэффициент вариации расстояний между семенами в рядке $Y = 0,316$.

Устройство для точной настройки свекловичной сеялки на глубину заделки семян. Для настройки каждой секции сеялки на требуемую глубину заделки семян создано устройство (рис. 3.5), которое содержит основание 2 с опорами 1 и 9 (авт. свид. № 1796091). Между опорами размещена площадка 3 для сошника, сопряжённая с основанием через подпружиненный параллелограммный механизм 5. На одном из кривошипов механизма 5 закреплена стрелка 8, перемещающаяся вдоль шкалы.

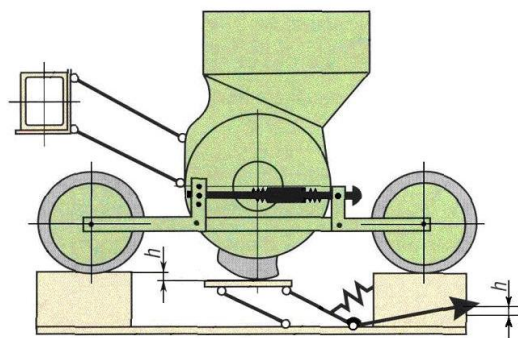


Рис. 3.5. Устройство для настройки свекловичных сеялок на глубину заделки семян

Устройство устанавливают под секцией сеялки таким образом, чтобы катки 4 и 7 секции размещались на опорах 1 и 9. Тогда сошник 6 будет со-

прикасаться с площадкой 3, а стрелка 8 покажет на шкале глубину заделки семян h . Регулируют величину h вращением маховика 10.

Комбинированное орудие для посева сахарной свёклы. Предназначено для совмещения с посевом сахарной свёклы полосной обработки почвы в защитной зоне рядка и, при необходимости, ленточного внесения почвенных гербицидов (авт. свид. №№ 1242008, 1408551). Орудие содержит оригинальное транспортное устройство (ТСУ), связывающее культиватор и сеялку (рис. 3.6).

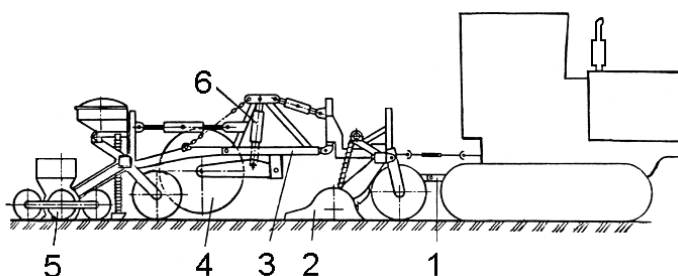


Рис. 3.6. Схема комбинированного орудия для посева сахарной свёклы

Состоит ТСУ из прицепного механизма 1, переходного модуля 3 с передней рамкой автосцепки для крепления культиватора 2, навески с задней рамкой автосцепки для сеялки 5, подвесного моста транспортных колёс 4 с гидроцилиндром подъёма 6. Колея транспортных колёс 1800 мм. Колёса 4 выполнены поворотными, что повышает манёвренность агрегата. Возмущающим импульсом поворота служит угол, образуемый продольными осями трактора и ТСУ. Механизм поворота может быть тросовым или гидравлическим. В транспортное положение орудие переводят посредством гидроцилиндров 6 подвесного моста колёс 4 и навесной системы трактора. Агрегатируют ТСУ в полунавесном варианте трактором класса 14...20 кН оснащённым гербицидным оборудованием (ПОМ-630-1 или более совершенная последняя модель АВПУ-12 производства ООО «Белпро-сервис», г. Чебоксары). Распылители гербицидов устанавливают на культиваторе перед его рабочими органами и настраивают на ленточное внесение рабочей жидкости лишь в защитную зону рядка культуры. Наиболее перспективный вариант

комбинированного орудия содержит пропашной фрезерный культиватор, например, КФ-5,4. Это позволяет за один проход получить мелко комковатый посевной слой, уничтожить проростки и всходы сорняков и с высоким качеством заделать гербициды в почву. В обработанные полосы сеялкой высевают семена культуры.

Эффективность комбинированного орудия в составе Т-70С+ТСУ+КФ-5,4+ССТ-12В+ПОМ-630-1 оценивали на посеве сахарной свёклы. Базовый вариант включал в себя предпосевную культивацию и сплошное внесение гербицидов агрегатом Т-70С+УСМК-5,4+ПОМ-630-1, посев культуры агрегатом Т-70С+ССТ-12В.

По данным агрооценки на вариантах применения комбинированного орудия в обработанных полосах получено на 6,6 % большее количество агрономических ценных фракций. Лучшее качество крошения почвы обеспечило повышение на 4,6 % полевой всхожести семян. За счёт локального внесения гербицидов в защитную зону рядков сахарной свёклы их расход сокращён на 40 %. При этом эффективность действия гербицидов практически не изменилась, так как количество сорняков на сравниваемых вариантах оставалось почти одинаковым. Лучшие качественные показатели посева позволили на вариантах применения комбинированного орудия получить прибавку урожайности корнеплодов 2,9 т/га (7,2 %).

Сменная производительность посева комбинированным орудием, по сравнению с базовым, на 25,3...28,8 % меньшая. Но при этом высвободился трактор и тракторист и на 18,5...30,9 % уменьшился расход топлива, чем во многом компенсируется потеря производительности.

Удельные энергозатраты на единицу площади посева по новому варианту несколько выше (на 2,7 %), что обусловлено повышенной энергоёмкостью фрезерных рабочих органов. Коэффициент использования мощности трактора с применением комбинированного орудия возрос на 14...56 % и составил 92 %, т.е. приблизился к оптимальным значениям [5, с.36].

Пропашной свекловичный культиватор. При достаточно высокой культуре земледелия, когда поле не засорено злостными корневищными и корнеотпрысковыми сорняками, уход за посевами сахарной свёклы экономически и экологически целесообразно проводить без применения химических средств защиты растений, используя междурядные культивации.

Универсальный культиватор КСУ-5,4 предназначен для сплошной обработки почвы, рыхления и уничтожения сорняков в междурядьях и защитных зонах рядков, окучивания посевов (рис. 3.7).

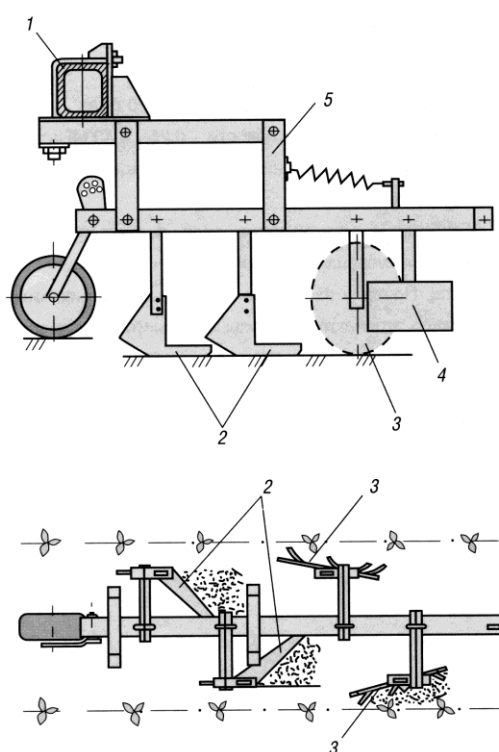


Рис. 3.7. Схема секции пропашного культиватора

Культиватор содержит раму 1 с опорными колёсами. К раме подвешены тринадцать секций с рабочими органами 2, 3 и 4. Подвеска секций выполнена посредством подпружиненных пространственных четырёхзвенников 5, обеспечивающих «мягкое» копирование рабочими органами микрорельефа поля. При сплошной обработке почвы на секции в два ряда монтируют стрельчатые лапы захватом 270 мм. Для прополки посевов секции оснащают односторонними плоскорежущими лапами (бритвами) 2 и оригинальными

игольчатыми дисками 3 с зигзагообразным расположением игл. Последние уничтожают сорняки в защитных зонах рядков. По мере приближения к оси рядков они воздействуют на почву с уменьшающейся интенсивностью. Увеличивая угол атаки дисков 3, перемещают почву к оси рядков и присыпают ею проростки сорняков в защитных зонах. Растения культуры защищены от присыпания щитками 4. Изменением положения щитков по высоте устанавливают размеры почвенных валиков, достаточные для заделки проростков.

Лабораторно-полевые и производственные испытания показали значительные преимущества нового культиватора КСУ-5,4 в отличие от базового варианта УСМК-5,4В. Так, величина защитной зоны составила после прохода нового культиватора – 3,5 см, тогда как после прохода базового – в 2,3 раза больше. При этом обрабатываемая новым культиватором площадь поля на 20 % большая. Повреждение культурных растений до 10 % у нового культиватора при рабочей скорости 5,64 км/ч. В тех же условиях скорость базового культиватора должна быть в 1,22 раза меньшей [5, с.38].

Для окучивания посевов культуры секции культиватора комплектуют универсальными окучниками в виде стрелчатой лапы 1 (рис. 3.8), на стойке 2 которой с возможностью смещения вдоль неё закреплён двусторонний отвал 3. Фиксируется отвал винтом 5. Крылья отвала оснащены удлинителями 4.

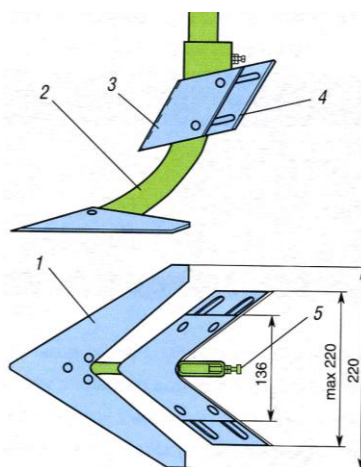


Рис. 3.8. Схема окучника

В процессе работы окучника лапа 1 рыхлит почву и подрезает в междурядьях сорняки (можно использовать стрельчатые лапы шириной захвата 270 и 330 мм). Рыхлая почва поднимается по рабочей поверхности лапы, часть её просыпается в пространство между лапой и отвалом, а другая часть поступает на рабочие поверхности отвала 3 и его удлинители 4. Просыпанная почва мульчирует дно междурядий, что препятствует испарению влаги. Отвалами почва перемещается в сторону рядков, где формируется в виде валиков. Смещением отвалов 3 вдоль стойки 2 изменяют соотношение между количеством почвы, поступающим на дно междурядий и в почвенные валики. Удлинением отвалов окучник настраивают для обработки других культур, отличающихся шириной междурядий. Поднимая отвалы вдоль стойки до упора в грядиль, окучник можно использовать для сплошной культивации почвы.

Оптимизация параметров инжекторного распылителя. Отличительной особенностью конструкции является воздушное отверстие 1 (рис. 3.9), через которое камера смешения 3 сообщается с атмосферой.

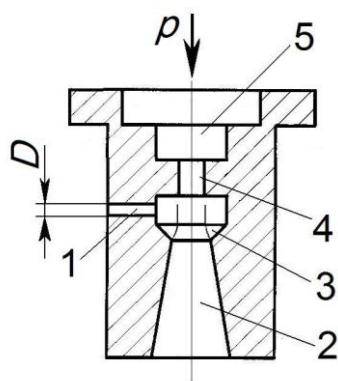


Рис. 3.9. Схема инжекторного распылителя

Рабочая жидкость в камеру смешения поступает из камеры 5 через жиклёр 4. Давление её в камере 5 равно p . Проходя через жиклёр, скорость жидкости резко возрастает, а давление падает. Вследствие образующегося разрежения, в камеру 3 через отверстие 1 подсасывается воздух, который в смеси с жидкостью образует воздушно-жидкостный поток. При выходе из сопла 2 поток дробится на капли насыщенные пузырьками воздуха.

Выполнены исследования, в результате которых для инжекторного распылителя оптимизированы диаметр воздушного отверстия D (мм) и давление рабочей жидкости p (МПа). Оптимизация проведена методом неопределённых множителей Лагранжа из условия максимального покрытия растений рабочей жидкостью при заданном её расходе через распылитель q (л/мин.). Получена оптимизационная математическая модель:

$$Y_1 = 35,6 + 2,77X_1 + 0,6X_2 - 0,5X_1X_2 - 24,6X_1^2, \text{ \%};$$

$$Y_2 = 1,15 + 0,278X_1 + 0,0065X_2 - 0,0075X_1X_2 - 0,062X_1^2 - 0,016X_2^2, \text{ л/мин.};$$

$$\frac{dY_1}{dX_1} + \lambda \frac{dY_2}{dX_1} = 0;$$

$$\frac{dY_1}{dX_2} + \lambda \frac{dY_2}{dX_2} = 0;$$

$$Y_2 - q = 0;$$

$$q = t Q V / 600, \text{ л/мин.};$$

$$X_1 = (p - 0,4) / 0,2;$$

$$X_2 = (D - 1,5) / 0,5;$$

где Y_1 – покрытие рабочей жидкостью обрабатываемой поверхности, %;

Y_2 – расход рабочей жидкости через распылитель, л/мин.;

λ – неопределённый множитель Лагранжа;

t – шаг расстановки распылителей на штанге, м;

Q – доза расхода рабочей жидкости, л/га;

V – скорость движения агрегата, км/ч.

Приведенную систему уравнений решали численным методом применением программы MathCAD 2001. Определены оптимальные значения D и p для различных режимов работы опрыскивателя, характеризующихся его рабочей скоростью V и требуемой дозой расхода рабочей жидкости Q . Так, при $Q = 200$ л/га, $V = 8$ км/ч и $t = 0,5$ м оптимальные значения параметров распылителя составили: $D = 1,6$ мм; $p = 0,56$ МПа. По данным сравнительных испыта-

ний, оптимизация параметров распылителя позволила на 6,2 % снизить расход контактных гербицидов.

4. Производственные показатели комплексной механизации агротехнологий

Элементы разработанного комплекса в течение ряда лет используются на больших площадях свеклосеющих регионов России. Экономические показатели 2006 года трёх передовых хозяйств Курской и Орловской областей приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1.

Экономические показатели выращивания сахарной свёклы с применением ресурсосберегающего технологического комплекса, 2006 год

№ пп	Показатели	ПСХК «Новая жизнь», Беловский р-н, Курская обл.		ОАО «Агрофирма Мценская», Мценский р-н, Орловская обл.		ОАО «Гарант», Беловский р-н, Курская обл.	
		руб./га	%	руб./га	%	руб./га	%
1	Площадь посева, га	793		430		800	
2	Урожайность корнеплодов, т/га	43,3		63,5		51,7	
3	Затраты на производство	29771	100	31819	100	39366	100
	В том числе:						
	- химические средства защиты растений	6496	22	7600	24	5896	15
	- транспортные услуги	5456	18	7302	23	7238	18
	- удобрения	2336	8	5412	17	7951	20
	- оплата труда	4251	14	1116	4	6714	17
	- семена	2806	9	3123	10	4007	10
	- ГСМ	4837	16	1668	5	1815	5
	- общехозяйственные расходы	2817	10	2868	9	2817	7
- амортизация	772	3	2730	8	2928	8	

В результате обобщения получена средневзвешенная эффективность выращивания сахарной свёклы (табл. 4.2). С использованием данных конъюнктуры рынка на 2006 год определена чистая средневзвешенная прибыль от применения новой технологии в размере 37115 руб./га при рентабельности 109 %.

В структуре затрат на производство корнеплодов одной из преобладающих является составляющая на химические средства защиты растений (рис. 4.1). В перспективе данная статья затрат может быть уменьшена за счёт повышения культуры земледелия. Однако при этом следует ориентироваться на более высокую оплату труда.

Таблица 4.2.

Средневзвешенная экономическая эффективность ресурсосберегающего технологического комплекса, 2006 год

1.	Урожайность корнеплодов, т/га	50,9
2.	Затраты на производство, руб./га	33992
3.	Себестоимость корнеплодов, руб./т	668
4.	Цена реализации корнеплодов, руб./т	1397
5.	Чистая прибыль, руб./га	37115
6.	Рентабельность, %	109

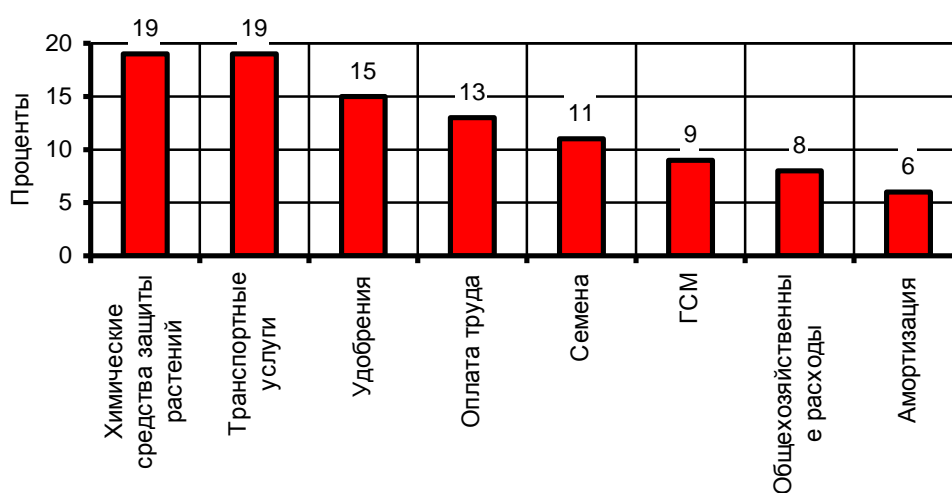


Рис. 4.1. Составляющие затрат на производство сахарной свёклы (всего затрат 33992 руб./га)

5. Техничко-экономическая эффективность проекта

В результате выполненных исследований разработан проект комплексной механизации агротехнологий возделывания сахарной свёклы, представленный в технологической карте (приложение). Новые конструкции с.-х. орудий в совокупности с существующими образуют завершённый комплекс, являющийся технической базой агротехнологий возделывания сахарной свёклы в условиях адаптивно-ландшафтного земледелия.

Составляющие экономической эффективности проекта следующие:

- прибавка урожайности корнеплодов. Факторами прибавки урожайности являются улучшение качества основной и предпосевной обработок почвы, создание благоприятных условий для накопления и экономного расходования влаги, повышение точности размещения семян в рядке. По данным исследований и производственных испытаний прибавка урожайности составила 12 % [5, с.47];
- снижение расхода на 40 % почвенных (при ленточном внесении) и на 6,2 % - контактных гербицидов (за счёт оптимизации параметров инжекторного распылителя);
- уменьшение затрат на горюче-смазочные материалы (ГСМ), амортизацию техники и на заработную плату механизаторам вследствие сокращения ряда агротехнических приёмов.

Экономический эффект проекта комплексной механизации агротехнологий определяли по формуле [1, с.13]:

$$\mathcal{E} = P_{\text{б}} - P_{\text{н}} + \Delta\mathcal{E}, \text{ руб./га};$$

где $P_{\text{б}}$, $P_{\text{н}}$ - приведенные затраты, соответственно, от использования базового и нового комплексов машин (расчёты в приложении), руб./га;

$\Delta\mathcal{E}$ - экономический эффект от повышения урожайности культуры, руб./га.

$$\Delta\mathcal{E} = \Delta Y \cdot C, \text{ руб./га};$$

где ΔY – прибавка урожайности корнеплодов, т/га;

C – рыночная цена корнеплодов, руб./т.

При планировании ресурсов на условный эталон урожайности корнеплодов в ЦЧР равный 50,9 т/га средняя прибавка урожайности составит $\Delta Y=6,1$ т/га. С учётом средних расстояния перевозки корнеплодов 32,4 км и стоимости перевозки 1,5 руб./т·км, затраты на перевозку дополнительного урожая $6,1 \times 32,4 \times 1,5 = 296$ руб./га. В расчёте на рыночную цену корнеплодов 2006 года, равную $C=1397$ руб./т., экономический эффект от повышения урожайности $\Delta \mathcal{E} = 6,1 \times 1397 - 296 = 8226$ руб./га.

Посев на конечную густоту возможен при полевой всхожести семян p большей 0,75. Принимаем $p=0,83$. Тогда для получения пяти всходов на погонном метре рядка требуется высевать $5/0,83=6,0$ штук/м семян. При ширине междурядий 45 см в расчёте на 1 гектар это составляет 6 штук/м \times 22222 м = 133332 штук = 1,33 посевных единицы (п.е.). Стоимость 1 п.е. дражированных семян производства ООО «Льговские семена» 1670 руб., следовательно затраты на семена $1670 \times 1,33 = 2224$ руб./га.

Номенклатура и количество минерального удобрения установлены из условия получения 50,9 т/га урожайности корнеплодов сахарной свёклы (одинаково для новой и базовой агротехнологий). Расчёт доз удобрения выполнен по выносу элементов питания с учётом коэффициента использования вносимого удобрения (табл. 5.1).

Таблица 5.1.

Минеральное удобрение под сахарную свёклу для получения урожайности корнеплодов 50,9 т/га

№ пп	Наименование	Условия внесения	Норма внесения, кг/га	Цена с НДС, руб./кг	Затраты, руб./га
1	2	3	4	5	6
1.	Аммофос 12:52	Под вспашку	400	10,6	4240
2.	Калий магний	Под вспашку	900	3,7	3300
3.	Мука известняковая (доломитовая)	Под вспашку	5000	1,8	9000
4.	Аммиачная селитра	Под предпосевную культивацию	600	5,8	3480

1	2	3	4	5	6
5.	ОМУ «Свекловичное»	При посеве в рядок	150	12	1800
6.	Акварин-5	Опрыскивание посевов в смеси с пестицидами	6	42	252
Всего:					22072

В перечне применяемого удобрения содержатся новые составляющие – ОМУ «Свекловичное» и Акварин-5.

ОМУ «Свекловичное» содержит элементы (N_{4+} P_{6+} K_{5+} Mg_{1+} Na_{1+} $B_{0,4}$) минерального питания, 3,4 % гуминовых соединений и более 60 % органических веществ, получаемых из торфа, бурого угля, лигнина и других продуктов органического происхождения.

Комплексное водорастворимое удобрение Акварин-5 включает в себя набор доступных форм основных элементов питания свёклы и необходимых микроэлементов (N_{18+} P_{18+} K_{18+} Mg_{2+} $S_{1,5+}$ $B_{0,02+}$ $Cu_{0,01+}$ $Fe_{0,054+}$ $Mn_{0,042+}$ $Zn_{0,014+}$ $Mo_{0,004}$). При этом Fe представлено в виде ДТПА, а Cu , Mn , Zn – в виде ЭДТА. Суммарные затраты на удобрение – 22072 руб./га.

Наиболее характерный набор гербицидов для посевов сахарной свёклы представлен в табл. 5.2.

Таблица 5.2.

Химические средства для защиты посевов сахарной свёклы от сорняков

№ пп	Наименование препарата	Норма внесения, л/га	Цена с НДС, руб./л	Затраты (руб./га) при использовании агротехнологий:	
				новой	базовой
1.	Дуал-голд	1,5	698	628	1047
2.	Бетанал 22	1+1=2	652	1304	1304
3.	Лонтрел 300	0,35	1600	560	560
4.	Центурион	0,4	1710	684	684
5.	Карибу	0,03	21360	641	641
Всего:				3817	4236

Подставляя в формулу эффективности значения её составляющих, получим:

$$\mathcal{E} = 8226 - 31377 + 32697 = 9546 \text{ руб./га.}$$

Экологическая привлекательность проекта состоит в снижении на 40 % расхода почвенных и на 6,2 % - контактных гербицидов, предотвращении талого стока и сокращении на 7 % интенсивности механического воздействия на почву. Экономия топлива в размере 12 % свидетельствует о соответствующем снижении загрязнения атмосферы отработавшими газами.

Заключение

Современные агротехнологии возделывания сахарной свёклы ориентированы на комплексную механизацию приёмов, совокупное применение которых согласуется с биологией культуры, почвенно-климатическими особенностями и базируется на использовании достижений науки, техники и передового опыта. Такие агротехнологии предъявляют повышенные требования к производительности и качеству исполнения работ, что стало невозможным выполнить применением отдельных устаревших способов и технических средств и не отвечает возросшим требованиям интенсификации земледелия. Это явилось основанием для разработки новых более совершенных способов использования техники и ряда недостающих машин технолого-технического комплекса.

Основная обработка почвы под сахарную свёклу выполняется качественно и с минимальными затратами новым способом гладкой вспашки с применением недорогостоящих обычных плугов. Использование разработанного орудия для формирования на зяби щелей с ненарушенными стенками позволяет защитить почву от характерных для свеклосеющих регионов проявлений водной эрозии и пополнить запасы дефицитной продуктивной влаги.

Семена отечественной селекции районированы для российских условий, а специально модернизированная посевная техника позволяет производить их точный посев на конечную густоту. Создано комбинированное ору-

дие для совмещения с посевом сахарной свёклы полосной предпосевной обработки почвы и, при необходимости, ленточного внесения почвенных гербицидов. Применение его позволило на 4,6 % повысить полевую всхожесть семян и за счёт этого получить прибавку урожайности корнеплодов 7,2 %. Расход почвенных гербицидов сокращён на 40 %.

Технология ухода за посевами дифференцирована к состоянию свекловичного поля. Для полей засорённых лишь двудольными однолетними сорняками разработан пропашной культиватор с оригинальными рабочими органами, способными контролировать по сравнению с аналогом на 20 % большую площадь поля и уничтожать сорняки, как в междурядьях, так и в защитных зонах рядков. При окучивании посевов секции культиватора комплектуют новыми окучками, позволяющими мульчировать дно междурядий и тем самым препятствовать испарению влаги.

В случаях засорённости свекловичных полей сорняками различных видов междурядные обработки заменяются опрыскиваниями посевов гербицидами. Более эффективное использование пестицидов достигается применением современных инжекторных распылителей, образующих крупные, размером более 500 мкм, капли с пузырьками воздуха. Попадая на листовую поверхность растений, они разрушаются и покрывают её тонкой плёнкой. Тяжёлые капли более устойчивы против ветра и меньше испаряются. Выполненная оптимизация параметров инжекторного распылителя создала предпосылки снижения на 6,2 % расхода контактных гербицидов.

Экологическая безопасность использования гербицидов, а также более высокая производительность опрыскивателей, обеспечивается новой методикой их применения в тёмное время суток.

Адаптированная к сахарной свёкле система удобрения ориентирована на максимальное использование культурой элементов минерального питания при минимальных затратах на внесение удобрения.

Обоснован условный эталон производства сахарной свёклы в ЦЧР на ближайшую перспективу, характеризующийся урожайностью корнеплодов

50,9 т/га. Для эталона в 2006 году сложилась чистая обеспеченная новым технолого-техническим комплексом средневзвешенная прибыль величиной 37 тыс. руб. на каждый гектар посевов при рентабельности большей 100 %. В структуре затрат одной из преобладающих (19 %) обозначилась составляющая на химические средства защиты растений. В перспективе данная статья затрат должна уменьшаться за счёт повышения культуры земледелия. Однако при этом следует ориентироваться на более высокую оплату труда, затраты на которую в данном случае составили лишь 13 %.

В Центрально-Чернозёмном регионе в условиях рынка характерных для 2006 года при выходе на условный эталон урожайности экономическая эффективность проекта комплексной механизации агротехнологий возделывания сахарной свёклы превысит 9500 руб./га.

Экологическая привлекательность проекта состоит в снижении на 40 % расхода почвенных и на 6,2 % - контактных гербицидов, предотвращении талого стока и сокращении на 7 % интенсивности механического воздействия на почву. Экономия топлива в размере 12 % свидетельствует о соответствующем снижении загрязнения атмосферы отработавшими газами.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 23728-88 – ГОСТ 23730-88. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. – М., 1988. – 25 с.
2. Гуреев И.И., Агибалов А.В. Ресурсосберегающий технолого-технический комплекс для производства сахарной свёклы. – М., 2003. – 40 с.
3. Гуреев И.И., Проценко Е.П., Агибалов А.В. и др. Эффективность комплексных удобрений при выращивании сахарной свёклы / Сахарная свёкла. – 2005. - № 3. – С.24-26.
4. Индустрия сахарной свёклы вращается вокруг ...: Руководство по возделыванию сахарной свёклы / Амита технолоджи. – Краснодар: ООО «Типография «Фрегат», 2007. – 37 с.
5. Исходные требования на создание комплекса машин для адаптивно-ландшафтного земледелия / Гуреев И.И., Дьяков В.П., Плотников В.А., Ершов А.П., Голоцуцких В.И., Ткачёв М.Е., Колтунов С.П. Под ред. И.И.Гуреева. – М.: Россельхозакадемия, 2005. - 84 с.
6. Концепция непрерывной информационной поддержки жизненного цикла (CALS-технологии) сельскохозяйственных мобильных энергетических

средств / Ксенович И.П., Орстик Л.С., Шевцов В.Г.; - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – 144 с.

7. Никитин И.А., Никитин А.Ф. Окучивание и уборка корнеплодов / Сахарная свёкла. – 1998. - № 9. – С.17-18.

8. Петров В.А., Зубенко В.Ф. Свекловодство. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат. – 1991. – 191 с.

9. Повалюхин М.И. Как лучше сохранять корнеплоды / Сахарная свёкла. – 1998. – № 12. – С.10-11.

10. Порядин В.А. Эффективность щелевания чернозёмов на склонах лесостепной зоны в целях повышения противозерозионной устойчивости и продуктивности: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Воронеж. с.-х. ин-т. - Воронеж. – 1985. – 22 с.

11. Шпаар Д., Дрегер Д., Захаренко А. и др. Сахарная свёкла (Выращивание, уборка, хранение) / Под общей редакцией Д.Шпаара. – Мн.: ЧУП «Орех», 2004. – 326 с.

Сдано в набор 09.10.2007 г. Подписано в печать 09.10.2007 г.

Формат 60x84 1/16. Бумага Айсберг. Объем 3,25 усл. печ. л.

Гарнитура Times New Roman

Тираж 150 экз. Заказ № 461.

Отпечатано: ПБОЮЛ Киселева О. В.

ОГРН 304463202600213

