

Глава 1. Сущность и развитие биологической системы земледелия

1.1. Общая характеристика биологического земледелия

В настоящее время общепризнана необходимость перевода земледелия на биологическую основу. Для этого требуется пересмотреть существующие и обосновать новые принципы ведения земледелия, основанные на теории экосистем.

Теория экосистем предусматривает анализ вещественно-энергетических потоков в цепочке «почва – растение – атмосфера» для выявления возможности их направленного регулирования и получения необходимого объёма продукции в форме органического вещества.

Исходя из теории экосистем, систему земледелия необходимо рассматривать как комплекс приёмов и методов распределения и использования природных и антропогенных энергетических ресурсов с целью создания оптимальных условий для связывания солнечной энергии агроэкосистемой в форме органического вещества экологически целесообразного количества и качества. Система земледелия, воздействуя на почву, организмы и окружающую атмосферу, определяет режим функционирования агроэкосистемы, её устойчивость и уровень продуктивности, а агроэкосистема — систему земледелия, состав и содержание её элементов [15]. До сих пор эта взаимосвязь учитывается недостаточно. Принятая в нашей стране концепция агрохимического земледелия завела нас на ложный путь. Попытка искусственно обеспечить растения всем необходимым, не считаясь с законами природы, привела к тому, что затраты ресурсов на получение единицы сельскохозяйственной продукции возросли в десятки раз. В свою очередь, глубокая отвальная вспашка и большие дозы минеральных удобрений не только усилили процесс разложения почвенного гумуса, но и оказали губительное воздействие на почвенную микрофлору, благодаря которой и поддерживается высокое плодородие почвы [15; 77].

Выходом из кризисной ситуации может быть только смена агрохимической концепции земледелия на агробиологическую, в основе которой лежит замысел сократить до разумного минимума внешнее антропогенное воздействие на агроэкосистему, создать максимум благоприятных предпосылок для полноценного использования её собственного биопотенциала.

В теории систем известны компромиссы итальянского учёного-математика Паретто. Они представляют собой стратегию разумных соглашений. При реализации этой стратегии положение отдельных компонентов системы становится хуже, но состояние системы в целом улучшается. Нетрудно заметить, что альтернативное земледелие по своей сути тоже своеобразный компромисс.

В ряде западных стран биологическое земледелие получило название «сельское хозяйство выживания». В 1972 году в г. Версале была создана международная организация органического земледелия (IFOAM).

Интерес к альтернативному ведению сельского хозяйства обусловлен и тем, что в конце 80-х годов прошлого века очень сильно возрос спрос на биологически чистые продукты питания. При этом следует подчеркнуть, что западное биологическое сельское хозяйство существует в рамках «органического рынка». По всей видимости, без организации аналогичного рынка в России нам вряд ли следует рассчитывать на широкое распространение биологического земледелия.

В настоящее время биологическое земледелие развивается в следующих направлениях: органическое, биодинамическое, органобиологическое, концепция ЭМ, концепция созидательного земледелия и другие.

Органическое земледелие. При его ведении основное количество питательных веществ в почву поступает за счёт органических удобрений, а применение минеральных удобрений и пестицидов существенно сокращается.

Биодинамическое земледелие. Философские основы биодинамического земледелия были заложены Рудольфом Штайнером в 1924 году. В его основе лежит глубокое понимание процессов, происходящих в природе. Земля рассматривается как живой организм. В биодинамическом земледелии содержится попытка в целом осмыслить связь сельского хозяйства, человека, окружающей среды и космоса. Применение минеральных удобрений и пестицидов в нём исключается полностью. В качестве примера биодинамического земледелия можно привести натуральное земледелие японского фермера Масанобу Фукуоки. В своём хозяйстве М. Фукуока полностью отказался от обработки почвы. Используя севооборот рис – озимая рожь – ячмень, он получает около 60 центнеров зерна с гектара. Семена покрываются глиняными капсулами и рассеиваются вручную. Рост сорняков сдерживается постоянным мульчирующим покровом клевера, разбрасыванием по полю соломы и кратковременным затоплением полей водой.

Органобиологическое земледелие. В его основе лежит идея о том, что минеральные вещества из почвы поглощаются не только в форме ио-

нов, но и макромолекул (микросом), и служат питательным веществом для почвенных микроорганизмов, которые перерабатывают трудноусвояемые соединения в легкодоступные для растения формы. Главное в этом земледелии — повышение плодородия почв за счёт управления питанием путём активизации почвенной микрофлоры. С этой целью поверхностно вносят компосты, а при обработке почвы стремятся сохранить её структуру.

Концепция эффективных микроорганизмов в сельском хозяйстве (ЭМ). Идея применения ЭМ возникла в Японии. Под эффективными микроорганизмами, или ЭМ, понимается смешанная культура микроорганизмов, которая применяется для инокуляции почвы с целью увеличения её микробного разнообразия. Это, прежде всего, фотосинтетические бактерии, бактерии молочной кислоты, дрожжи, актиномицеты и другие. Внесение в почву ЭМ — препаратов, содержащих набор из 86 полезных почвенных микроорганизмов, позволяет восстановить почвенную микрофлору, усилить почвенные микробиологические процессы. Это, в свою очередь, приводит к ускорению роста растений, повышению урожайности и качества продукции.

Концепция созидательного земледелия. Распространителем названной концепции выступает всероссийское движение «Звонящие кедры России». Она направлена на внедрение идей, предложенных героиней книг В. Мегре Анастасией. В основе данной агробиологической концепции земледелия положены два принципа. Первый — нужно помогать почвенным микроорганизмам работать над повышением плодородия почвы. В этих целях отвальная обработка почвы заменяется безотвальной и поверхностной. Второй — нужно не удобрять почву, а кормить живущих в ней бесчисленных обитателей. Для этого подходит практически любая органика: навоз, солома, листья, опилки, органические отходы.

Вермикюльтивирование. Это направление биотехнологии, которое заключается в промышленном разведении некоторых форм дождевых червей. Вермикюльтуру можно представить как сложное сообщество, ограниченное определённым биотоком в составе культурного ландшафта. Считается, что дождевые черви создали самые благоприятные условия для всего живого на земле. В основном их деятельностью сотворены знаменитые чернозёмы.

Развитие данного направления позволяет решать на биологической основе ряд экологических задач: утилизация органических отходов, повышение плодородия почвы, получение качественного органического удобрения, выращивание безопасной продукции.

А.М. Игониным, 1995, была предложена технология разведения дождевых червей местных пород. Попадая в почву вместе с произведённым ими биогумусом, черви дают начало новой популяции. В этом состоит важное отличие технологии А.М. Игонина от культивирования калифорнийского гибрида дождевых червей, которые в нашей почве погибают.

Концепция сберегающего земледелия. В основе названной концепции лежит идея создания системы содействия человека и природы. Технологии сберегающего земледелия основаны на агроэкологических принципах ведения хозяйства. Они предполагают выполнение следующих принципов: сохранение растительных остатков на поверхности поля; включение в структуру посевных площадей культур, улучшающих плодородие почвы; интеграционный подход в борьбе с вредителями и болезнями; использование семян, пригодных для данных технологий. В целях распространения идеи сберегающего земледелия в России создан Национальный Фонд развития сберегающего земледелия — НФРСЗ. В свою очередь, НФРСЗ является членом Европейской Федерации Консервирующего Сельского Хозяйства.

Концепция самовосстанавливающего земледелия — NO-TILL. Данная концепция базируется на технологии «нулевой» обработки почвы — земледелие ведётся без обработки полей. Проходы трактора по полю уменьшены до предела. В одном агрегате совмещают предпосевную подготовку почвы, внесение минеральных удобрений, посев и прикатывание. После прохода такого комбинированного агрегата на стерне остаются обработанными только узкие полоски от специальных сошников. Остальная площадь остается нетронутой. Названная технология применяется, как правило, при монокультурном способе возделывания таких культур, как кукуруза и соя. Нулевая технология внедрялась в странах Америки в качестве агрономического приёма щадящей обработки почвы для преодоления последствий распространения эрозии [92].

Практика показывает, что применение только традиционного земледелия или только биологического земледелия приводит к возникновению определённых проблем. Так, например, с помощью лишь органических удобрений и севооборотов нельзя восстановить полностью баланс фосфора и калия в почве. В свою очередь, применение исключительно традиционного земледелия чревато возникновением экологических проблем. Следовательно, необходима интегрированная система земледелия. В качестве примера такой системы в нашей стране может выступать ландшафтная система земледелия [20].

1.2. Ландшафтная система земледелия

Современный этап развития земледелия в России должен базироваться на принципиально новых теоретических положениях, отражающих закономерности функционирования агроландшафтов как единства природных и хозяйственных компонентов. Переход к ландшафтно-экологическим системам земледелия создаст условия для экологически безопасного и экономически целесообразного использования природных и антропогенных ресурсов с целью получения экологически чистой продукции [15].

Создание агроландшафтов должно основываться на следующих показателях плодородия почвы:

- биологических — содержание гумуса, активность почвенной биоты, фитосанитарное состояние;
- агрофизических — плотность, структура и мощность пахотного слоя;
- агрохимических — реакция почвенной среды, содержание NPK и микроэлементов;
- допустимых балансах воды и гумуса;
- твёрдом стоке и дефляции почвы;
- загрязнении ландшафта пестицидами и тяжёлыми металлами.

В основе разработки ландшафтно-экологических систем земледелия должны лежать принципы, которые обеспечат условия для расширенного воспроизводства плодородия почв и стабильного ведения отрасли:

- 1) принцип экологичности — рациональное использование природных ресурсов и сохранение среды обитания живых организмов как саморегулирующейся и саморазвивающейся системы;
- 2) принцип энергопоглощающей способности — система земледелия способна поглощать и трансформировать в органическое вещество лишь ограниченное количество энергии (солнце, осадки);
- 3) принцип целостности — все звенья системы находятся во взаимосвязи друг с другом и представляют единое целое;
- 4) принцип дифференциации — разработка систем земледелия должна вестись в зависимости от климатических условий, специализации хозяйства, спроса продукции на рынке;
- 5) принцип адаптивности — все элементы систем земледелия должны соответствовать природным и организационно-экономическим условиям хозяйства;

- 6) принцип зелёно-белого ковра — способность системы создавать зелёное органическое вещество в течение всей вегетации зелёных растений;
- 7) принцип оптимизации — процесс выбора наилучшего варианта из всех возможных;
- 8) принцип нормативности — предполагает наличие определённых нормативов при проектировании систем земледелия;
- 9) принцип экономической и экологической эффективности — зависит от уровня продуктивности культур, качества продукции, ресурсозатрат на производство единицы продукции.

Разработка земледелия на ландшафтной основе предусматривает приоритет ландшафтной морфогенетической структуры территории над хозяйственными и административными границами. Такой подход позволяет:

- 1) обеспечить гармоническую взаимосвязь природы и человека;
- 2) усилить роль факторов адаптивной интенсификации земледелия;
- 3) остановить процессы деградации почвенного покрова;
- 4) обеспечить увеличение производительности адаптивного земледелия при одновременном снижении его энергетической затратности;
- 5) создать научную основу эффективного функционирования агропромышленного производства и социального благополучия человека.

К настоящему времени ландшафтно-территориальные структуры подразделяются на следующие типы (рис. 1).

Составными частями системы земледелия на ландшафтной основе являются: агроландшафтная организация территории хозяйства и система севооборотов, система обработки почвы, система удобрения, система противоэрозионных и мелиоративных мероприятий, система мероприятий по борьбе с сорняками, вредителями и болезнями растений; технология возделывания культур; производство плодородия почвы и экологическое равновесие; система семеноводства; природоохранные мероприятия; система машин; организационно-экономические проблемы.

Организация землепользования является основой адаптивного ландшафтно-экологического земледелия. Лучшей её формой считается землеустройство в рамках целых водосборных бассейнов с нарезкой полей севооборотов с учётом рельефа местности и состояния почвенного покрова.

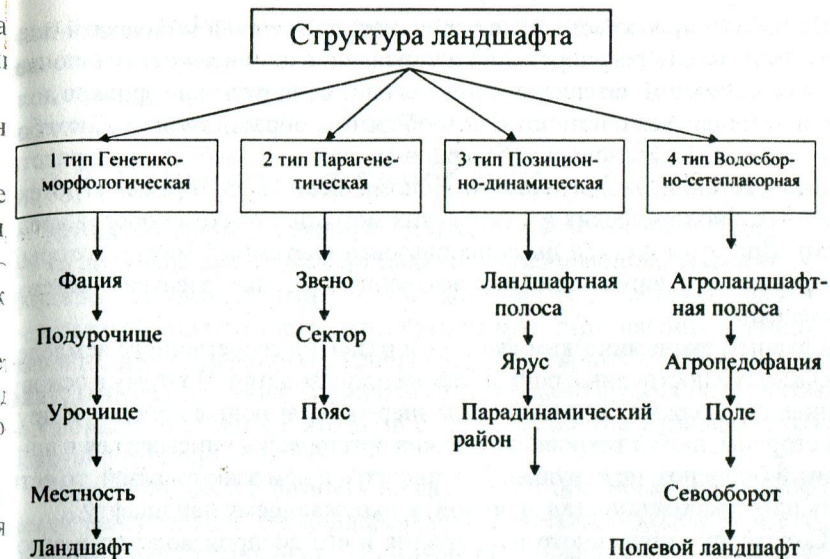


Рис. 1. Типы ландшафтно-территориальных структур [20]

Севооборот — главное звено ландшафтно-экологической системы земледелия. Такая система может нормально функционировать только при оптимальном соотношении и чередовании культур. Поэтому система севооборотов в таком хозяйстве должна быть построена в соответствии со структурой посевных площадей и технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

Система обработки почвы должна способствовать сохранению почвы как компонента агроландшафта, обязана стимулировать положительные процессы почвообразования и предусматривать снижение энергетических затрат.

Систему удобрения следует рассматривать как метод регулирования почвенного плодородия.

Проведение противоэрозионных мероприятий предусматривается на эрозионно-опасных и эродированных землях в виде почвозащитных севооборотов, способов обработки почвы и посева, агролесомелиорации, гидротехнических сооружений. Мелиоративные мероприятия направлены на кардинальное улучшение земель и микроклимата. К ним относятся: орошение и осушение, строительство прудов, химическая мелиорация земель, культуртехнические работы, коренное улучшение сенокосов и пастбищ и т.д.

Система защиты растений от сорняков, вредителей и болезней должна обеспечивать регулирование и управление их численности в посевах, семенном материале. Уничтожение вредителей и сорняков должно производиться с помощью севооборотов, обработки почвы, подбора сортов и использования безвредных для внешней среды средств защиты растений; экологически и экономически обоснованных агротехнических, биологических и химических методов с учётом порогов вредности. При этом должен быть использован системный метод, который базируется на нормативно-количественной оценке звеньев системы земледелия.

Главным экономическим фактором развития современного земледелия является постоянный рост затрат на производство. Поэтому в основных технологиях должны быть положены энергосберегающие приёмы. С другой стороны, любая технология должна органически вписываться в природный биоценоз, не нарушая сложившихся в нём взаимосвязей, то есть быть приспособленной (адаптивной) к окружающему ландшафту.

Сохранение почвенного плодородия и его воспроизводство в агроландшафтной системе земледелия должно обеспечиваться, в первую очередь, за счёт освоения биологических методов земледелия.

Семеноводство строится в соответствии с требованиями государственной системы сортового семеноводства. Оно должно базироваться на промышленной основе. Удельный вес сортового семеноводства в общем урожае должен составлять не менее 20%. Большую роль должны играть сортосмена и сортообновление.

Мероприятия по охране внешней среды от загрязнения предусматривают организацию и контроль за правильным складированием, хранением и применением органических и минеральных удобрений, пестицидов, извести, гипса.

Система машин формируется с учётом требований зональной системы земледелия. Она должна обеспечивать снижение материальных затрат, недопущение потерь урожая, распыления и уплотнения почвы, предотвращение ветровой и водной эрозии.

Эффективность агроландшафтной системы земледелия будет зависеть от выполнения каждого её звена, для чего необходимы следующие условия:

- строгое соблюдение законов земледелия;
- системный подход при разработке проекта;
- комплексное решение задач;

- придание системе почвоводоохранной и природоохранной направленности;
- зональный подход;
- экономичность.

1.3. Вермикультивирование

Почва как среда обитания составляет единую систему с населяющими её популяциями разных организмов. Образование почвы и её неотъемлемая характеристика — плодородие — является одним из результатов деятельности этих организмов. Применение гербицидов, высоких доз минеральных удобрений, многократная обработка почвы тяжёлыми тракторами и сельскохозяйственными орудиями, загрязнение её промышленными и бытовыми отходами заметно изменяют экологическую ситуацию на полях.

Назревшая необходимость экологически обоснованной и экономически рентабельной биоконверсии органических отходов вызвала распространение технологии вермикомпостирования [24; 82]. Данное производство основано на использовании дождевых червей [80; 101].

Этот процесс называют вермикультивирование (от латинского слова *vermin* — «червь»). Размножаясь, черви способствуют превращению отходов в биокомпост. С помощью червей за рубежом компостируют различные органические отходы: навоз, бытовой мусор, осадки сточных вод, растительные остатки.

Основным объектом вермикультивирования стал Красный Калифорнийский гибрид, относимый к бесполой форме компостного (навозного) червя, описанной как подвид *Eisenia fetida andrea* (Bouch, 1972).

Для обозначения продукта — вермикомпоста, получаемого в результате переработки компостов, употребляют термины — «биогумус», «гумус червей», просто «гумус» [81, 114].

Вермикомпост — это продукт, получаемый из органических отходов, подвергнутых физико-химической, биохимической и микробиологической трансформации в кишечнике дождевых червей [23, 111].

Вермикомпостирование основывается на способности дождевых червей трансформировать в процессе своей жизнедеятельности растительные остатки и навоз [64; 40; 43]. А.М. Игонин, 1989, утверждает, что в кишечнике червей они измельчаются, химически трансформируются, обогащаются некоторыми питательными элементами, ферментами и микроорганизмами.

Установлено, что вермикомпосты обладают большими достоинствами: они положительно влияют на физические свойства почв, улучшают обеспеченность растений микроэлементами, активизируют микробиологическую деятельность почв, благодаря чему повышается устойчивость растений к болезням [81].

Первоначально биоconversion отходов посредством вермикомпостирования получила развитие в США, где с 1959 года наряду с фермерскими хозяйствами действовало более 1500 относительно крупных предприятий по производству червей и биогумуса, многие из которых перерабатывали за сутки по 150 т и более подстилочного навоза [63].

По данным А. Володина, В. Голубенкова, К. Кирдина (1995), промышленное культивирование червей на отходах наибольшее распространение получило в Италии, где вермикультивированием занимаются с 1975 года, при этом ежедневно вырабатывается до 25 тыс. т биогумуса.

Один из первых опытов развития данного направления в бывшем СССР получен сотрудниками Колхидской комплексной сельскохозяйственной станции под руководством М.С. Гилярова в 1971 году [23].

В нашей стране имеется много крупных хозяйств, которые разводят червей: НПО «Биогумус», НПЦ «Стимул», кооператив «Фарт», МНП «ПИК» и ряд других.

Таким образом, в связи с осознанием опасности загрязнения окружающей среды продуктами антропогенной деятельности, потерей почвой плодородия и проблемой использования энергоёмких технологий, возникла необходимость поиска новых биологических способов переработки органических отходов.

По данным *E. Albanell, J. Plaixats, T. Cabrero*, 1988, в вермикомпосте, приготовленном из овечьего навоза с отходами хлопкоочистительной промышленности в отношении 3:1, в течение 12 недель произошли изменения ряда химических показателей. Определено, что снизились уровень рН с 9,1 до 7,2, влажность — с 68,8 до 56,3%, содержание органического вещества — с 55,8 до 47%, фульвокислот — с 6,5 до 2,8%. Вместе с тем, увеличилось содержание сухого вещества с 31,4 до 43,7%, содержание гуминовых кислот — с 12,9 до 21,8%, количество подвижного Р — в 1,3 раза, общего К — в 1,5–1,4 раза, а Na — в 2 раза.

F. Petrussi, M. De Nobili, M. Vitto, P. Sequi (1988), *M. Pussard, L. Fayolle, Y. Rouelle*, 1988, исследовали химические и физико-химические характеристики вермикомпостов и содержание гуминовых веществ в них. Установлено, что биогумус, полученный в результате вермикомпостирования навоза и подстилки, можно отнести к почвоулучшителям, а не к органическим удобрениям, кроме того, высокое содержание в био-

гумусе гуминовых веществ — основной аргумент, приводимый в пользу вермиккультуры.

В настоящее время при вермикомпостировании используются три следующих технологии переработки отходов животноводческих ферм:

- на открытых площадках;
- в закрытых помещениях;
- смешанная технология (одновременно на открытых площадках и в закрытых помещениях).

Все технологии вермикомпостирования навоза (помёта), подстилки, опада листьев и др. предусматривают их определённую подготовку, заключающуюся в предварительном компостировании отходов, добавке к ним конкретных компонентов, заселении червей, их культивировании, разделении червей и биогумуса [80; 19].

Одно из важнейших условий успешного культивирования червей — предварительная подготовка ингредиентов субстратов в течение определённого времени [81].

Согласно данным *C. Ferrari, Y. Bonazzi*, 1983, *C.A. Edwards et al.*, 1985, приготовленные из отходов субстраты должны содержать не менее 20–25% целлюлозы. В качестве источника последней могут использоваться гнилое сено, солома, опилки, опад листьев, макулатура.

Кроме того, обнаружено, что в субстраты, предназначенные для вермикомпостирования, необходимо включать некоторое количество минеральной почвы, которая способствует лучшей трансформации отходов организмами червей. Так, *P. Chan, D. Griffiths*, 1988, предлагают с этой целью добавлять в навоз гипс (4%), предварительно проводя его промывку (для устранения аммиака, губительно действующего на червей). Получаемый продукт по некоторым показателям (в частности, по содержанию гумуса) превосходит вермикомпост, полученный обычным способом из свиного навоза, смешанного с опилками.

Зарубежные учёные [117] исследовали варианты компостирования навоза с торфом и отходами (в частности, с отходами целлюлозно-бумажного производства, увлажнёнными до 60% и нейтрализованными порошковидными CaCO_3). Установлено, что торф оказался практически непригодным для питания червей, а навоз они охотно поедали отдельно и в смеси с другими отходами, особенно целлюлозно-бумажного производства.

Одним из важнейших условий вермикультивирования является плотность заселения гряд в расчёте на массу червей, их число. По данным С.Ф. Покровской, Ф.Б. Прижукова, 1990, плотность заселения на одну гряду (ложе размером 2 × 1 × 0,3 м) составляет 60 тыс. особей.

Глава 2. Цель и задачи биологического земледелия

И.П. Карпец, И.А. Мельник, 1998, определили, что плотность заселения одной гряды (2 × 1 м) колеблется от 50 до 100 тыс. червей.

А. Володин, В. Голубенков, К. Кирдин, 1995, установили, что норма вселения червей составляет 5 тыс. на 1 м².

Следует отметить, что приведённые данные по плотности заселения червей выражаются в разных объёмах, что затрудняет обобщение имеющихся сведений.

Орошение — необходимое условие, способствующее заселению и увеличению численности дождевых червей. Основные параметры среды обитания червей находятся в следующих пределах: температура — 18–20°C, относительная влажность — 70–80%, pH — 6,8–7,2. Эти условия определены как оптимальные [82].

Рабочий цикл переработки отходов длится около шести месяцев, в течение этого времени на поверхность гряд периодически добавляют новые порции отходов до уровня 0,5–0,6 м. Уход за грядами с червями заключается в их периодическом ворошении и дождевании. Летом для защиты от солнца гряды можно укрывать соломой.

Подчеркнём, что особенности технологии компостирования требуют применения в основном ручного труда и практически ежедневного контроля за ходом процесса.

К настоящему времени механизированы главным образом вспомогательные операции на этапах приготовления компостируемой смеси, отделения червей от переработанного субстрата.

Для отделения червей от компоста используют вибрационные грохоты, воронкообразные сита — устройства, представляющие собой полый цилиндр с жёсткой щетиной на внутренней поверхности, при вращении которого черви как бы вычёсываются из субстрата. Недостатком этих способов является повреждение червей.

Предлагается и такой способ: в течение трёх недель червей содержат на голодном пайке, то есть на поверхность гряд не добавляют новых порций отходов. По окончании этого срока наносят слой свежих отходов и проводят дождевание. Привлечённые пищей черви выползают из толщи компостируемой массы на поверхность гряд. Верхний слой (15 см) снимается вместе с червём, оставив внизу один биогумус, готовый после просушивания к использованию в качестве органического удобрения [81].

Таким образом, технология вермикомпостирования представляет собой систему мероприятий, обеспечивающих оптимальные условия не только для жизнедеятельности популяции, но и высокую интенсивность компостирования составленных субстратов.

Главная цель биологического земледелия — организация на практике идеального сельского хозяйства.

В его основе лежат пять основополагающих принципов:

- способность производить экологически чистое продовольствие;
- относительная дешевизна по сравнению с традиционным земледелием;
- простота, доступность и надёжность для каждого;
- сохранение окружающей природной среды;
- предотвращение дальнейшего снижения почвенного плодородия и создание условий для его расширенного воспроизводства.

Следует постоянно помнить, что в современном земледелии получение каждой последующей прибавки урожая стоит всё дороже. В этой связи освоение методов биологического земледелия, которые являются более дешёвыми в сравнении с традиционными способами, будет иметь для нас принципиально важное значение.

Задачами биологического земледелия являются:

- повышение плодородия почвы;
- активизация круговоротов веществ;
- экономия энергии;
- улучшение качества продукции;
- защита окружающей среды.

Решение перечисленных задач в биологическом земледелии можно осуществить следующими способами (рис. 2).

В биологическом земледелии основными факторами, оказывающими решающее влияние на величину и качество урожая, являются следующие:

- перевод азота воздуха в растительный белок осуществляется посредством бобовых культур, а не путём хемосинтеза азотных удобрений;
- рыхление и оструктурирование почвы производится за счёт применения минимальной или нулевой технологий обработки почвы, исключающих глубокие отвальные обработки при больших затратах энергии;

ЗАДАЧИ:

- 1) экономия энергии
- 2) активизация круговоротов веществ
- 3) защита окружающей среды
- 4) улучшение качества продукции
- 5) повышение плодородия почвы

СПОСОБЫ РЕШЕНИЯ:

- 1) связывание N (биологическое)
- 2) транспортные расходы
- 3) обработка почвы (её минимализация)
- 4) С (органическое вещество)
- 5) внесение P, K, Ca
- 6) уменьшение числа обработок пестицидами
- 7) использование органических отходов (вермикюльтивирование)
- 8) сокращение потерь минеральных веществ (N, P)
- 9) повышение содержания полезных веществ в растениях
- 10) снижение содержания вредных веществ в растениях

Рис. 2. Задачи биологического земледелия и способы их решения (по Г. Канту)

- борьба с сорняками, болезнями и вредителями растений ведётся главным образом путём правильного чередования культур в севообороте, выбора устойчивых сортов, активизации природных врагов вредителей, разумного применения пестицидов преимущественно избирательного действия.

2.1. Повышение плодородия почвы

Плодородие почвы — это её способность обеспечивать растения питательными элементами, водой, воздухом, создавать для них благоприятные физические, физико-химические, биологические условия и формировать их урожай.

Потенциальное плодородие определяется общим запасом в почве гумуса и питательных элементов.

Наземные растения в результате жизнедеятельности постоянно ассимилируют и концентрируют питательные элементы, рассеянные в окружающей атмосфере и в горных породах земной коры. Мир

микроорганизмов закрепляет их в виде различных органических веществ, а затем, в ходе последующих биохимических и других почвенных процессов, — в форме сложного органо-минерального комплекса — гумуса.

Перегной, или гумус, почвы — это, по существу, преобразованная кинетическая энергия солнечного луча. В гумусе чернозёма, например, накапливается солнечная энергия, исчисляемая до 20–30 тысяч килокалорий на один гектар. По данным И.В. Тюрина, общий запас гумуса в метровом слое чернозёмных почв достигает от 391 до 709 т/га.

В быстро меняющейся динамике жизни почв гумус имеет особое значение.

От содержания и состава гумуса зависит аккумуляция (или вымывание) из почвенного профиля ряда элементов, необходимых как для питания растений, так и для оструктуривания почвы.

Гумусовые вещества являются основным аккумулятором почвенного азота. Кроме азота гумус накапливает ряд зольных элементов: калий, железо, кальций, которые освобождаются при разложении гумуса.

Гумусное состояние почвы определяет не только условия питания растений, но и обуславливает благоприятный для них водно-воздушный режим. От содержания и состава гумуса зависит образование агрономически ценной водоустойчивой структуры почв.

Вот что писал о гумусе Г. Гелльригель: «Перегной имеет меньше связности, чем глина, но больше, чем песок, следовательно, известное содержание его придаёт тяжёлым глинистым почвам скважистость, а рыхлому песку — связность. Перегной претерпевает непрерывное разложение, и развивающаяся при этом углекислота является самым распространённым и сильным разлагающим средством для труднорастворимых составных частей почвы. Перегной, таким образом, всегда содержит известное количество неизбежных для растительной жизни условий».

В процессе почвообразования происходит постепенное накопление органического вещества в почве и возрастание её естественного плодородия. С началом земледелия течение этих процессов нарушается, и гумусное состояние почв существенно изменяется. В первые годы после распашки целинных почв в них интенсифицируются процессы минерализации органического вещества и уменьшается его содержание. По данным Почвенного института им. В.В. Докучаева, через 12–13 лет после распашки целины пашня под сельскохозяйственными культурами без внесения удобрений и травосеяния теряет от 25 до 36% исходного содержания гумуса. На старопашотных землях этот процесс замедляется, и

содержание гумуса при неизменной агротехнике вновь стабилизируется, но уже на более низком уровне. Сопоставление данных по гумусному состоянию почв Центрально-Черноземной зоны, опубликованных в 1883 г. В.В. Докучаевым и полученных в наши дни, показывает, что почва с содержанием 10–14% гумуса здесь не осталась. Их гумусированность снизилась за столетие до 4–7%.

В результате многочисленных исследований установлено, что на систематически обрабатываемых и неудобряемых почвах невозможно достичь бездефицитный баланс органического вещества в почве. По данным Тамбовского НИИСХ, за последние годы баланс питательных веществ в земледелии Тамбовской области по сумме питательных веществ стал отрицательным. Урожай почти полностью формируется за счёт питательных веществ почвы. Потребление азота происходит благодаря минерализации гумуса, фосфора и калия сначала с помощью подвижных, а затем и труднорастворимых форм. В конечном итоге это ведёт к резкому падению плодородия почвы.

Причина этого явления заключается в нарушении земледельцами одного из старейших законов научного земледелия — закона минимума, который был открыт ещё в 19 веке учёным-агрохимиком Ю. Либихом. Смысл его сводится к тому, что все вещества (кроме азота), используемые растениями при создании урожая, должны полностью возвращаться в почву с удобрениями. Если этого не происходит, то почва рано или поздно утрачивает своё плодородие.

Приведём следующий пример. На формирование урожая 2003 года земледельцами сельскохозяйственных предприятий Тамбовской области было внесено в почву 44,1 тыс. тонн питательных веществ, а вынесено с урожаем 144,2 тыс. тонн. Разница питательных веществ в количестве 87,1 тыс. тонн (67,1%) была взята растениями за счёт питательных веществ почвы [99].

Современная трактовка закона возврата веществ в почву утверждает, что в рационально организованном хозяйстве все биологически важные элементы питания, взятые урожаем из почвы, должны возвращаться в неё с некоторым превышением, чтобы обеспечивать непрерывный рост урожая и компенсировать возможные потери в результате смыва, выщелачивания, денитрификации и по другим причинам. Это достигается внесением удобрений, заделкой пожнивных остатков, а также путём возделывания бобовых культур, способствующих накоплению в почве связанного азота. Только в этом случае обеспечивается круговорот веществ и повышается плодородие почвы.

Источниками пополнения органического вещества почвы являются неиспользуемые части возделываемых в поле растений и органические удобрения.

По количеству оставляемого в поле органического вещества сельскохозяйственные культуры можно разделить на три группы [57].

Первую группу составляют многолетние бобовые и злаковые травы, оставляющие в почве наибольшее количество органического вещества.

Степень положительного влияния многолетних трав в основном обусловлена количеством накапливаемого ими в почве органического вещества и азота. Оно зависит от уровня урожая, почвенно-климатических условий, вида трав и состава травосмесей. Более сильное действие многолетних бобовых трав на плодородие почвы и урожай последующих культур объясняется их способностью фиксировать атмосферный азот воздуха и накапливать большое количество корневых и пожнивных остатков.

Вторую группу составляют однолетние зерновые и зернобобовые культуры сплошного сева. Однолетние растения оставляют в почве значительно меньше органического вещества, чем многолетние травы. Однолетние зернобобовые в меньшей степени, чем многолетние бобовые травы, фиксируют азот воздуха. Однако между однолетними культурами в этом отношении имеются большие различия. Так, например, райграсс и его смеси с люпином и сераделлой по количеству оставляемых в почве растительных остатков мало уступают многолетним травам и значительно превосходят другие однолетние культуры. Озимые культуры оставляют в почве больше органического вещества, чем яровые зерновые и зернобобовые.

К третьей группе следует отнести пропашные культуры, которые оставляют в почве после уборки наименьшее количество органического вещества.

Наряду с количеством растительных остатков важное значение имеет их химический состав. Так, например, растительные остатки многолетних трав характеризуются высоким содержанием элементов питания. Содержание азота колеблется в них от 2,2 до 2,6%, фосфора — 0,3–0,8% (Льков А.М., 1985).

Влияние той или иной культуры на баланс органического вещества в почве зависит не только от размеров его поступления, но и от интенсивности процесса разложения. Наиболее активно идёт разложение под пропашными, затем под зерновыми, льном, однолетними растениями сплошного посева и, наконец, под многолетними травами.

Следовательно, структурой посевных площадей и чередованием культур в севообороте можно регулировать процессы накопления и раз-

ложения органического вещества и тем самым повысить содержание гумуса в почве.

Возможность поддержания бездефицитного баланса органического вещества почвы только за счёт соотношения культур в ротации подтверждается данными опытов. Так, в пятипольном севообороте (озимая пшеница с подсевом клевера, клевер первого года пользования, клевер второго года пользования, ячмень, вико-овсяная смесь) баланс углерода в почве складывался с ежегодным плюсом в 100 кг/га (Лыков А.М., 1985).

Другой источник восполнения запасов гумуса в почве — органические удобрения. По расчётам учёных Тамбовского НИИСХ, для обеспечения бездефицитного баланса гумуса нам требуется ежегодно вносить около 16 млн тонн навоза. В условиях кризисной ситуации в аграрной сфере это нереально. Поэтому следует обратить внимание на огромные, неиспользуемые до сих пор резервы органического удобрения — солому. Она является дешёвым и самым доступным источником органического вещества. Её ежегодные запасы для нужд полеводства оцениваются по Тамбовской области в количестве двух млн. тонн. Использование этого количества соломы на удобрение позволило бы добавить к каждому гектару пашни 25 кг д. в. NPK.

Таким образом, в комплексе мероприятий по регулированию баланса гумуса в пахотных почвах, помимо совершенствования структуры посевных площадей и освоения правильных севооборотов, весьма важное значение имеют возделывание многолетних бобовых трав и использование различных органических удобрений.

2.2. Активизация круговоротов веществ

Жизнь на нашей планете поддерживают два основных процесса — создание нового органического вещества за счёт фотосинтеза и его последующее ступенчатое разложение. Первый осуществляется, главным образом, высшими растениями, второй — микроорганизмами в почве.

В биосинтетические процессы вовлекаются разнообразные элементы, которые подвергаются постоянным превращениям. Так как количество этих элементов на нашей планете может быть определено конечными величинами, то бесконечность жизни обеспечивается непрерывно идущим круговоротом этих элементов.

Термин «круговорот» означает перемещение элементов или соединений от первоначального источника по определённой пути вновь к своему началу.

Существуют два круговорота — естественный и находящийся под антропогенным влиянием, дополняющий первый круговорот. В сельском хозяйстве мы всегда имеем дело и с тем, и с другим.

Естественный круговорот включает различные циркулирования элементов или соединений, а также различные круговороты одного и того же вещества.

В антропогенном круговороте, совершающемся наряду с естественным, минеральные вещества выносятся с продукцией, выращиваемой в поле.

Математическим выражением круговорота питательных элементов в земледелии является их баланс. Изучение баланса ведётся в двух направлениях. Первое — экспериментальное. Оно базируется на лабораторных и лизиметрических исследованиях, вегетационном и полевом опытах. Второе направление — изучение внешнехозяйственного, хозяйственно-го и биологического баланса веществ. Задачей исследований в этом направлении является обоснование оптимального уровня применения удобрений и возврата веществ в севообороте и хозяйстве с учётом планируемого урожая и накопления их в основной, побочной продукции, корневых и пожнивных остатках [77].

Внешнехозяйственный, хозяйственный и биологический балансы различны по своей структуре и содержанию. Во внешнехозяйственном балансе сопоставляется отчуждение азота, фосфора, калия и других элементов питания растений с товарной продукцией, с возмещением их извне. Хозяйственный баланс основан на выносе питательных веществ растений с урожаем основной и побочной продукции. Вынос дополняется и косвенными потерями. Вынесение питательных веществ сопоставляется с их возмещением удобрениями, бобовыми культурами, атмосферными осадками, семенами, а также в результате азотфиксации свободноживущими микроорганизмами. Биологический баланс основан на биологическом выносе, то есть на максимальном количестве питательных веществ, поступивших в растение за вегетационный период.

Нарушение сложившегося в природе круговорота веществ приводит к «утомлению» почвы. «Почвоутомляемость» проявляется, прежде всего, в снижении количества питательных веществ в почве, что в дальнейшем ведёт и к разрушению её механической и физической структуры, и к изменению всех её свойств.

В настоящее время наука и практика разработали надёжные способы повышения плодородия почвы, которые можно свести к четырём видам: физические, агрохимические и биохимические, мелиоративные, биологические. Нас интересуют, прежде всего, агрохимические и биохимические методы, главной целью которых является улучшение круговорота веществ в земледелии, так как все необходимые растению питательные вещества — минеральные соли, вода, CO₂, кислород, азот — находятся в круговороте.

Сельскохозяйственное использование земельных угодий изменяет круговорот питательности веществ и их ежегодный баланс.

В качестве примера рассмотрим круговорот азота. Большие запасы азота на нашей планете представлены его восстановленными и окисленными газообразными формами, которые входят в состав атмосферы и содержатся в почвенном воздухе.

В почве иммобилизовано азота в три раза больше, чем его содержится в биомассе растений и животных. Но при этом азот в почве часто бывает в первом минимуме, так как он находится в недоступной для растений форме. Основная масса почвенного азота заключена в перегнойных соединениях, которые минерализуются очень медленно. Мировое сельское хозяйство ежегодно выносит с урожаем около 110 млн тонн азота, а вносит в виде удобрений примерно 50 млн тонн. С учётом коэффициента использования потребности в азоте покрываются лишь на 25% из расчёта по урожаю. Остальная часть азота урожая берётся из почвенных запасов и с помощью его биологической фиксации [8].

В зависимости от принятой системы ведения земледелия баланс азота может складываться по-разному. Это подтверждается материалами исследований Г. Канта, 1988 (табл. 1).

В биологическом земледелии одной из важнейших задач является активизация круговоротов питательных веществ, которая достигается, прежде всего, из-за повышения содержания в почве органического вещества. В связи с этим на первый план выступают баланс гумуса и пути его регулирования.

В почве одновременно происходят два противоположно направленных процесса, связанных с трансформацией органического вещества, — минерализация и гумификация. При внесении в почву свежего органического вещества 70–80% его массы минерализуется в течение двух лет. Остальные 20–30% подвергаются гумификации. В свою очередь, собственно гумус также минерализуется, хотя и значительно медленнее, теряя в среднем 1,5–2% исходных запасов в год.

Новообразование перегноя за счёт гумификации свежего органического вещества происходит как на целине, так и на пахотных почвах. Но на целинных землях в биологический круговорот органического вещества включена как корневая, так и наземная масса растений, на пахотных угодьях — только корни и стерня, так как основная часть наземной массы отчуждается в виде урожая. В связи с этим, количество вновь образованного гумуса на пашне бывает меньше, чем на целине, и оно часто не может восполнить расходы гумуса в результате его минерализации. При недостатке в пахотных почвах энергетического материала

представленного лишь корневой системой культурных растений, микроорганизмы в качестве его источника используют почвенный гумус, что снижает его содержание в почве.

Таблица 1

Баланс азота в хозяйствах различной специализации (по Г. Канту)

<p>I. Луговодство (лугопастбищное хозяйство)</p>	<p>NPK из удобрений</p> <p>Почва → Растения → Скот → Молоко → Фекалии (чел.) Скот → Мясо → Фекалии (чел.) Скот → Экскременты (жив.) → Почва Экскременты (жив.) → Море Море → Почва Растения → Потери → Почва</p> <p>NPK = 30:100% из минеральных удобрений (100% в начале) + 30–50% за счёт возврата с внутрихозяйственными удобрениями</p>
<p>II. Луговодство (лугопастбищное хозяйство с высокой долей бобовых в травосмесях)</p>	<p>NPK из минеральных удобрений</p> <p>Почва → Растения → см. выше → Экскременты → Почва Растения → Потери → Почва</p> <p>N = 50–20% за счёт бобовых 50–20% за счёт возврата с навозом 50–30% из минеральных удобрений</p>
<p>III. Полеводство и животноводство (с выращиванием люцерны и клевера + травосмеси с бобовыми)</p>	<p>NPK из удобрений</p> <p>Почва → Растения → Скот → Экскременты → Почва Скот → Экскременты → Море Море → Почва Растения → Потери → Почва Скот → Продажа → Море Море → Закупка кормов → Скот</p> <p>N = 100–50% за счёт бобовых 20–30% за счёт возврата с навозом 30–20% за счёт закупки кормов + минеральные удобрения</p>
<p>IV. Полеводство и животноводство (с выращиванием кукурузы на силос и сеяных трав)</p>	<p>Схему см. выше</p> <p>N = 70–80% из минеральных удобрений 30–20% за счёт возврата с навозом (1 голова КРС/га) или N = 20–40% из минеральных удобрений 60–80% за счёт закупки кормов (>3–4 голов КРС/га)</p>
<p>V. Полеводство без животноводства (без бобовых на зелёное удобрение)</p>	<p>N = 100% из минеральных удобрений PK = 100% из минеральных удобрений</p> <p>Почва → Растения → Продажа → Экскременты → Почва Продажа → Море Море → Почва Растения → Потери → Почва Продажа → Отходы переработки → Компостирование отходов → Почва Продажа → Кормовые зерновые (компонент системы I–IV) → Почва</p>

Баланс гумуса может быть положительным, если поступление в почву новообразованного перегноя превышает его расход в результате

минерализации, или отрицательным, когда количество заново образовавшегося гумуса меньше минерализовавшегося.

Задача регулирования баланса гумуса на пашне должна решаться двумя путями: во-первых, увеличением поступления в почву свежего органического вещества, во-вторых, применением агроприёмов обработки почвы, уменьшающих минерализацию органического вещества.

Следовательно, правильно составленные балансы питательных веществ — это первое биологическое мероприятие при организации альтернативного хозяйства. В них должно быть чётко определено, какое количество азота должно быть внесено в виде минеральных удобрений с учётом финансовых и энергетических затрат, а какое — связано с помощью бобовых культур. Количество вносимых минеральных удобрений должно быть уменьшено как по экономическим соображениям, так и с целью защиты окружающей среды. Предпосылками этого являются не только грамотно составленный баланс питательных веществ и целенаправленное применение органических удобрений, но и правильная система обработки почвы и севооборотов.

2.3. Экономия энергии

Прослеживая историю развития земледелия, можно видеть, что его курс на монокультурный способ ведения выдвинул в качестве главного фактора экономические показатели роста затрат на производство. Причём освоение интенсивных технологий выращивания сельскохозяйственных культур приводит к увеличению затрат во много раз. Так, например, в США на получение одной пищевой калории затрачивается сегодня около девяти калорий нефти на фоне её постоянного удорожания. В мировом земледелии на один гектар риса затрачивается в среднем около 65 тысяч МДж энергии.

В то же время выработка энергии будет зависеть как от системы земледелия, так и от формы организации труда [13]. Данные таблицы 2 показывают, что количество произведённой энергии выше в хозяйствах интенсивного типа. Наивысший показатель дают хозяйства, организованные по типу мелких семейных ферм (Китай).

Самую низкую величину выработки энергии имеют хозяйства со специализацией на свиноводстве.

Анализ расхода энергии в мировом земледелии показывает, что подавляющая её часть приходится на азотные удобрения, обработку почвы и транспорт (табл. 3).

Таблица 2

Использование и выработка энергии в зависимости от способов земледелия [13]

Показатель, МДж/га	Содержание свиней	Переложная система (Африка)	Выращивание культур*			Мелкие фермы Китая
			рис	кукуруза	пшеница	
Использование	123630	240	4155 65464	2903 29851	6641 17800	6844
Выработка	3920	15685	22900 84120	14150 76910	11200 56200	281100
Чистая прибыль	-119710	+15445	+18745 18656	+11247 47059	+4559 38400	+274254

Таблица 3

Структура расхода энергии в мировом земледелии [13]

№ п/п	Наименование ресурсов	%
1.	Машины и постройки	14
2.	Работа	1
3.	ГСМ	29
4.	Семена	6
5.	Азотные удобрения	43
6.	Фосфорные удобрения	4
7.	Калийные удобрения	2
8.	Пестициды	1
	Итого:	100

Исходя из этого, максимальную экономию энергии могли бы обеспечить биологическое связывание азота и минимализация обработки почвы. В этом плане наибольший интерес для биологического земледелия будет представлять выращивание в севообороте зерновых бобовых культур (горох, соя, бобы) и особенно многолетних бобовых трав (эспарцета, люцерны и клевера). По данным исследований Г. Канта, 1988, многолетние бобовые травы дают самый высокий выход энергии — до 150 ГДж с гектара. В то же время они обеспечивают и наибольшую степень её трансформации — до 300 ГДж с гектара (соотношение энергии, накопленной в урожае и затрачиваемой на выращивание).

Большим и пока мало используемым резервом экономии материальных и денежных средств является применение соломы в качестве органического удобрения. Её использование на удобрение значительно ускоряет и удешевляет уборку зерновых культур. При уборке зерновых

* 4155 — хозяйства экстенсивного типа
65464 — хозяйства интенсивного типа

культур комбайном с соломокопнителем трудовые затраты на освобождение поля от соломы (скирдование) превышают затраты на уборку самого зерна. Если собранная солома не используется, то все затраты на уборку будут составлять прямые убытки, а себестоимость уборки значительно повысится. Кроме того, из-за недостатка техники уборка соломы затягивается, что затрудняет проведение своевременной и качественной зяблевой обработки почвы. Практический опыт использования соломы показал, что при непосредственном её применении на удобрение затраты труда и расходы ниже, чем при использовании подстилочного навоза соответственно на 80 и 70%. Заделка измельчённой соломы на удобрение особенно выгодна на отдалённых от ферм полях [99].

Уменьшить транспортные расходы позволяет широкое применение сидератов и многолетних трав в структуре посевных площадей. В этом случае резко снижается потребность в использовании минеральных удобрений и навоза. А значит, значительно сокращаются работы по их транспортировке. Ведь проще и дешевле доставить и внести в почву 15–20 кг/га семян сидерата, чем 2–3 ц/га минеральных удобрений или 40–50 т/га навоза.

Следует отметить, что затраты совокупной энергии в паровом поле удобренном навозом (30 т/га), в два раза выше, чем в сидеральном паре. В условиях экономического кризиса использование сидеральных паров — наиболее рациональный способ восстановления почвенного плодородия, повышения продуктивности пашни и рентабельности производства растениеводческой продукции [99].

Большую экономию энергии даёт минимализация обработки почвы. Так, в опытном хозяйстве ВНИИЗХ (Казахстан) за счёт внедрения в начале 70-х годов новой почвозащитной системы земледелия число проходов тракторных агрегатов по полю при возделывании зерновых культур сократилось с семи до четырёх. Благодаря совмещению отдельных операций хозяйству удалось снизить на каждом гектаре расход ГСМ с 24 до 16 кг, затраты труда — с 0,34 до 0,22 чел./дн., прямые производственные издержки — с 6,7 до 5,6 рублей [87].

По данным Украинского НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства, минимализация обработки почвы повысила производительность труда на 37–40 процентов, снизила расход горючего на 38–46 процентов, уменьшила производственные затраты на 24–31 процент [67].

Исследования Тамбовского НИИСХ показали, что замена плужной обработки почвы комбинированной (отвально-плоскорезной и отвально-но-чизельной) привела к снижению затрат труда на 6,1–10,6%. Расход

топлива на обработку 1 га уменьшился при этом на 3,4–5,1 литра. Затраты совокупной энергии на проведение обработок снизились на 292–419 МДж/га или на 11,7–16,7% [99].

Длительные результаты исследований (25 лет) Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева показали, что минимализация обработки почвы не снижает продуктивность полевых культур (табл. 4). Выход основной продукции при этом увеличился на 0,2 т к.ед. с одного гектара как зернопропашного, так и зернотравяного севооборота. Расход дизельного топлива снизился на 0,5–0,7 кг на 1 ц к.ед. и значительно уменьшилась энергоёмкость продукции.

Впечатляющие результаты по эффективности применения биологической системы земледелия имеет товарищество на вере «Пугачёвское» Мокшанского района Пензенской области. Это хозяйство стало осваивать у себя малозатратную ресурсосберегающую технологию возделывания зерновых культур с 1984 года. В настоящее время средняя урожайность зерновых составляет 32 ц/га, себестоимость зерна — 41 руб./ц. Рентабельность зернового производства достигла 300%. Следует подчеркнуть, что хозяйство практически не применяет минеральные удобрения и пестициды [105].

Таблица 4

Энергетическая эффективность возделывания полевых культур в севообороте (в среднем за 25 лет)

Показатели	Зернопропашной		Зернотравяной	
	отвальная на 20–22 см	минимальная на 8–10 см	отвальная на 20–22 см	минимальная на 8–10 см
Выход основной продукции, т/га к.ед.	3,3	3,4	4,5	4,7
Расход дизельного топлива, кг на 1 ц к.ед.	3,2	2,5	2,7	2,2
Энергоёмкость 1 ц к.ед. основной продукции, МДж	885	810	715	680

Аналогичную закономерность отмечают и зарубежные исследователи. По данным G. Pearce, 1977, энергетические затраты при плужной обработке составляют 10,7 квт. ч/га, при минимальной — 5,6, а при нулевой — 2,4.

Статистика показывает, что в США при минимальной обработке почвы экономия на гектар посева составляет от 20 до 35 долларов.

Земледелие нашего времени — это насыщенная экосистема. Получение каждой последующей прибавки урожая стоит всё дороже. В этой

связи, освоение более дешёвых методов биологического земледелия для нашей страны будет иметь актуальное значение. Дело в том, что кризисное состояние земледелия и экономики в целом не позволяет нам идти по пути его резкой интенсификации. Необходимо использовать нетрадиционные методы, к которым как раз и относится биологическое земледелие. Это позволит нам не только сохранить почвенное плодородие и повысить урожайность сельскохозяйственных культур, но и резко сократить энергетические ресурсы за счёт освоения севооборотов, насыщенных до оптимального значения зернобобовыми культурами и многолетними травами, сидератов широкого применения и соломы в качестве органических удобрений и использования приёмов минимальной обработки почвы.

2.4. Улучшение качества продукции

Суть аграрной реформы в России в конечном итоге будет сводиться к переводу деревни на рыночные рельсы. Сельский товаропроизводитель неизбежно столкнется с таким явлением, как конкурентная среда. В этих условиях в первую очередь будет востребована продукция, качество которой отвечает необходимым требованиям.

Мировая практика показывает, что продукция высокого качества обеспечивает снижение производственных затрат, повышение чистого дохода, захват больших долей рынков сбыта. Существует прямая математическая зависимость между прибылью на инвестируемый капитал и качеством продукции. Высококачественная продукция приносит примерно на сорок процентов больше прибыли на инвестируемый капитал, чем продукция низкого качества.

Согласно стандарту, качество продукции — это совокупность свойств продукции, обуславливающих её пригодность удовлетворять определённые потребности в соответствии с её назначением. В литературе можно встретить и другие определения качества. Многие авторы считают, что качество — это прежде всего химический состав продукта. Следовательно, основой для качественной оценки сельскохозяйственной продукции служит её биохимический состав — содержание углеводов, белков, жиров, витаминов. Однако этого мало. В настоящее время необходимо оценить и гигиеническое качество продукта. Для чего нужны анализ и оценка состава золы, а также данные о содержании минеральных форм азота — нитратов и нитритов.

Следует помнить, что растительная пища является одним из основных поставщиков минеральных элементов. Вот почему необходимо знать о наличии в ней радионуклидов, тяжёлых металлов и других биологически активных элементов.

Особое внимание следует уделять содержанию в продуктах питания различных пестицидов и их остатков. Дело в том, что около 70% пестицидов попадает в организм человека вместе с мясом, молоком и яйцами, а 30% — с растительной пищей. Такие пестициды, как авадекс, гептахлоран, полихлорнитробензол и некоторые другие, способны вызывать у человека злокачественные опухоли.

Огромное количество пестицидов, циркулирующих в биосфере, в конечном итоге осаждаются в почве. Дальнейшее самоочищение агрофитоценозов от пестицидов и их остатков определяется биологической активностью почвы. Установлено, что основная роль в процессе разложения пестицидов в почве принадлежит микроорганизмам. Поэтому поддержание нормальной жизнедеятельности микроорганизмов путём биологизации земледелия является одним из условий ограничения поступления пестицидов в выращиваемую продукцию. Имеется в виду внесение повышенных норм органических удобрений, соломы вместе с азотными удобрениями, заплата сидератов бобовых культур.

В настоящее время одной из важных проблем как следствие усиления антропогенной нагрузки на экосистемы является проблема нитратов — их влияния на здоровье человека. Ограничить поступление нитратов и нитритов в продукты растениеводства можно за счёт использования биологического азота. Для увеличения биологического азота в азотном балансе нужно изменить структуру посевов, увеличив удельный вес бобовых культур.

Рассмотрим более подробно пути регулирования качества продукции растениеводства.

Общеизвестно, что наиболее существенное влияние на вкусовые и технологические качества продукции растениеводства, прежде всего на зерно злаковых культур, оказывает климат — температура среды и количество осадков. Ещё в 1865 г. Н.Е. Лясковский установил, что районы с более резко выраженным континентальным климатом являются лучшими для выращивания пшеницы с высоким выходом белка. Однако не меньшее влияние на качество продукции растениеводства оказывают почва, удобрения и пестициды. Так, синтез белковой молекулы невозможен без азота и фосфора. Поэтому, одним из агроприёмов, направленных на создание урожая зерна с хорошими технологическими свойствами является, прежде всего, азотно-фосфорное удобрение. Причём различные формы азотных удобрений под озимую пшеницу оказывают практически одинаковое действие на качественные показатели зерна — содержание белка, клейковины, стекловидность, натуру семян и силу муки. Следовательно, высокий агрофон по азоту мы можем

создать не только за счёт минерального удобрения, но и за счёт методов биологического земледелия — подбора культур, травосеяния, органического удобрения, сидератов и т. д. Это позволит получить зерно с такими же показателями качества, как и при использовании синтетического азота.

Определённое влияние на биохимический состав зерна оказывают гербициды. Особенно осторожно следует их использовать в посевах пивоваренного ячменя. Связано это с тем, что некоторые из них могут оказывать влияние на азотный обмен и привести к повышению содержания белка в зерне и уменьшению накопления крахмала.

При возделывании фабричной сахарной свёклы внимание агронома должно быть направлено, прежде всего, на повышение сахаристости корнеплодов, снижения содержания вредного азота и мелассообразующих элементов в корнеплодах (калия и натрия).

Регулировать сахаронакопление в корнеплодах можно путём изменения доз и соотношения элементов минерального питания в удобрениях. Азот является фактором, определяющим урожайность свёклы, но он плохо влияет на содержание сахара. По западноевропейским данным добавление 10 кг азота сверх 100 кг/га приводит к снижению содержания сахара на 0,075%. Поэтому рекомендуемую дозу азотных удобрений следует вносить под основную обработку почвы, а не давать в виде подкормок во время вегетации.

Следовательно, освоение методов биологического земледелия позволит существенно улучшить качество продукции, повысив её лёжкость, содержание сухого вещества, белка, витаминов и т.д., и снизить содержание вредных веществ (нитратов, остатков пестицидов).

2.5. Защита окружающей среды

Окружающая природная среда в своем естественном состоянии является экологически сбалансированной системой. Поскольку все параметры состояния среды являются взаимосвязанными, изменение одного из них влечёт за собой и изменение всех других. В своем эволюционном развитии окружающая среда под влиянием внутренних сил или внешних факторов может проходить ряд критических точек: нормальное, аномальное, кризисное состояние и разрушение среды. Во многих странах человечество подошло к критическим порогам, за которыми дальнейшее злоупотребление возможностями среды грозит ей необратимыми последствиями.

Для того чтобы оценить состояние среды и спрогнозировать её изменение, разработана система наблюдения и контроля — мониторинг. Сос

тавной частью такой системы является агроэкологический мониторинг, задача которого заключается в постоянном наблюдении и контроле за состоянием агроэкосистем в процессе сельскохозяйственной деятельности. Объектами наблюдения служат воздух, вода, почва и растения.

В целях дальнейшего совершенствования природоохранной деятельности планируется введение на каждом сельскохозяйственном предприятии комплексного методического документа — экологического паспорта. Экологический паспорт должен отражать состояние окружающей среды, условия жизни и состояние здоровья населения. Данная паспортизация предусматривает также установление взаимосвязей в системе «предприятие—среда—человек».

Полученные при паспортизации данные о структуре, плодородии почвы, загрязнении сточных вод, составе выбросов в атмосферу позволят объективно определить масштабы существующего негативного воздействия на среду и разработать перечень мероприятий, направленных на снижение загрязнения природной среды до необходимых пределов по любому загрязняющему токсиканту, определить реальные сроки и объёмы затрат для их выполнения.

В земледелии самое первое влияние на окружающую среду — это уничтожение природной растительности и замена её растительностью культурных полей.

Вторым по своему объёму влиянием сельскохозяйственной деятельности человека на среду следует признать развитие ускоренной ветровой и водной эрозии почвенного покрова.

Очень важное значение имеет изменение биологического круговорота веществ природных экосистем при их замене агроэкосистемами. По данным Т.И. Евдокимовой, 1976, в результате распашек целинных степей на чернозёмах годовое поступление в почву органического вещества сократилось в 13 раз, азота — в 13 раз, фосфора — в 2,5 раза, калия — в 4 раза.

Существенные проблемы окружающей среды связаны с использованием в земледелии минеральных удобрений. Дело в том, что в почвенно-поглощающем комплексе закрепляется не вся внесённая доза удобрений. Часть её или вымывается из почвы, или улетучивается в атмосферу. По этой причине происходит загрязнение водоёмов нитратами, а атмосферы — окислами азота.

Сложные проблемы возникают в связи с постоянным увеличением масштабов использования в сельском хозяйстве пестицидов и регуляторов роста растений. Опасность их применения состоит в том, что при существующих технологиях их внесения не вся доза попадает на растения; часть пестицидов загрязняет почву и воздух.

Следующая проблема — это отходы сельскохозяйственного производства и перерабатывающей промышленности. Так, например, годовое производство зерновых культур ежегодно даёт около 1700 млн. тонн соломы, большая часть которой попросту сжигается.

В связи с перечисленными проблемами биологизация земледелия будет способствовать решению задач по защите окружающей природной среды. Прежде всего, за счёт сокращения объёмов применения минеральных удобрений и уменьшения числа обработок пестицидами. А также путём упорядочения использования органических отходов за счёт вермикультивирования, т.е. промышленного разведения некоторых форм дождевых червей. Вермикультивирование позволит решить на биологической основе ряд экологических задач:

- 1) утилизация органических отходов;
- 2) получение качественного органического удобрения — биогумуса;
- 3) повышение плодородия почвы;
- 4) выращивание экологически чистой продукции.

Таким образом, человек в результате своей деятельности оказывает постоянное воздействие на окружающую природную среду, которое вызывает в ней побочные изменения. В земледелии к таким изменениям относятся потеря почвой своего плодородия в результате истощения и эрозии, а также загрязнение почвы, воздуха и воды производственными отходами, минеральными удобрениями, пестицидами и другими веществами. Сегодня перед земледельцами стоит задача перевода земледелия на экологическую базу и освоения малоотходных технологий и безотходных чистых производств. Эту задачу можно успешно решить только в том случае, если будут освоены и применены в повседневной практике методы биологического земледелия.

Глава 3. Структура посевных площадей и севообороты

3.1. Структура посевных площадей

Под структурой посевных площадей понимается соотношение площади посевов различных сельскохозяйственных культур, выраженное в процентах.

Структура посевных площадей отображается в форме таблицы, где за сто процентов принимается площадь пашни, находящейся в обработке.

Важнейшим критерием рациональной структуры посевных площадей является её экономическая эффективность. Для хозяйства важен не только наибольший выход необходимой продукции с единицы площади, но и то, чтобы её производство обходилось как можно дешевле при улучшении её качества.

Структура посевных площадей как важнейший фактор организации хозяйства не является постоянной величиной и подвергается непрерывным изменениям, причинами которых являются как непостоянство природных условий, так и организационно-экономических факторов.

Структура посевных площадей является основой для построения севооборотов. При командной экономике она носила научно-обоснованный характер и зависела в первую очередь от специализации хозяйства и его зонального размещения. Например, концепцией развития сельскохозяйственного производства ЦЧЗ являлась его дальнейшая интенсификация за счёт повышения плодородия почвы. В основу системы земледелия был положен принцип плодосмена, который в научной агрономии носит название закона единства и взаимообусловленного развития фитоценоза. При этой системе наука рекомендовала следующую структуру посевных площадей: зерновые культуры — 55% площади пашни; из них зерновые колосовые — 45%, зернобобовые — 5%, крупяные — 5%; технические культуры — 10%; кормовые культуры — 25%; чистый пар — 10%.

Переход к рыночной экономике, в которой потребитель решает, что производить, привёл к нарушению научно-обоснованной структуры посевных площадей. Сегодня мы имеем такую структуру, в которой преобладающее положение занимает зерновая группа с наибольшим удельным весом в ней озимой пшеницы. Практически отсутствуют зерновые бобовые и крупяные культуры. Насыщение зерновыми культурами

ми в такой структуре составляет 65–70% и более. Как следствие, часть площадей озимой пшеницы приходится размещать по ячменю и повторно по озимой пшенице. Отсюда — повышенная степень засорённости посевов, распространение болезней и вредителей, гибель при неблагоприятно складывающихся погодных условиях.

Из технических культур монополия принадлежит подсолнечнику. Из-за больших площадей его посева и отсутствия в связи с этим предшественников, его приходится возвращать на прежнее место через три-четыре года, а не через семь-восемь лет, как того требуют факторы остаточной влаги и инфекционного начала. Следует помнить, что даже современные гибриды подсолнечника, устойчивые к одному патогену, а также химические средства не решают проблемы в целом.

Удельный вес кормовых культур явно незначителен. В целом ряде хозяйств, где ликвидировано животноводство, кукуруза, однолетние и многолетние травы вообще отсутствуют.

Здесь налицо явное нарушение законов земледелия: закона возврата веществ в почву и закона плодосмена.

Первопричиной указанного изменения и «совершенствования» структуры посевных площадей послужил рыночный спрос на продукцию сельского хозяйства. Закономерен вопрос: до какого предела возможно насыщение севооборота одной культурой? Это можно делать до тех пор, пока увеличение общего сбора продукции с одного гектара севооборотной площади не сопровождается снижением её урожайности. А это возможно лишь в том случае, если насыщение не сказывается отрицательно на водном и пищевом режимах почвы, подавлении сорной растительности, защите от вредителей и болезней. По данным исследований В. Федорова, В. Воронцова и З. Брюховой, 2001, насыщение севооборотов зерновыми культурами возможно до 60 и более процентов. В севооборотах с короткой ротацией зерновые культуры могут занимать даже 75% севооборотной площади.

В настоящее время наибольшим рыночным спросом и высокой экономической эффективностью обладают зерновые культуры. Исходя из этого фактора, совершенствование структуры посевных площадей будет являться одним из важных путей увеличения производства зерна. Оно возможно в двух направлениях: в некотором расширении общей площади под зерновыми; в изменении пропорции площадей между зерновыми культурами.

Возможность расширения площадей под зерновыми культурами можно осуществить, в первую очередь, за счёт освоения залежных земель и сокращения площади под кормовыми культурами в связи с резким сокращением поголовья животных.

Сложный вопрос структуры посевных площадей в группе зерновых заключается в правильном соотношении продовольственных культур: озимой пшеницы, озимой ржи и яровой пшеницы. Здесь безусловное лидерство принадлежит озимой пшенице. Эта культура обладает большими биологическими возможностями наращивать высокий урожай зерна и более высоким рыночным спросом. Однако дальнейшее расширение её посевов затруднено из-за отсутствия хороших предшественников: чистых и занятых паров, многолетних трав, гороха, кукурузы на зелёный корм.

Озимая рожь в наши дни стала незаслуженно забытой культурой. Хотя по сравнению с озимой и яровой пшеницами она обладает целым рядом качеств: высокой зимостойкостью, санитарией, прекрасным качеством белка. Поэтому она по праву должна занимать не менее 30% общей площади озимых.

Широкому распространению яровой пшеницы в 90-х годах в Центрально-Черноземной зоне способствовал высокий спрос на зерно этой культуры. Однако следует помнить, что яровая пшеница в силу своих биологических особенностей является высокотребовательной культурой к почвенному плодородию, чистоте и структуре почвы. В связи с этим, не каждый год в условиях зоны удаётся сформировать урожай яровой пшеницы, который бы отвечал всем требованиям к качеству. В любом случае, эти три культуры должны не противопоставляться одна другой, а разумно сочетаться, исходя из рыночного спроса и складывающихся условий.

Особый интерес вызывает насыщение севооборотов сахарной свёклой, так как она в наше время является самой доходной культурой. Опыты показали, что эта культура может занимать до 25% площади пашни, но только в севооборотах с короткой ротацией — четырёх-пятипольных [99].

Что касается подсолнечника, то предельное насыщение им не должно превышать 20 процентов севооборотной площади. Это означает, что в 10-типольном севообороте подсолнечник может занимать два поля. Его возвращение на прежнее место сокращается до четырёх-пяти лет без снижения урожайности.

Так как мы ведём речь о биологическом земледелии, наибольший интерес должна вызывать структура посевов применительно к этой системе.

В структуре посевных площадей биологического земледелия должны обязательно присутствовать сидеральные культуры, зерновые бобовые культуры и многолетние бобовые травы.

Площадь посева под сидеральными культурами должна составлять не менее одного поля севооборота. Проще говоря, на смену чистому пару должен прийти сидеральный пар. Площадь под зерновыми бобовыми

ми культурами, включая главную из них — горох, должна составлять 5–6% пашни. Площадь посева под многолетними бобовыми травами должна составлять не менее 50% кормового клина. Такая структура позволит экономить производственные затраты и повысить общую продуктивность всех культур за счёт биологической фиксации азота воздуха и обогащения почвы органическим веществом.

Согласно исследованиям Престона Салливана, 2003, обязательными элементами структуры биологического земледелия являются покровные культуры, так как они выступают основополагающими принципами любой биологической системы, стремящейся к устойчивости. Покровную культуру можно рассматривать как живую мульчу, которая закрывает зелёным ковром почву, свободную от посевов основных культур, либо в их междурядьях. Такая живая зелёная мульча подавляет рост сорняков, уменьшает почвенную эрозию и инфильтрацию воды в почву. К наиболее распространённым покровным культурам можно отнести озимую пшеницу и рожь, вику мохнатую, горох и клевер. Степень насыщенности севооборота покровными культурами будет зависеть от природной зоны, состава основных культур и их удельного веса в общей площади посева.

3.2. Научные основы севооборотов

Наукой и практикой установлено, что процесс создания урожая связан с наличием определённых внешних условий, с их динамикой во времени, с различной способностью растений использовать почвенные и климатические условия и противостоять неблагоприятным физическим, химическим и биологическим воздействиям. Ослабление влияния неблагоприятных факторов в земледелии достигается применением севооборотов.

Севооборот есть научно-обоснованное чередование сельскохозяйственных культур и паров во времени и на территории.

В основе этого важнейшего принципа агрономии лежит закон единства и взаимообусловленного развития фитоценоза (растительного сообщества) и его местообитания.

Развитие фитоценозов и их местообитаний протекает на взаимообусловленной, биологически согласованной основе, и в этом смысле они находятся в единстве. При распашке природных фитоценозов эта естественная биологическая устойчивость, взаимообусловленность, а также нерасторжимость растительного сообщества и его местообитания со всеми установившимися связями нарушается. Так, минуя закон, человек при монокультуре стал получать намного меньший урожай, чем да-

вала природа до его вмешательства в фитоценоз. Этот факт свидетельствует о том, что любое агротехническое мероприятие при бессменной культуре менее эффективно, чем при плодосмене.

Причины чередования культур в посевах и их необходимость исследуют давно. Ещё в 1842 году в Англии (Ротамстед) были проведены длительные опыты, с помощью которых отслеживали возможности бессменных посевов различных культур. В России в Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева с 1912 года изучают бессменные посевы картофеля, озимой ржи, овса, клевера, льна и тех же культур в шестипольном севообороте с чистым паром и однодичным клевером. Клевер и районированные сорта льна перестали расти в бессменных посевах, а рожь и овёс в 1,5–2 раза снизили урожай по сравнению с возделыванием в севообороте, и только урожай картофеля изменился сравнительно мало. Ежегодное применение удобрений не сглаживало различия в урожаях (кроме картофеля), а на посевах озимой ржи и овса она стала даже более значительной.

В современных теориях севооборота учитывается всё многообразие причин, вызывающих необходимость чередования культур. Вот что писал по этому поводу Д.Н. Прянишников: «Причины, по которым правильное чередование культурных растений в севообороте оказывается более продуктивным, чем непрерывное возделывание одной и той же культуры, можно разделить на четыре группы:

- 1) причины химического порядка, т.е. различия в химическом составе растений и в особенности потребления ими питательных веществ;
- 2) причины физического порядка, т.е. различия в состоянии почвы и её влажности после уборки разных культур;
- 3) причины биологического порядка, т.е. разное отношение культур к болезням и вредителям и к сорным травам;
- 4) причины экономического порядка, т.е. различия в количестве и в распределении во времени труда, которого требуют культуры, их разное значение для хозяйства».

Научные данные и передовая практика показывают, что наибольшая продуктивность культур достигается в севообороте как по удобренному, так и неудобренному фону как следствие более полного использования культурами питательных веществ из глубоких слоёв почвы. Корнесмен в данном случае служит существенным фактором улучшения питательного режима почвы и растений.

При бессменном возделывании культур урожай самый низкий, что является результатом накопления факторов почвоутомления. Здесь од-

ной и той же культурой выносятся питательные вещества из одного и того же корнеобитаемого слоя в одном и том же соотношении. В результате слой выноса питательных веществ обедняется, оптимальное соотношение между элементами минерального питания нарушается.

Некоторые культуры — люцерна, гречиха, горчица, эспарцет — способны использовать фосфаты из труднорастворимых соединений в почве, тогда как пшеница, картофель, кукуруза, сахарная свёкла могут использовать только их подвижные формы. При чередовании этих групп культур фосфатный фонд почвы будет использоваться гораздо полнее.

Чередование культур в севообороте даёт возможность обеспечить равномерное распределение по полям послеуборочных остатков. Здесь важно отметить, что послеуборочных остатков больше при чередовании культур, чем в монокультуре.

Сельскохозяйственные культуры требуют для создания урожая разного количества влаги и обладают разной способностью извлекать её из почвы. Озимая пшеница, горох, просо, суданская трава, кукуруза на силос для создания урожая используют воды меньше, подсолнечник и кукуруза на зерно — значительно больше. Причём различные культуры выносят влагу из разных слоёв почвы. Например, яровая пшеница употребляет влагу из слоя почвы 0–100 см, подсолнечник и озимая пшеница — из слоя 0–150 см, многолетние травы — из слоя 0–300 см. Сахарная свёкла, подсолнечник и многолетние травы, имея глубокую корневую систему, в состоянии добывать больше влаги, чем растения с мелкими корнями.

Следовательно, плодосмен необходим не только для лучшего использования из почвы питательных веществ, но и влаги (В.Р. Ротмистров, 1913).

Чередование культур в посевах способствует их меньшей засорённости, меньшей поражаемости болезнями и вредителями.

Средством подавления сорной растительности будет являться смена возделываемых культур. Если чередовать между собой озимые и яровые культуры, то в посевах первых будут уничтожаться яровые сорняки, а в посевах вторых — озимые. Если чередовать между собой ранние и поздние яровые культуры, то первые не допустят развития поздних сорняков, а вторые — ранних яровых, которые будут уничтожаться предпосевной культивацией.

Возделываемые культуры имеют разную биологическую способность противостоять сорным растениям. Сильнее засоряются и угнетаются сорняками культуры с медленным ростом в начальный период, а также с менее развитой надземной частью и слабыми корнями. К ним от-

носятся просо, яровая пшеница, горох, яровой ячмень, сахарная свёкла. Более устойчивы к сорнякам многолетние травы, озимые зерновые (особенно рожь), подсолнечник, суданская трава. Чередование культур, слабо- и сильноустойчивых к сорным растениям, намного облегчает борьбу с сорняками.

Вредоносность насекомых и болезней растений также заметно снижается при научно обоснованном чередовании культур.

Важной биологической особенностью насекомых, вредителей и болезней растений является наличие у них избирательности к культурам, из-за чего бессменные посеы способствуют распространению патогена. Что произойдет, если на данном поле посеять другую культуру? Например, после озимой пшеницы — сахарную свёклу, а после неё — ячмень. При этом возбудители болезней и вредителей, поражающие озимую пшеницу, на посевах сахарной свёклы не будут иметь необходимых условий для жизни, и многие из них погибнут. То же самое будет с возбудителями болезней и насекомыми сахарной свёклы на посевах ячменя.

В конце 70-х годов прошлого века в специальной сельскохозяйственной литературе появилось утверждение, что с ростом интенсификации производства роль севооборотов, как фактора повышения плодородия почвы и роста урожайности сельскохозяйственных культур, снижается. Дело дошло до того, что даже сахарную свёклу стали размещать по сахарной свёкле. К счастью, практика быстро показала несостоятельность этого положения.

В наше время системного кризиса роль и значение севооборота будет неуклонно возрастать. В первую очередь это связано с тем, что мы практически перестали применять минеральные удобрения. Резко снизился объём работ и по внесению пестицидов.

Севооборот как комплекс организационно-экономических и агротехнических мероприятий является основой, базой культурного земледелия. Он должен отражать специализацию хозяйства. Без правильных севооборотов не может быть рациональной системы земледелия, научно-обоснованной технологии, очень трудно решать вопросы повышения плодородия почвы. Севообороты помимо наведения порядка на земле оказывают большое влияние на всё обустройство хозяйства, делая его более организованным и устойчивым.

3.3. Предшественники

Сельскохозяйственная культура или пар, занимавшие данное поле в предыдущем году, называются предшественниками.

Все культуры по характеру их влияния на почву, по требованию к внешним условиям, ценности в качестве предшественников обычно делят на группы: яровые сплошного посева; озимые; зернобобовые; пропашные; технические сплошного посева; однолетние травы; многолетние травы; чистые пары. Однако это деление носит условный характер (И.В. Якушкин, 1949).

По степени взаимной совместимости все полевые культуры принято делить на стабильные (самосовместимые), лабильные (отрицательно реагирующие на повторные посевы) и севооборотолабильные (взаимно исключающие друг друга). К первой группе относятся рожь, кукуруза, люпин жёлтый, соя, конопля, табак, просо и картофель. Ко второй группе — пшеница, овёс, свёкла, клевер, люцерна, горох, лен, подсолнечник, капуста. К третьей группе — пшеница после ячменя, овёс после ячменя, лен после гороха, клевер после люцерны и гороха, бобы после клевера.

Из перечисленных групп культур в севооборотах биологического земледелия наибольшее агротехническое значение имеют сидеральные культуры, зернобобовые культуры и многолетние бобовые травы.

Сидеральная культура или сидерат — это главным образом бобовые культуры, зелёная масса которых запаховывается в почву в целях её обогащения азотом и органическим веществом. Из бобовых культур на зелёное удобрение чаще используются люпин, сераделла и донник. Небобовые растения высеваются на зелёное удобрение с целевым назначением. Это рапс, горчица, гречиха, подсолнечник, фацелия. Такие культуры высеваются на достаточно плодородных почвах или с применением азотных удобрений с целью обогащения почвы органическим веществом.

Положительный эффект сидерации объясняется рядом причин:

- вносимая в почву растительная (сидеративная) масса обогащает её органическим веществом — активным перегноем, тем самым улучшая её физико-химические свойства;
- при посеве бобовых растений их симбионты (клубеньковые бактерии), связывая и накапливая атмосферный азот, улучшают азотное питание последующих посевов;
- глубоко идущие в землю корневые системы сидератов, при сильно развитой у них усвояемой способности, перекачивают в пахотный слой питательные вещества, извлеченные ими из глубоких горизонтов подпочвы и недоступные для корней большинства других возделываемых растений;

- сами по себе посеы сидерата усиливают микробиальную жизнь почвы и оказывают непосредственное влияние на разрыхление подпочвы при помощи корневой системы;
- в результате разностороннего воздействия сидерата на почву повышаются урожаи идущего по нему первого и последующих двух-трёх посевов [4].

Сидераты можно высевать в качестве как основных культур, так и промежуточных. В опытах кафедры земледелия Горьковского СХИ (Н.Д. Рыбакова) отмечалось, что при подзимнем подсеве многолетнего люпина к озимой ржи люпин хорошо развивался и после уборки ржи наращивал 13–16 тонн зелёной массы на гектар. Высаженный на следующий год на этом поле картофель повышал урожай клубней на 23 центнера с одного гектара, а вспашка зяби под него становилась ненужной.

Сидеральная культура должна отвечать определённым требованиям: рано освобождать поле; за короткий период наращивать высокий урожай биомассы; иметь небольшую норму высева; иметь низкий коэффициент транспирации.

По данным исследований Тамбовского НИИСХ, всем этим требованиям в наибольшей степени отвечает горчица белая. Её семена прорастают при температуре почвы +1–2°C, а всходы хорошо переносят заморозки до –5–6°C. Она быстро наращивает зелёную массу. Заделка сидерата проводится в середине июня. В среднем за семь лет испытаний урожай зелёной массы составил 203 ц/га, что в переводе на сухое вещество равно 38,3 ц/га. В урожае содержится 2,3% азота, 0,6% фосфора и 2,9% калия. В совокупности в пахотный слой почвы поступало 7,5 т/га сухого вещества, содержащего 113 кг азота, 41 кг фосфора и 171 кг калия, что эквивалентно внесению в пар более 20 тонн навоза.

Большой практический интерес представляет использование в качестве сидерата пожнивной смеси гороха и рапса в ОПХ «Ярославка» Тамбовского НИИ сельского хозяйства [34]. Технология сводилась к следующему. После уборки гороха поле обрабатывалось дисковой бороной БД-10 в агрегате с трактором К-701. С целью выравнивания почвы следом за дискованием проводилось боронование. Затем высевался рапс пожнивно в первой декаде августа. Посев прикатывали. Горохо-рапсовая смесь на площади 150 гектаров использовалась двояко: часть площади скашивали и зелёную массу использовали в качестве подкормки КРС, а поживно-корневые остатки запахивали; вторая часть запахивалась целиком. Время заправки приходилось на конец октября. Весной на этом поле высевали кукурузу.

Зерновые бобовые культуры (горох, люпин, чечевица, нут, бобы и др.) дают самый дешёвый белок, включая в биологический круговорот азот воздуха, недоступный для других растений. Фиксация азота воздуха происходит в процессе симбиоза бобовых с клубеньковыми бактериями за счёт световой энергии, аккумулированной растением. При благоприятных условиях симбиоза (рН 6–7), достаточной обеспеченности фосфором, калием, магнием, бором, молибденом, наличии специфических вирулентных активных штаммов клубеньковых бактерий, оптимальной влажности почвы, — горох посевной может усвоить до 150 кг/га, бобы кормовые и соя — до 250 кг/га, люпин белый — до 300 кг/га азота воздуха.

Помимо сбора растительного белка ценность зернобобовых как предшественника заключается ещё и в том, что они сохраняют лучшее строение почвы, которая меньше уплотняется и сохраняет влагу в верхнем слое. Зернобобовые культуры, особенно люпин, при помощи ризосферных микроорганизмов и корневых выделений превращают труднодоступные фосфаты в растворимые, которые используются последующими культурами.

Повторение в посеве зернобобовых культур оправдывается при проведении его через три года. Посев кормового люпина при отсутствии заболевания фузариозом возможен и два года подряд.

Многолетние бобовые травы — прекрасные предшественники для большинства культур. Отмечая огромную роль возделывания бобовых культур, К.А. Тимирязев писал, что едва ли в истории найдётся много открытий, которые были бы таким же благодеянием для человечества, как включение клевера и вообще бобовых в севооборот, так разительно увеличившие производительность труда земледельца.

Многолетние бобовые травы через клубеньки на корнях усваивают азот воздуха, обогащают им почву и улучшают азотное питание последующих культур. Они обогащают почву органическим веществом, улучшают её структуру, защищают от водной и ветровой эрозии, очищают поля от сорняков, подавляют развитие патогенных микроорганизмов и уменьшают действие болезней растений. Без настоящей культуры бобовых трав мы не сумеем быстро улучшить ни азотного баланса почв, ни разрешить белковой проблемы кормов, наконец, не сможем окончательно освоить правильных севооборотов — этой изначальной культуры земледелия.

Правильный выбор видового состава многолетних трав в биологическом земледелии имеет большое значение. Сам подход в этом вопросе в какой-то мере переключается с точки зрения академика В.Р. Вильямса.

Он считал, что для травопольной системы земледелия больше подходят такие растения, которые дают наибольший урожай корневой и надземной массы в первые два-три года их развития, так как в травопольном севообороте устанавливается короткий срок пользования травяным полем [18].

Со своей стороны мы можем добавить, что из видового состава многолетних трав при освоении методов биологического земледелия в условиях Тамбовской области следует использовать клевер, эспарцет, люцерну и её смесь с кострцом безостым.

3.4. Схемы севооборотов в биологическом земледелии

Важно не только иметь высокоплодородные почвы, но и правильно их использовать. В этом плане система севооборотов организует земельную территорию хозяйства, создаёт соответствие в системе «почва — культурные растения». Количество севооборотов в хозяйстве зависит от площади пашни и её выравниваемости по рельефу. Ротацию севооборотов (число полей) определяет набор возделываемых культур. До недавнего времени размеры землепользования и разнообразие культивируемых культур предопределяли введение многопольных севооборотов (8–12 полей). Однако рыночная экономика ввела свои коррективы в казалось бы незыблемые основы многополья. Теперь севооборот должен быть гибким и пластичным, допуская, в связи с рыночным спросом, введение новой культуры. Этим требованиям в наибольшей мере отвечают севообороты с укороченной ротацией — четырёх-пятипольные. Такие севообороты позволяют при новом землеустройстве отводить под них однородные по плодородию и рельефу почвы в одном массиве. Принципиальной схемой чередования различных по биологии и технологии возделывания культур являются следующие звенья: пар (чистый, сидеральный, занятый) — озимые — пропашные; пар — озимые — пропашные — яровые зерновые. Различное их сочетание составляет зернопарпропашной севооборот.

1. Пар	5. Однолетние травы
2. Озимые	6. Озимые
3. Сахарная свёкла	7. Кукуруза
4. Яровые зерновые	8. Яровые зерновые [70]

Особое внимание при размещении культур в севообороте уделяется озимым хлебам. Правильное размещение озимых в севообороте опреде-

ляет его продуктивность и стабильность в целом. Урожайность озимых, в свою очередь, зависит от размещения по предшественникам, которые по своей эффективности подразделяются на четыре группы:

- 1) чистый пар;
- 2) сидеральный пар;
- 3) занятый пар;
- 4) непаровые предшественники.

С точки зрения биологического земледелия, наибольший интерес вызывают сидеральный и занятый пары. Исследования, проведённые Тамбовским НИИСХ, показали, что сидеральный пар — равноценный предшественник озимых с чистым паром. Из занятых паров наиболее высокий урожай обеспечивает эспарцетовый пар. Он отличается от других занятых паров, особенно от непаровых предшественников, большей продолжительностью парового периода, что способствует накоплению влаги и доступных элементов питания. Как предшественник озимых эспарцетовый пар лишь незначительно уступает чистому пару.

Из непаровых предшественников агротехнически и экономически оправдано размещение озимых только по гороху.

С учётом сказанного схема севооборота в хозяйствах, специализирующихся на производстве зерна, может иметь следующий вид.

1. Пар сидеральный	5. Горох
2. Озимые	6. Озимые
3. Просо	7. Ячмень
4. Ячмень	

Наряду с озимыми культурами большое внимание требует к себе при размещении в севообороте и главная техническая культура ЦЧЗ — сахарная свёкла.

Как правило, она размещается в классическом звене севооборота: пар чистый — озимая пшеница — сахарная свёкла. Большой практический интерес в этой связи вызывает размещение сахарной свёклы в звене «пар сидеральный — озимая пшеница — сахарная свёкла». Результаты научных исследований [99] показали, что сидеральный (горчичный) пар обеспечивает равноценный урожай корнеплодов сахарной свёклы по сравнению с чистым паром, где было внесено по 30 т/га навоза (398–401 ц/га). В целом ротацию семипольных свекловичных севооборотов с сидеральным и чистым паром была получена одинаковая урожайность зерновых (39,1 ц/га) и общий выход продукции с 1 га севооборотной площади (56–58 ц зерн. ед.). Затраты совокупной энергии в паровом поле, удобренном навозом, были два раза выше (37,2 ГДж/га), чем в сидеральном пару (17,9 ГДж/га).

Использование в свекловичном звене севооборота под озимые многолетних бобовых трав (эспарцет, клевер) даёт урожай корнеплодов, практически не уступающий паровому звену. Однако это происходит только в том случае, если многолетние травы убираются в занятом пару в первый год пользования. Распашка под озимые многолетних трав более продолжительных сроков пользования (два-три года), особенно люцерны, приводит к резкому снижению урожайности сахарной свёклы. Причина заключается в сильном обезвоживании многолетними травами нижних горизонтов почвы. Поэтому при большей продолжительности использования многолетних трав они должны быть предшественниками яровой пшеницы.

Не следует практиковать в свекловичном звене посев озимых по гороху, который слабо подавляет сорную растительность.

Схема специализированного четырёхпольного свекловичного севооборота будет иметь следующий вид.

1. Пар сидеральный	3. Сахарная свёкла
2. Озимые	4. Яровые зерновые

В настоящее время на больших площадях возделывается и другая техническая культура — подсолнечник. Подсолнечник лучше размещать в севообороте по озимым в звене с занятым паром, а также после яровых зерновых культур. В условиях Тамбовской области подсолнечник чаще всего размещается в предпаровом поле: яровые зерновые — подсолнечник — чистый пар. Однако при использовании гербицидов для борьбы с падалицей он оказывается хорошим предшественником яровых зерновых культур. В этом случае как предшественник он не уступает кукурузе и превосходит сахарную свёклу.

Ценной культурой в биологическом земледелии является горох. В условиях ЦЧЗ он высевается как второй предшественник озимых культур. В этом случае схема севооборота выглядит следующим образом.

1. Пар сидеральный	5. Горох
2. Озимые	6. Озимые
3. Сахарная свёкла	7. Подсолнечник
4. Ячмень	

И, наконец, последний момент — это размещение в севооборотах биологического земледелия многолетних трав. Из многолетних трав наибольшее распространение получила люцерна. Её преимущество над эспарцетом и клевером не только в продуктивности, но и в зимостойкости, продолжительности использования.

Из злаковых многолетних трав возделывается в основном костреч безостый. Так как это полукорневищное злаковое растение, посеvy костреча продолжительное время сохраняют травостой без значительного снижения продуктивности. При посеве костреча в смеси с люцерной не только повышается качество корма, но и их влияние на восстановление почвенного плодородия.

Люцерну, костреч и их смеси следует возделывать в течение трёх-четырёх лет. Схемы севооборотов с многолетними травами будут выглядеть следующим образом.

1. Многолетние травы 1-го г.п.	1. Пар сидеральный
2. Озимые	2. Озимые
3. Кукуруза	3. Просо
4. Ячмень с подсевом многолетних трав	4. Ячмень с подсевом многолетних трав
	5. Многолетние травы (выводное поле)

Чрезвычайно актуальными для нашего времени в плане построения севооборотов в биологическом земледелии остаются высказывания В.Р. Вильямса. Он говорил: «После трав непременно должно следовать яровое растение — пшеница. После пшеницы наступает время для сахарной свёклы. За сахарной свёклой следует ещё одно техническое растение, которое ещё более строго требует малого количества азота в почве, — пивоваренный ячмень. Как правило, в травопольном севообороте мы всегда чередуем растение зерновое с растением бобовым» [18].

Глава 4. Обработка почвы

4.1. Научное обоснование идеи минимальной обработки почвы

Чернозёмные почвы обладают высоким естественным плодородием. Вместе с тем их длительное экстенсивное использование приводит к потере значительной части органического вещества, агрофизической деградации и, в конечном счёте, к снижению плодородия почв в целом.

Природные экосистемы, главные компоненты которых представляют растения и почва, создают саморегулирующийся механизм (В.А. Ковда, 1974). Сложившиеся в настоящее время агроэкосистемы во многом потеряли способность к саморегулированию. Как утверждают Т.Л. Быстрицкая и соавторы (1981), одна из главных причин такого положения — нерегулярность динамики почвенных процессов старопашотных чернозёмов и его слабо выраженная направленная цикличность.

Для активизации направленных сезонных циклов разрушения и синтеза гумусовых веществ почвы необходимо периодическое травосеяние, способное оживить старопашотные почвы. В условиях дальнейшей интенсификации земледелия эту функцию в определённой мере призвана выполнять и так называемая минимальная обработка почв.

Термин «минимальная обработка почвы» появился в США. Под минимальной обработкой почвы понимается научно-обоснованная обработка почвы, обеспечивающая снижение энергетических затрат путём уменьшения числа и глубины обработок, совмещения операций в одном рабочем процессе и применения гербицидов.

Зарубежными учёными были предложены не только минимальные, но и нулевые обработки. Если в первом случае речь идёт о сокращении числа обработок, то во втором земледелие ведётся без обработки полей; на поле нарезаются узкие бороздки сошниками сеялки, и применяются высокоэффективные гербициды.

Минимальная обработка почвы состоит не только в том, чтобы сократить количество применяемых приёмов, но и свести к минимуму число проходов трактора по полю. Каждый проход трактора — это не только расход средств, связанный с его работой, но и часто избыточное её уплотнение и распыление.

Из курса почвоведения известно, что у каждой почвенной разности имеется равновесная плотность. На тех почвах, где равновесная плот-

ность совпадает или близка к оптимальной средней плотности почвы, необходимость частых обработок для её рыхления или уплотнения отпадает. Площадь почв, где равновесная средняя плотность совпадает с плотностью оптимальной, достаточно большая. К ним как раз и относятся почвы чернозёмного типа.

Идея обработки почвы без оборота пласта имеет длительную историю. Ещё Д.И. Менделеев в 80-х годах XIX столетия писал: «Если, например, прикрыть почву листвой, соломой или вообще чем бы то ни было оттеняющим и дать ей спокойно полежать некоторое время, то она и без всякого пахания достигнет зрелости».

Великий учёный увидел ненужность оборота пласта. Он предвосхитил мульчирование почвы для достижения такого же эффекта, который получается при вспашке.

В 1899 году в г. Киеве была издана книга И.Е. Овсинского «Новая система земледелия». В ней Овсинский писал: «Уже десять с лишним лет при обработке земли я руководствуюсь принципом, что самый верхний слой почвы надо оставлять на поверхности для того, чтобы он обогатился перегноем». Для достижения этой цели он вообще отказался от плуга, а обработка почвы сводилась к культивации на глубину 5–6 см. Посев Овсинский проводил сеялками с анкерными сошниками, чтобы семена ложились на твёрдое ложе и одинаковую глубину. По словам Овсинского, в результате мелкой обработки и такого способа посева всходы появляются быстрее и дружнее, урожаи почти удваиваются, а стоимость обработки по сравнению с обычной вспашкой уменьшается на 40–50%.

Следует отметить, что ещё до И.Е. Овсинского на юге Украины для обработки почвы и посева применялся буккер-севозапашник. Им обрабатывали не вспаханное со стерней поле, совмещая в одной операции мелкую — на 12–14 см — вспашку и посев. Семена попадали в плужную борозду и сразу закрывались слоем почвы. Хлеборобы Украины отмечали, что зерновые, посеянные по необработанной стерне под буккер на чистых от сорняков полях давали урожай выше, чем по отдельной обработке.

Большой интерес к безотвальной обработке почвы возник в начале прошлого века во Франции. Фермер Жан в своем хозяйстве с 1910 года перешёл на поверхностную обработку почвы пружинными культиваторами. Его примеру последовал в своем имении издатель, доктор А. Делюк. Проводя поверхностную обработку почвы и используя в качестве зелёного удобрения жёлтый донник, доктор Делюк получал до 50 центнеров зерна с гектара. Этот метод получил название «пастеровская обработка земли».

В 1921 году в Германии фермер Франц Ахенбах издал книгу «Земледелие без оборота пласта — обеспеченный доход от урожая — или обеспеченный урожай». В ней он утверждал, что оборачивание пласта губит микроорганизмы: одни — анаэробы (живущие при отсутствии кислорода), вывернутые из нижних слоёв к поверхности, погибают от избытка кислорода воздуха, а другие, будучи аэробами (дышащие кислородом), зарытые на глубину, погибают от его недостатка.

Американский окружной агроном Э. Фолкнер в своей книге «Безумие пахаря», вышедшей в 1943 году, горячо доказывал необходимость поверхностной обработки почвы. Чтобы создать наилучшие условия для развития растений и препятствие для ветровой и водной эрозии, Фолкнер рекомендует рыхлить почву на 7–7,5 см и перемешивать этот слой с органическими остатками предыдущей культуры и удобрениями.

Решительно отверг классическую плужную обработку известный новатор земледелия Т.С. Мальцев. После долгих раздумий и испытаний он пришел к заключению, что переворачивание почвы пахотой ведёт не к повышению, а к понижению её плодородия, что ежегодной вспашкой нарушается естественный природный процесс почвообразования.

По рекомендации Т.С. Мальцева в колхозе «Заветы Ильича» стали проводить обработку почвы на глубину 35–40 см безотвально в пару один раз за ротацию севооборота. В последующие годы почву обрабатывали поверхностно лущильниками на глубину 7–8 см.

Т.С. Мальцев, изучая процессы, происходящие в почве, утверждал, что при ежегодной отвальной вспашке корни растений и вся незерновая часть урожая разлагаются в рыхлой почве при хорошем доступе воздуха. В таких условиях органическое вещество разлагается до полной минерализации. При этом не может накапливаться перегной и создаваться структурные почвенные комочки. А это, в свою очередь, ведёт к снижению почвенного плодородия.

В естественном состоянии основная масса корней растений размещается в верхнем слое почвы. Отмирая, растения оставляют после себя дополнительный материал для образования перегноя. Поэтому накопление почвенного плодородия в естественных условиях происходит именно в верхнем слое почвы. Отсюда прямой вывод: верхний слой почвы всегда нужно держать на его природном месте — наверху. «Поэтому-то, — пишет Мальцев в книге «О земле-кормилице», — мы и думаем: не от того почва становится беднее, что её истощают однолетние растения, а оттого, что существующие способы обработки почвы не отвечают требованиям тех законов природы, при которых растениям свойственно накапливать в почве органические вещества».

Новый толчок исследованиям эффективности обработки почвы без оборота пласта дало освоение целинных и залежных земель. Была разработана целинная система почвозащитного земледелия, которая спасла бывшие целинные земли от разрушения ветровой эрозией. В основу этой системы положена плоскорезная обработка, ведущим звеном которой является сохранение пожнивных остатков на поверхности почвы. При таком способе обработки их разложение происходит в самом верхнем слое почвы. Мульчирование почвы пожнивными остатками защищает её от пыльных бурь, способствует снегозадержанию и улучшению влагообеспеченности.

Большой опыт применения бесплужной обработки почвы имеют земледельцы Полтавщины. Его обобщение позволило утверждать, что технологии возделывания сельскохозяйственных культур, основанные на минимальной обработке, обеспечивают воспроизводство плодородия чернозёмных почв, существенно повышают производительность труда, стабилизируют агроэкологическую обстановку и обоснованно считаются почвозащитными, энерго-, ресурсо-, и влагосберегающими технологиями интенсивного земледелия [104].

На кафедре земледелия и методики опытного дела Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева в течение 25 лет изучались различные приёмы обработки почвы и их влияние на строение почвенного профиля (табл. 5).

Моделирование технологий показало, что разные по глубине и способам системы обработки формируют определённое строение почвенного профиля, влияющего на продуктивность культур севооборота.

Таблица 5

Агрохимические показатели плодородия дерново-подзолистой почвы при разных системах её обработки (навоз + NPK)

Система обработки почвы	Слой почвы, см.	Гумус, %	P ₂ O ₅	K ₂ O
			мг на 100 г. почвы	
Отвальная	0–10	1,71	17,9	26,9
	10–20	1,71	14,2	28,8
	20–30	1,51	19,0	28,6
Минимальная	0–10	2,6	33,2	45,4
	10–20	1,88	15,7	21,8
	20–30	1,06	5,4	7,2

Длительное (25 лет) применение минимальной обработки на глубину 8–10 см. под зерновые и 14–16 см под картофель создаёт гетерогенное

строение с резким улучшением агрофизических, агрохимических и биологических показателей плодородия верхнего слоя 0–10 см. Содержание гумуса в нём увеличилось с 1,71 до 2,6%, плотность почвы снизилась с 1,41 до 1,2 г/см³, а содержание водопрочных агрегатов возросло с 27 до 40%. Следует отметить, что внесённые с удобрениями питательные вещества при минимальных обработках почвы в севообороте локализируются в поверхностном слое. При этом возрастает доля минеральных фосфатов и, прежде всего, фосфатов алюминия. Внесённые удобрения и известь при поверхностных обработках позволяют обеспечить в посевном слое высокий уровень питания и хорошие стартовые условия для роста растений, особенно зерновых культур. Этому способствует и накопление растительных и корневых остатков.

В Тамбовской области не проводилось широкомасштабного внедрения на производстве методов минимальной обработки почвы. Используются лишь отдельные приёмы бесплужной обработки, исходя из наличия почвообрабатывающих орудий и возможностей. Эти приёмы сводятся, главным образом, для поверхностной подготовки почвы под посев озимых культур на занятых парах.

Научные исследования, проведённые по изучаемой проблеме Тамбовским НИИСХ за период с 1989 по 2004 гг., показали, что в севооборотах необходимо осваивать комбинированную систему обработки почвы, сочетающую вспашку, безотвальные и поверхностные рыхления. Обработка почвы без оборота пласта проводится под яровые зерновые, озимые культуры, однолетние травы и пар, а вспашка — под пропашные культуры.

Переход на такую систему обработки позволяет при значительной экономии энергетических и трудовых затрат получать более высокую продуктивность пашни по сравнению с традиционной постоянной вспашкой (табл. 6).

Таблица 6

Продуктивность севооборотов при ресурсосберегающих системах обработки почвы (1989–2004 гг.)

Системы обработки почвы	Продуктивность севооборотов, ц зерн. ед. с 1 га	
	севооборот	
	зернопропашной	зернопаропропашной
Традиционная отвальная	32,6	39,1
Комбинированная (отвально-плоскорезная)	33,1	39,1
Комбинированная (отвально-чизельная)	34,1	40,7

Аналитический обзор многочисленных научных исследований и данных производственных испытаний по вопросам бесплужного земледелия позволяет выделить некоторые закономерности, которые оказывают прямое влияние на результаты:

- 1) эффективность минимальной обработки увеличивается при продвижении с севера на юг, а главным ограничивающим фактором её применения является количество осадков.

Установлено, что в более влажных районах степи и лесостепи европейской части России минимальная обработка почвы не имела преимуществ по сравнению с традиционной обработкой. Такая тенденция отмечается не только в нашей стране. Например, в США, в тех районах, где количество осадков превышает 500 мм, в качестве основных орудий обработки применяют чизели и дисковые орудия с большим диаметром конусообразных дисков. В то же время многочисленные исследователи (В.В. Жилко, М.М. Ломакин, И.Е. Щербак, В.В. Положай, А.Б. Иовса, С.А. Ершов, З.А. Сидорова, К.М. Яловицкий, И.С. Константинов и др.) отмечают более благоприятный водный режим при бесплужной обработке почвы по сравнению со вспашкой. По данным Н.К. Шикла и Г.В. Назаренко, 1990, поверхностная минимальная обработка позволяет накопить влаги на 30–50 мм больше, чем отвальная вспашка.

- 2) Самым уязвимым местом бесплужной обработки почвы является повышенная степень засорённости посевов по сравнению со вспашкой. По этой причине многие земледельцы-энтузиасты отказываются от применения бесплужной системы земледелия. Однако накопленный опыт позволяет утверждать, что бороться с сорняками при бесплужной обработке значительно легче, чем при отвальной вспашке. По данным ВНИИ кукурузы, в пахотном слое 1 га пашни содержится 80–400 млн. всхожих семян сорных растений. При запашке семян они не уничтожаются, а вновь выпахиваются в верхний слой. При систематической бесплужной обработке почвы примерно 70% потенциального запаса всхожих семян находятся в глубоких слоях, где со временем теряют всхожесть. Задача земледельцев состоит в том, чтобы освободиться от потенциальной засорённости в верхнем слое почвы (10 см), с которой бороться легче, чем с засорённостью всего пахотного слоя.

- 3) Установлено, что чем дольше применяется систематическая минимальная обработка почвы, тем выше урожайность сельскохозяйственных культур и больше разрыв по её уровню

между новыми технологиями и традиционными, основанными на отвальной вспашке.

- 4) Данные опытов научно-исследовательских учреждений по изучению приёмов минимальной обработки почвы показывают противоречивые результаты. И это понятно, поскольку различные учёные использовали разнообразные методики. На результаты опытов оказали влияние тип почвы, климат, сроки и схема обработки, система применяемых машин и орудий и другие факторы. Поэтому набор приёмов обработки почвы и система машин должны в обязательном порядке учитывать зональные особенности. Единого рецепта тут быть не должно. В этом вопросе нужен творческий подход.

Таким образом, суть философии минимальной обработки почвы сводится к моделированию в производственных условиях естественного процесса почвообразования, ни в коем случае не допускающего перемещение верхнего горизонта почвы в глубь или его оборачивание.

4.2. Технология минимальной обработки почвы

Обобщение результатов исследований научно-исследовательских учреждений и передовой практики по изучаемой проблеме с учётом отмеченных выше закономерностей позволяет рекомендовать для условий ЦЧЗ следующую технологию минимализации обработки почвы.

Минимализация обработки почвы под яровые зерновые культуры и однолетние травы. Приёмы обработки почвы и используемые орудия будут зависеть от предшественника и сроков выполнения работ.

Если предшественниками являются культуры сплошного сева ранних сроков уборки, то в этих случаях рекомендуется проведение вслед за освобождением поля от соломы лущения стерни дисковыми лущильниками. При уборке предшественника в поздние сроки необходимость лущения отпадает. Поля из-под кукурузы и подсолнечника следует продисковать дисковой бороной для измельчения стеблей и создания мульчирующего слоя.

Основная обработка почвы выполняется плоскорезами-глубококорителем на глубину 20–22 см.

Предпосевная весенняя подготовка почвы проводится непосредственно перед посевом. Элементом новизны будет использование комбинированных почвообрабатывающих агрегатов нового поколения

ния с активными рабочими органами. Как правило, такие агрегаты включают в себя плоскорезные лапы, диски, выравниватели, спиральные либо прутковые катки. Они могут дополняться ротационными или роторными боронами. Применение такого агрегата позволяет за один рабочий проход выполнить все операции предпосевной подготовки почвы, а также интенсивно перемешать пожнивные остатки с почвой. К ним относятся культиваторы КНК-2300;-4000;-6000, а также комбинированные почвообрабатывающие агрегаты АПК-3, АПК-6, АПК-3,9 и другие.

Лучшим вариантом будет являться прямой посев в стерню с использованием новейших посевных комплексов как зарубежного, так и отечественного производства. Из отечественных машин можно выделить посевной комплекс «Кузбасс-4,2;-8,5» и почвообрабатывающую посевную машину «Обь-4;-8», которые агрегируются с тракторами Т-150, К-151, К и К-701, -701 М. Такие посевные комплексы обеспечивают выполнение за один рабочий проход следующих операций: предпосевную подготовку почвы с образованием рыхлого мульчирующего слоя, внесение удобрений, посев, прикатывание. Следует сразу оговориться, что прямой посев в стерню целесообразен только на чистых от сорняков и от растительных остатков полях, в экономически крепких хозяйствах с высокой культурой земледелия. При сегодняшней ситуации схема прямого посева вряд ли получит широкое распространение.

Минимализация обработки почвы под озимые культуры.

а) Обработка чистого пара. Как правило, под чистый пар отводят поля из-под подсолнечника. Поэтому первым приёмом обработки будет являться дискование вслед за уборкой урожая. Оно позволит измельчить стебли подсолнечника и создать на поверхности поля мульчирующий слой. Основную обработку выполняют плоскорезами-глубокорыхлителями на глубину 20–22 см. Такая технологическая схема способствует уменьшению промерзания почвы и повышению впитывания влаги.

Схема весенне-летней обработки чистого пара включает в себя ранневесеннее боронование, две обработки противозерозионными культиваторами с одновременным боронованием на глубину 12–14 и 10–12 см и последующих культиваций паровыми культиваторами с постепенным уменьшением глубины обработки. Если на поле вносят навоз, то для его заделки используют тяжёлые дисковые бороны.

В случае, когда предшественниками являются поздноубираемые культуры сплошного сева, и сохраняется стерня, первую весеннюю обработку проводят агрегатами КНК-6000 или АПК-6.

б) Обработка занятого пара. Технология поверхностной обработки почвы в занятом пару под посев озимых культур в зависимости от складывающихся условий может выполняться по следующим схемам:

- 1) когда между уборкой предшественника и севом имеется большой промежуток времени. В этом случае вслед за освобождением поля проводится обработка на глубину 8–10 см комбинированным почвообрабатывающим агрегатом. Затем выполняется предпосевная обработка паровыми культиваторами или культиваторами марки КНК в зависимости от обстановки. При проведении прямого посева последняя операция отменяется;
- 2) когда между уборкой предшественника и севом не имеется большого запаса времени. В данной ситуации выполняется сразу предпосевная обработка почвы агрегатами нового поколения. На чистых полях целесообразен прямой посев в стерню.

Минимализация обработки почвы под пропашные культуры.

Самым сложным вопросом будет выбор схемы основной обработки почвы под сахарную свёклу. Дело в том, что сахарная свёкла — растение культурных почв с глубоким пахотным горизонтом. Оптимальная плотность сложения пахотного слоя почвы для сахарной свёклы характеризуется показателями объёмной массы в пределах 1–1,2 г/см³. Поэтому основная обработка почвы должна способствовать её разуплотнению. Лучшим образом эту задачу решает отвальная вспашка плугом с культурным отвалом.

Исследования по вопросу замены плуга другими орудиями показали, что чизельные плуги и чизельные культиваторы с жесткими стойками лап способны заменить отвальные плуги (А. Строппель, 1977, В. Зумбах, 1979, М. Новотный, 1980, В. Воронцов, 2005). Такие орудия хорошо рыхлят почву, но в то же время не оборачивают её. Таким образом, основную обработку почвы под сахарную свёклу с целью её минимализации следует выполнять чизельными плугами ПЧ-2,5;-4,5, укомплектованными рыхлительными лапами. При необходимости их можно оборудовать съёмными приспособлениями ПСТ-2,5;-4,5 для дополнительного рыхления верхнего слоя почвы и выравнивания поверхности.

При отсутствии чизельных плугов основную обработку почвы под сахарную свёклу можно выполнять безотвальными плугами типа ПБ-9 или «Параплау».

Что касается операции лущения стерни, то в данном конкретном случае лучше использовать не дисковый лущильник, а комбинированный агрегат с активными рабочими органами. Его применение более эффективно. Оно обеспечит интенсивное перемешивание стерни озимой пшеницы с землёй в слое почвы 0–10 см, создаст выровненный

мульчирующий слой, провоцирует на прорастание семена однолетних сорных растений.

Весенняя предпосевная подготовка почвы под сахарную свёклу состоит из двух операций:

- 1) рыхления и выравнивания почвы;
- 2) предпосевной культивации с одновременным посевом.

Для рыхления и выравнивания почвы применяются агрегаты, состоящие из шлейф-бороны и лёгких посевных борон.

Предпосевная культивация и посев свёклы представляют собой единый технологический процесс. Поэтому целесообразно использование на этих работах тракторов мощностью не ниже 60–80 кВт, оборудованных двумя гидронавесками (передней и задней), например, ЛТЗ-155 и ВТ-100. На переднюю навеску агрегируют культиватор-растениепитатель УСМК-5,4;-7,6, оборудованный стрелчатыми лапами или лапами-бритвами и лёгкими зубовыми боронами или прутковыми катками, а на заднюю — свекловичную сеялку ССТ-12;-18. Посевной комплекс можно дооборудовать приспособлением для внесения гербицидов. В таком случае он будет выполнять за один рабочий проход все операции, предусмотренные технологическим процессом: подготовку почвы, внесение удобрений и гербицидов, посев и прикатывание.

Обработка почвы под кукурузу и подсолнечник может проводиться по одинаковой технологической схеме. Осенью выполняется лущение стерни и рыхление чизельными плугами на глубину 25–27 см. Весной вместо боронования при наступлении физической спелости почвы следует применить обработку культиваторами марки КНК. Такой агроприём заменяет собой боронование и первую культивацию. Предпосевную подготовку почвы и посев кукурузы и подсолнечника, как и сахарной свёклы, целесообразно выполнять в одном технологическом процессе.

В качестве примера рассмотрим схему минимальной обработки почвы в девятипольном севообороте с использованием отечественных машин (табл. 7).

Таблица 7

Схема минимальной обработки почвы в девятипольном севообороте

Культура	Схема обработки	Состав агрегата
1. Чистый пар	Осенняя: дискование на 8–10 см, плоскорезная обработка на 27–30 см	К-701+БДТ-7 К-701+ПГ-3-5

Продолжение таблицы 7

Культура	Схема обработки	Состав агрегата
2. Озимая пшеница	Весенне-летняя: боронование, плоскорезные обработки на 12–14 и 10–12 см с одновременным боронованием, обработка паровыми культиваторами с постепенным уменьшением глубины	ВТ-100+БЗТС Т-150+КПЭ-3,8+БЗСС Т-150+2КПС-4
3. Сахарная свёкла	Осенняя: обработка почвы на 810 см, глубокое рыхление на 27–30 см с выравниванием. Весенняя: поверхностное рыхление с выравниванием, предпосевная культивация и посев с внесением удобрений и гербицидов.	Т-150+АПК-3 К-701+ПЧ-4,5+ПСТ-4,5 ВТ-100+ШБ-2,5+ЗБП-0,6 ЛТЗ-155+УСМК-7,6+СС Т-18
4. Яровая пшеница	Осенняя: плоскорезная обработка на 20–22 см. Весенняя: предпосевная подготовка на глубину посева семян	К-701+ПГ-3-5 Т-150+КНК-4000
5. Однолетние травы	Осенняя: лущение стерни на 6–8 см.; плоскорезная обработка на 20–22 см. Весенняя: предпосевная подготовка почвы на глубину заделки семян.	ВТ-100+ЛДГ-15 К-701+ПГ-3-5 Т-150+КНК-4000
6. Озимая пшеница	Летне-осенняя: поверхностная обработка на 8–10 см вслед за уборкой трав, культивация перед посевом на 6–8 см.	ВТ-100+АКП-3 Т-150+2 КПС-4+БЗСС
7. Кукуруза	Осенняя: лущение стерни на 6–8 см., глубокое рыхление на 25–27 см. Весенняя: обработка почвы на 6–8 см.; предпосевная культивация и посев с внесением удобрений и гербицидов.	ВТ-100+ЛДГ-15 К-701+КПЧ-7.2 Т-150+КНК-4000 ЛТЗ-155+КРН-5.6+СУП Н-8
8. Ячмень	Осенняя: дискование на 6–8 см, плоскорезная обработка на 20–22 см. Весенняя: предпосевная подготовка почвы на глубину посева семян	ВТ-100+БДТ-3 К-701+ПГ-3-5 Т-150+КНК-4000
9. Подсолнечник	Осенняя: лущение стерни на 6–8 см, глубокое рыхление на 25–27 см. Весенняя: обработка почвы на 6–8 см, предпосевная культивация и посев с внесением удобрений и гербицидов	ВТ-100+ЛДГ-15 К-701+КПЧ-7.2 Т-150+КНК-4000 ЛТЗ-155+КРН-5,6+СУП Н-8

Освоение системы минимальной обработки почвы земледельцами потребует длительного периода времени, поскольку ещё очень сильны традиции плужной обработки. Кроме того, для этого нужно будет преодолеть определённый психологический барьер. Учитывая данные опыта, не следует противопоставлять плужную обработку почвы приёмам минимальной обработки — плоскорезной или поверхностной. Наоборот, там, где это возможно, плуг и плоскорез должны дополнять

друг друга. При этом следует помнить, что отдельно взятый агроприём из продуманной системы бесплужной обработки сам по себе может ничего не дать и даже дискредитировать саму идею минимализации. Отсюда правило — осваивать новую систему следует не отдельными агроприёмами, а цельным комплексом взаимосвязанных приёмов применительно к группам культур: поверхностную обработку под озимые, плоскорезную — под яровые зерновые и однолетние травы и, наконец, чизельную — под пропашные. В конечном итоге, за плугом сохраняются только строго определённые функции, например, распашка старовозрастных многолетних трав и запашка сидератов.

4.3. Технология нулевой обработки почвы

Наибольший интерес для нас представляют системы земледелия, принятые на Северо-Американском континенте: в Канаде и США — регионах, где почвенно-климатические условия, набор возделываемых сельскохозяйственных культур, объём и организация работ в полевом хозяйстве, уровень механизации имеют много схожего с рядом регионов нашей страны.

В первые годы освоения новых земель в Канаде и США в качестве основного орудия обработки почвы применяли отвальные плуги. Отвальная система обработки почвы на фоне монокультуры и паровой системы земледелия привели к возникновению ветровой и водной эрозии почв. Особенно страшными были пыльные бури 12 мая 1934 года. Наиболее сильные из них охватывали площадь в 450 тысяч квадратных километров, при этом переносилось более 2000 миллионов тонн почвы. Вдоль сдувалось до 25 сантиметров поверхностного слоя почвы. В целях предотвращения в дальнейшем пыльных бурь в США был принят специальный закон, в котором рекомендовалось:

- переход от монокультуры к севооборотам;
- максимальное сокращение числа обработок почвы;
- отказ от плужной обработки почвы;
- сохранение на поверхности почвы стерни и других пожнивных остатков;
- полосное размещение культур и пара;
- создание кулис из одного или нескольких рядов высокостебельных устойчивых растений;
- посев покровных культур после уборки основной культуры с сохранением их осенью и зимой;
- создание защитных лесных полос;

- контурная обработка почвы на склоновых землях против водной эрозии;
- террасирование склоновых земель;
- залужение особо предрасположенных к эрозии участков.

Выполнение перечисленных рекомендаций привело к появлению сначала минимальной, а затем и нулевой обработок почвы. Нулевая обработка почвы получила наиболее широкое распространение в США и Канаде при возделывании кукурузы и сои в монокультуре, либо в севообороте кукуруза–соя. Суть технологии нулевой обработки почвы состоит в следующем. Посев кукурузы и сои проводится непосредственно в стерню предшественника без предварительной обработки почвы. Стебли предшествующей культуры при этом срезают и измельчают, а посев сеялкой-культиватором производится в старые ряды при одновременном внесении удобрений и гербицидов. Колёса трактора в этом случае из года в год проходят по одним и тем же междурядьям. Никакой междурядной обработки не производится. Борьба с сорняками ведётся с помощью гербицидов, а также применения различных стратегий, включающих составление оптимальных севооборотов, подготовки семенного ложа, отслеживания динамики популяции сорняков, аллелопатического эффекта, выбора генетически устойчивых сортов. Борьба с вредителями основывается на взаимосвязи хищников, паразитов и поведении популяций.

Применение нулевой технологии обработки почвы способствует уменьшению стока воды, и как следствие, происходит существенное снижение загрязнения ручьёв, рек, водных источников илом и частицами почвы. При этом значительно увеличивается водоудерживающая и водонакопительная способность почвы. Редфорд, 1995, отмечает 28% увеличение почвенной влаги, доступной для растений при посеве по технологии нулевой обработки почвы, что связано с четырёхкратным увеличением популяции дождевых червей и, по данным Мак Гарри, 2000, со значительным увеличением количества микропор в почве, размер которых достигает 1,5–3 мм.

Существует мнение, что увеличение в атмосфере содержания CO_2 влечёт за собой процесс изменения климата и глобальное потепление. Расчёты показывают, что сельское хозяйство даёт около пяти процентов выбросов CO_2 в атмосферу (Cole, 1996). Испытаниями, проведёнными в США, установлено, что в течение 19 дней после проведения отвальной вспашки общие выделения CO_2 из-за окисления органического вещества, вызванного пахотной обработкой, в пять раз выше, чем при беспашотной системе. Использование методов *No-till* приводит к уменьшению выбросов CO_2 в атмосферу на 2,8 т/га в год (Mc. Conkey et al, 2000).

Внедрение сберегающих технологий приводит к возникновению изменений в почве. При оставлении стерни и растительных остатков на поверхности почвы создаётся своеобразный слой, который является убежищем и обеспечивает питание для микро- и мезофлоры и фауны, увеличивая биологическую активность почвы. Почва, обладающая высоким уровнем биологической активности, имеет преимущества в создании гуминовых веществ, то есть наиболее прочной составной части почвенного гумуса, так называемого нерастворимого остатка. Создание гуминовых веществ происходит из-за обильных биологических выделений, создаваемых во время метаболического обмена веществ почвенной биотой.

Обогащение почвы органическим веществом предотвращает деградацию структуры почвы — ДСП. Происходит стабилизация почвенных агрегатов за счёт повышения их устойчивости к сжатию и смещению.

Уровень кислотности почвы — рН — при нулевой технологии становится ближе к нейтральному. Эта тенденция прослеживается на всю глубину пахотного горизонта. По-видимому, это явление связано с увеличением содержания органического вещества в почве (Россель, 1990).

Длительные опыты Френка Диджстра по внедрению метода No-till в Бразилии показали увеличение содержания органического вещества, которое за десять лет возросло с 1,8% до 5%. Корневая система, которая раньше развивалась преимущественно в слое почвы 0–25 см, теперь развивается в более глубоких слоях.

При системе No-till возрастает содержание органического углерода, особенно в слое почвы 0–7 см (Rossel, 1990, Landriscini, 1997). Такое увеличение находится в прямой зависимости от уровня содержания органического вещества в почве. Фиксация углерода и увеличение уровня органического вещества положительно влияют на многие биохимические и химические процессы, происходящие в почве, способствуют улучшению и оздоровлению почвы и в целом оказывают позитивное влияние на её стабильность, функционирование и плодородие.

Кроме того, нулевая обработка почвы способствует увеличению содержания азота и фосфора (Россель, 1990, Кроветто, 1996).

Принципиально важным в технологии нулевой обработки почвы является выбор системы машин, и главным образом, конструктивной особенностью рабочих органов посевных комплексов и сеялок. Критерием их оценки являются:

- минимальное повреждение поверхностного слоя почвы;
- минимальное повреждение стерни предшественника;
- минимальное попадание стерни и других растительных остатков в семенную лунку;

- доступный контроль глубины посева;
- узкое уплотняющее колесо с регулируемым давлением;
- механизм отдельной регулировки глубины посева от регулировки давления прикатывающего колеса;
- механизм закрытия семенной лунки отдельно от прикатывающего колеса;
- возможность регулировки давления агрегата на грунт.

Из всех видов сошников, применяющихся в системе No-till, предпочтение следует отдавать Т-образным сошникам. Однодисковые сошники портят поверхность почвы примерно так же, как и Т-образные. В большей степени повреждает почву двухдисковый сошник. И особенно сильно — плужный резец.

Использование Т-образного сошника позволяет совмещать в одном проходе агрегата несколько операций: обработку почвы, высеv семян, высеv удобрений. Причём удобрения в почве размещаются под семенами, то есть в более глубоком слое почвы. Наряду с твёрдыми удобрениями конструкция сошника позволяет применять и жидкие их формы, например, аммиачную воду. Глубина заделки семян в системе No-till мельче, чем в традиционном пахотном земледелии. Обычно она составляет для зерновых культур 2,5 см. Дело в том, что в системе нулевой обработки почвы её влажность и температура примерно идентичны показателям на глубине 5 см в системе пахотного земледелия.

Для обработки почвы в системе No-till наиболее широко применяются посевные комплексы производства США и Канады. К ним относятся «Конкорд», «Horsch» и другие. Названные комплексы агрегируются с тракторами класса тяги не ниже 5 тонн. Предпочтение отдаётся гусеничным тракторам на резиновых армированных траковых лентах. Эти тракторы под названием «Челленджер», благодаря расширению площади стояния отличаются увеличенной тяговой силой при пониженном давлении на почву.

Из отечественной техники можно назвать посевные агрегаты «Конкорд-4012/2000» или «Кузбасс», «Топ-мастер», «Обь-4», «Обь-8».

Подробная характеристика машин для нулевой обработки почвы будет рассмотрена ниже.

Таким образом, освоение системы минимальной и нулевой обработки почвы как элемента энерго- и ресурсосберегающих инновационных технологий позволит:

- использовать для обработки почвы широкозахватные комбинированные агрегаты нового поколения с активными рабочими

- органами, которые способны за один проход выполнять несколько операций;
- осуществлять прямой посев в стерню, исключив операции основной и предпосевной обработок почвы;
 - заменить механические обработки как средство борьбы с сорняками применением высокоэффективных гербицидов;
 - уменьшить энергетические и денежные затраты на обработку почвы за счёт уменьшения количества и глубины обработок;
 - уменьшить проявления ветровой и водной эрозии почвы;
 - предотвратить дальнейшее снижение почвенного плодородия и спасти чернозёмы от их окончательной деградации.

Глава 5. Применение удобрений

5.1. Навоз

Из всех видов органических удобрений первое место по значимости занимает навоз. Его высокая эффективность доказана многовековой историей применения, а исследования свидетельствуют о разносторонности положительного влияния на почву и сельскохозяйственные культуры.

В зависимости от способов содержания скота навоз может быть подстилочным или бесподстилочным (жидким). Подстилочный навоз — это полное удобрение, содержащее все питательные вещества, необходимые растениям в достаточно сбалансированном соотношении. Внесение навоза в почву способствует круговороту питательных веществ в агроценозах.

Из элементов питания, содержащихся в кормах, в составе навоза в почву возвращается 70–90% азота, до 70–80% фосфора, 90–98% калия, 80–95% кальция и 40–50% органического вещества. Поэтому чем богаче элементами питания корм животных, тем больше питательных веществ содержит навоз [56].

Навоз — эффективное средство повышения урожайности и плодородия почвы. При внесении на гектар пашни 30 тонн навоза в почву поступает 150 кг д.в. азота, 75 — фосфора и 180 — калия. В Центрально-Черноземной зоне из одной тонны подстилочного навоза образуется в среднем 90 кг гумуса.

При использовании в качестве подстилки соломы навоз содержит в среднем около 0,5% N, до 0,1% P и до 0,5% K. Фосфор, содержащийся в навозе, усваивается растениями значительно легче, чем азот. В легкоусвояемой форме находится и большая часть калия. Кроме основных элементов питания растений подстилочный навоз содержит ряд микроэлементов, необходимых растениям, в том числе бор, марганец, кобальт, медь, цинк, молибден.

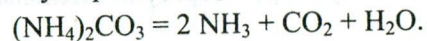
Прибавка урожая от внесения навоза неодинакова в разных севооборотах. Она возрастает по мере улучшения водного режима почвы, насыщения севооборота пропашными культурами и зависит от способов хранения удобрения.

Горячий способ хранения навоза заключается в том, что его укладывают в штабеля слоями (50–70 см) без уплотнения. По мере разогревания навоза добавляют следующий слой и т.д., пока штабель не достигнет

высоты 2,5–3 м. Для уменьшения потерь органического вещества и азота штабель покрывают слоем почвы 10–20 см.

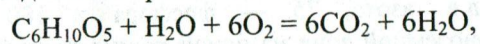
При **холодном способе хранения** навоз помещают в навозохранилище или ежедневно вывозят в полевые штабелы и уплотняют, затем покрывают слоем почвы. При хранении навоза в уплотнённом состоянии его температура не превышает 30–40°C. В результате обеспечивается максимальное сохранение навоза и органического вещества. Особенно значительно снижаются потери из навоза, полученного с применением торфяной подстилки: при горячем способе хранения потери азота превышают 25%, а при холодном способе они составляют всего 1%.

В процессе хранения подстилочный навоз претерпевает существенные изменения, которые прежде всего сводятся к потерям азота. Мочевина и гиппуровая кислота, содержащиеся в навозе, разлагаются, переходя в углекислый аммоний, который при нагревании распадается на аммиак, двуокись углерода и воду:

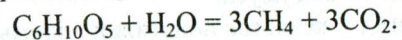


Более интенсивно этот процесс протекает при горячем способе хранения в результате повышения температуры до 60–70°C и свободного доступа воздуха.

Наряду с распадом азотсодержащих соединений при хранении навоза происходит метановое брожение, вызывающее распад клетчатки, крахмала, жирных кислот и углеводов. В аэробных условиях распад органических соединений происходит до углекислого газа и воды:



а в анаэробных реакция протекает с образованием метана:



По степени разложения навоз подразделяют на четыре группы: свежий, полуперепревший, перепревший и перегной.

Свежий навоз отличается тем, что цвет и прочность соломы подстилки в нём почти не изменяются. Вносить его в почву не рекомендуется, поскольку может произойти иммобилизация подвижных форм азота микроорганизмами, и растения в начале вегетации не получат достаточного количества азота. Кроме того, свежий навоз содержит семена сорняков, и вывозить его на поля в таком виде нецелесообразно.

Полуперепревший навоз, находящийся некоторое время в навозохранилище или буртах, теряет свой первоначальный цвет: солома в нём приобретает тёмно-коричневую окраску и легко разрушается.

Перепревший навоз в результате длительного хранения представляет собой однородную массу, так же, как и **перегной** — продукт глубокого

разложения органического вещества. Подстилочный навоз в этом состоянии утрачивает большое количество органического вещества и азота. Лучше всего вносить подстилочный навоз в почву в полуперепревшем виде, когда он сохраняет свои основные питательные свойства. За время перепревания (2–3 мес.) значительная часть семян сорняков, находившихся в навозе, теряет всхожесть. Снижению количества жизнеспособных семян сорняков способствует обработка штабелей (буртов) подстилочного навоза аммиаком, опрыскивание их гербицидами, а также систематическое уничтожение сорняков на площадках буртования и у скотных дворов.

При сложившейся в хозяйствах Тамбовской области структуре посевных площадей, если не использовать дополнительные источники органического вещества для поддержания бездефицитного баланса гумуса, потребуется вносить 5–6 тонн навоза на гектар пашни. Это возможно при ежегодной заготовке и использовании 10–12 миллионов тонн подстилочного навоза. Однако в связи с резким сокращением поголовья скота произвести такое количество навоза нереально. Хотя увеличить выход навоза в хозяйствах, где содержится скот, можно за счёт увеличения количества подстилки. Так, по данным Тамбовского НИИСХ, содержание скота на глубокой подстилке позволяет увеличить среднегодовой выход навоза до 15 тонн на одну условную голову КРС, то есть практически вдвое против нормы. При этом на одну условную голову скота необходимо применять 12–15 кг подстилки из соломы или другого органического вещества. Опыты показали, что увеличение доли подстилки уменьшает потери азота из навоза. Но эти данные достоверны только в том случае, если навоз при удалении из помещения укладывают в штабель и уплотняют. При разбросном способе хранения навоза подстилка не исключает потерю азота.

Многолетней практикой установлено, что подстилочный навоз в ЦЧЗ целесообразно вносить в чистом пару под озимые культуры. Лучший срок внесения — за три-четыре недели до посева. Средняя доза составляет от 40 до 50 тонн на гектар.

Наряду с подстилочным навозом высокой эффективностью обладают компосты на основе навоза и торфа.

Навоз в процессе компостирования ускоряет мобилизацию питательных веществ торфа и вместе с тем пополняет ресурсы органического вещества почвы. Ценность торфа как компонента компостов заключается в его способности связывать аммиак, потери которого при хранении навоза значительны. При компостировании торфа с навозом снижается его кислотность, создаются благоприятные условия для активной деятель-

ности микроорганизмов, перерабатывающих органический азот торфа в нитратные и аммонийные соединения.

Торфоновозные компосты получают перемешиванием торфяной крошки с твёрдой или жидкой фракцией навоза. При этом целесообразно использовать торф со степенью разложения не менее 20% и зольностью не более 25%.

Для получения компостов на основе птичьего помёта используют различные органические остатки и отходы, но наиболее распространены торфопомётные компосты. Для их приготовления используют непромёрзший птичий помёт и торф с влажностью не более 60%, степенью разложения не менее 20% и зольностью не более 25%. Влажность компоста должна быть не выше 75% в летний период и 71% — в зимний. Для улучшения качества торфопомётного компоста на одну тонну его массы вносят 10–20 кг фосфоритной муки и 5–10 кг хлористого калия.

Определённый практический интерес для фермерских хозяйств и личных подворий будет иметь японский метод приготовления компостов (Бокаши).

Бокаши готовится путём ферментации органического вещества с ЭМ. В качестве органического вещества можно использовать любые растительные отходы: солому, сорняки, опилки, листья, кухонные отходы, экскременты любых животных и т.д.

Приводим рецепт подготовки Бокаши по японскому способу:

1. Отруби риса — 100 литров. 2. Масляный жмых — 25 литров. 3. Рыбная мука — 25 литров. 4. ЕМ — 150 мл. 5. Патока — 15 литров. 6. Вода — 15 литров. Период ферментации достигает летом четырёх-пяти дней, зимой — восемь-девять дней. Норма внесения Бокаши составляет 200 г на один м² почвы.

5.2. Солома

Солома, как и другие органические удобрения, содержит и минеральные и органические вещества.

Установлено, что в 50 ц соломы содержится в среднем 20–35 кг N, 5–7 кг — P₂O₅, 60–90 кг — K₂O, 10–15 кг — CaO и различных микроэлементов. Указанные количества элементов питания растений, за исключением азота, удовлетворяют потребность в них растений для получения урожая зерна, превышающего 20 ц/га [1].

Солома при внесении её в почву частично гумифицируется, что постепенно приводит к увеличению содержания гумуса в почве, а следовательно,

и коллоидов, повышается её поглотительная способность, влагоёмкость, улучшается структура, тепловой и воздушный режимы. При длительном использовании солома несколько снижает кислотность почв.

На биологию почвы влияет не только количество стерни, остающейся после уборки зерновых культур, но и её качество. Здесь наиболее важным показателем является количество лигнина в стерне, так как он напрямую отвечает за формирование гуминов. Гумин формируется молекулами замещённого фенилпропана. Этот компонент создаёт устойчивую трёхмерную структуру. Типами стерни, наиболее активно участвующими в формировании гуминов, являются стерня ржи, пшеницы, овса и риса.

Стерня является жизненно важным источником углерода, а следовательно, и гумуса. Потребление гумуса будет зависеть от структуры почвы. Почвы, содержащие крупные частицы (супеси), требуют большего количества стерни, чем глинистый мелкозём. По данным Фуентиса, 1994, минерализация гумуса в глинистой почве протекает со скоростью 1,3%. Замещение гумуса для данного типа почвы должно составлять 620 кг гуминовых веществ на один га, что соответствует 2550 кг стерни. Это означает, что для повышения содержания органического вещества в почве необходимо иметь на каждом гектаре не менее 2550 кг стерни.

На количество гумуса в почве оказывает влияние не только степень содержания стерни, но и соотношение C:N. Наибольшее количество гумуса получается из стерни, в которой уровень углерода превышает уровень азота.

Изучение использования соломы в качестве органического удобрения в Тамбовском НИИСХ показало, что на чернозёмных почвах в севооборотах с высоким удельным весом зерновых культур (60% и более) за счёт биомассы их корневой системы замедляется минерализация гумуса. После уборки озимых культур в почве содержится 25–30 ц/га воздушно-сухой массы корней, после яровых зерновых — 15–20 ц/га. В органическом веществе корневой системы зерновых культур содержится 0,8–1,1% азота, 0,15–0,2% фосфора и 0,8–1,8% калия. По содержанию питательных веществ солома зерновых культур равноценна биомассе их корневой системы.

При использовании на удобрение всей биомассы озимой пшеницы (корни + солома) в почву поступает 55–60 кг/га азота, 11–14 кг фосфора и 90–100 кг калия.

Запашка в течение шести лет биомассы озимых культур обеспечила в звене «пар-озимые-ячмень» урожай ячменя 30,6 ц/га. При использовании на удобрение и соломы он возрос до 32,2 ц/га, что соответствует уровню урожайности парового звена с внесением навоза.

Наиболее распространены два метода внесения соломы: мульчирование и соломенное укрытие.

Мульчирование соломы заключается в её измельчении, равномерном покрытии почвы мульчой и её мелкой заделке. Этот приём даёт хороший результат во влажных условиях, так как предотвращает сильный рост сорняков, а также проявление водной эрозии почвы.

При использовании метода соломенного укрытия измельчённую солому оставляют в поле и запахивают лишь весной. Под укрытием создаются оптимальные условия для развития микрофлоры и почвенных животных, которые обеспечивают интенсивную переработку и разложение органического материала. Укрытие положительно влияет на структуру и спелость почвы, сокращает испарение влаги.

В условиях ЦЧЗ предпочтительнее первый способ внесения соломы.

Экономически целесообразно проводить измельчение соломы во время обмолота хлебов. Для этого на комбайн вместо копнителя навешивается измельчитель ПУН-5. Однако названный тип измельчителя имеет недостатки. Они связаны как с величиной резки, так и с равномерностью разбрасывания. В этом случае целесообразнее применять измельчители лоткового типа, которые равномерно разбрасывают солому на всю ширину убираемой полосы.

Солому можно также измельчить и разбросать по полю, подбирая её из валков. Но это связано с дополнительными производственными затратами. В этом случае используют косилки типа КИР-1,5, КИП-1,4, кормоуборочные комбайны, а также прицепной роторный измельчитель соломы, агрегируемый с тракторами 1,4 тс.

5.3. Зелёное удобрение

Под названием зелёного удобрения, или сидерации, понимаются агроприёмы, при которых надземная масса выращиваемых растений запахивается в почву для улучшения её физических свойств и повышения урожайности. Термин «зелёное удобрение» более давний и более распространённый, чем термин «сидерация», который широко распространён лишь в русской литературе [4].

Родиной зелёного удобрения являются страны наиболее древней земледельческой культуры – Китай и Индия. Благоприятные климатические условия с обилием тепла и влаги, возделывание риса, требующего интенсивного азотного питания, и отсутствие развитого животноводства создали в этих странах предпосылки для зарождения и широкого применения зелёного удобрения. История его применения в этих странах насчитывает свыше 3000 лет.

О сельскохозяйственном назначении зелёного удобрения было сказано в главе 3. Наряду с положительными свойствами зелёное удобрение имеет и определённые недостатки. Ни один из агроприёмов так сильно не зависит от условий применения, как зелёное удобрение. Эффективность его применения обычно повышается в тех случаях, когда значительно улучшается нарастание биомассы. Так же сильно влияют на его результативность условия разложения. Серьёзным недостатком зелёного удобрения является возможность усиленного размножения сорных трав в случаях неудовлетворительного развития сидерата.

В зависимости от почвенно-климатических и хозяйственных условий способы использования зелёного удобрения могут быть различны:

- на самостоятельное удобрение, когда сидераты используются при посеве весной в паровом поле;
- на промежуточное удобрение, когда эти растения выращиваются как пожнивные или как подсевные культуры;
- на укосные удобрения, когда растения, выращенные на другом участке, могут быть в виде скошенной массы перевезены на любое поле;
- на отавное удобрение, когда первый укос сидерата увозят с поля на корм, а отросшая масса запахивается на месте возделывания.

В условиях Тамбовской области на зелёное удобрение рекомендуется использовать горчицу белую, рапс, двухлетний жёлтый донник. По данным опытов Тамбовского НИИСХ севооборот с горчичным паром по продуктивности не уступает звену с чёрным паром, где вносилось по 30 тонн навоза на каждый гектар.

Горчица белая — однолетнее масличное растение с сильно разветвлённым стеблем, покрытым густыми жёсткими волосками. Холодостойка. Семена её прорастают при температуре +1, +2°C. Всходы переносят продолжительные заморозки до -4, -5°C. Требуется к увлажнению почвы. Может прорастать на малоплодородных почвах, так как её корневая система обладает высокой усваивающей способностью. Горчицу белую высевают рано весной в паровом поле. Обработка почвы под неё такая же, как и под ранние зерновые культуры. Способ посева — сплошной рядовой. Норма посева составляет 15–18 кг/га. Запашка сидерата в почву проводится в период цветения (середина июня).

Рапс — однолетнее масличное растение, представленное яровой и озимой формами. Яровой рапс — культура умеренной зоны. Озимый рапс можно возделывать только в тех зонах, где температура почвы на глубину залегания корневой шейки растений в период перезимовки не снижается ниже -18°C. Рапс — влаголюб. Оптимальная обеспеченность

влажностью отмечается при годовой сумме осадков 600–700 мм. Наиболее пригодны для рапса плодородные почвы среднего и тяжёлого механического состава. Для рапса приемлема поверхностная обработка почвы. Однако в связи с мелкосемянностью культуры необходимо создание мелкокомковатой и выровненной поверхности. Способ посева — сплошной рядовой с нормой высева 10–12 кг семян на один гектар. Глубина заделки семян должна составлять не более двух см. Необходимо отметить, что рапс подвержен экстремальным условиям погоды, поражению болезнями и повреждению вредителями. Для него характерен медленный рост в начальный период и высокие требования к питательным веществам.

Запашку зелёной массы следует проводить через 50–60 дней после появления всходов при высоте растений 50–60 см.

Донник жёлтый — двулетнее бобовое растение. Он зимостоек, засухоустойчив. Донник способен накапливать в почве до 200 кг/га биологического азота. На чернозёмно-солонцеватых почвах он выполняет роль фитомелиоратора за счёт увеличения подвижности кальциевых соединений и насыщения ими почвы. Донник используется как подсевная культура. Он высевается с семенами покровной культуры (ячменём) в предпаровом поле севооборота. Норма высева составляет 20–25 кг/га. Зелёную массу донника запахивают в стадии бутонизации — начале цветения.

Здесь важно помнить, что цветение у донника затягивается на длительный период, и запаздывание с запашкой приводит к тому, что стебли грубеют, хуже запахиваются и медленнее перегнивают.

Важнейшим условием успеха при посеве донника на зелёное удобрение является своевременный обмолот покровной культуры и тщательная уборка соломы с её последующим вывозом за пределы поля. Это связано с тем, что при затенении растений донника образуется меньше почек возобновления на его корневой шейке, а следовательно, и урожай зелёной массы будет ниже.

Средней глубиной запашки зелёного удобрения считается 12–14 см. Для лучшей заделки зелёной массы рекомендуется прикатать её катком по ходу плуга. Можно приделать к грядилу плуга железный прут, который будет пригибать зелёную массу и тем самым улучшать её заделку. Важным агротехническим требованием при запашке зелёного удобрения является полная его заделка в почву без каких-либо огрехов.

5.4. Сапропель

Крупным резервом органических удобрений является сапропель (озёрный ил). Сапропель представляет из себя органоминеральный ком-

плекс веществ, сформировавшийся в результате механических, биохимических и микробиологических процессов из остатков отмирающих растительных и животных организмов. Сапропелевые отложения характеризуются высоким содержанием гумуса, в котором содержится до 20% гуминовых кислот, азота, зольных элементов и микроэлементов. Всё это делает сапропель ценным органическим удобрением, дешёвым и доступным для сельскохозяйственных предприятий, расположенных вблизи от места его залегания — не далее 20 км [56].

В зависимости от количественного содержания минеральных компонентов сапропели подразделяются на малозольные (органические) и многозольные, в которых зольность составляет свыше 30%.

Сапропель используют в качестве органического удобрения как в чистом виде, так и в виде различных компостов. Исследования, проведённые в различных зонах страны, показали высокую эффективность сапропелевых удобрений. В Ярославской области при внесении под озимую рожь 40 т/га сапропеля прибавка урожая составила 6 ц/га. При внесении под картофель в дозе 40 т/га прибавка составила 55 ц/га. В Ленинградской области при использовании сапропеля под ячмень в дозе 30 ц/га прибавка урожая зерна по сравнению с контролем составила 5 ц/га [15].

Добыча сапропеля осуществляется различными способами. Самый простой и доступный из них — это применение экскаваторов. Наиболее рационально применение гидромеханизированного способа добычи сапропеля в сочетании с гидротранспортировкой его по трубопроводам в места складирования. Технологическая схема при этом способе состоит из следующих операций:

- экскавация сапропеля с помощью земснарядов;
- гидротранспорт пульпы по трубам на стационарные поля сгущения и сушки;
- сгущение, промораживание, фрезерование верхнего слоя;
- сушка в полевых условиях до влажности 50%;
- уборка в места складирования.

Схема рассчитана на получение товарной продукции в виде мелкой крошки с преобладанием размеров частиц 1–3 мм.

Практика показывает, что карбонатные сапропели являются более эффективным известковым материалом, чем доломитовая мука и мел. Кальций в карбонатных сапропелях представлен в форме карбонатов и имеет органическое происхождение. Отсюда — его высокая подвижность. Фосфор частично связан с кальцием и более подвижен, чем в сапропелях других типов. Органическая часть имеет до 40% гуминовых веществ и других биологически активных соединений. Эти особенности

обуславливают высокую эффективность воздействия карбонатных сапропелей на почву и растения.

5.5. Биогумус

Биогумус — это органическое удобрение, получаемое в результате жизнедеятельности дождевых червей. По ряду важнейших показателей биогумус превосходит навоз и компосты. В нём снижено содержание органического вещества, увеличена концентрация фосфора, калия, кальция и азота, реакция среды соответствует нейтральным значениям. Так, по данным исследований П.А. Попова, 2001, биогумус содержит около 43% органического вещества, 2–2,8% общего азота, 14,1–26,2 г/кг фосфора, 1,9–3,6 г/кг калия, рН составляет 6,9–7,2 единицы.

Многие исследователи отмечают высокое положительное влияние биогумуса на урожайность сельскохозяйственных культур. Так, внесение биогумуса в дозе 10 т/га повышает урожайность яровой пшеницы на 21,8% (Г.В. Марковская, 1994). Урожайность льна-долгунца при использовании биогумуса в дозе 3 т/га увеличивается до 16,1 ц/га. На контрольном варианте она составила только 8,3 ц/га (И.А. Мельник, В.В. Ковалев, 1991). Аналогичная закономерность прослеживается и при внесении биогумуса в дозе 6 т/га под картофель (Н.Н. Зезин, 1992).

По удобрительной ценности одна тонна биогумуса эквивалентна четырём тоннам подстилочного навоза крупного рогатого скота.

Положительной особенностью биогумуса является то, что он не содержит, в отличие от навоза и компоста, жизнеспособных семян сорных растений. Потеря жизнеспособности семян сорняков в процессе вермикюльтивирования объясняется тем обстоятельством, что при прохождении материала через кишечник червей повреждается оболочка семян (А.И. Косолапова, Э.И. Смышляев, И.П. Косолапов, 1996).

Использование биогумуса способствует улучшению агрофизических свойств почвы. Исследования М.С. Гилярова, 1976, показали, что из-за проходящих в кишечнике червей процессов полимеризации продуктов распада органических веществ происходит формирование молекул гуминовых кислот, которые образуют комплексные соединения с биогенным кальцием. В результате биогумус имеет возможность при его внесении в почву сохраняться в виде прочных водостойких соединений.

Помимо улучшения агрофизических свойств почвы биогумус оказывает существенное влияние и на её биологическую активность. По данным Г.К. Марковской, 1994, установлено, что при внесении в почву 10 т/га биогумуса численность бактерий увеличивается по сравнению с контролем на 82,7%, актиномицетов — на 204,5%, грибов — на 214,7%.

Биогумус можно считать и стимулятором роста растений. Дело в том, что содержание гуминовых кислот в нём в два-три раза выше, чем в навозе или компостах. Как утверждает И.Е. Лейфман, 1993, гуминовые кислоты, проникая через мембраны растительных клеток, накапливаются в точках роста растений, вызывая тем самым активизацию растительных процессов.

Таким образом, внесение биогумуса в почву способствует стимуляции биохимических процессов, улучшению агрохимических и физических свойств почвы, что приводит к повышению продуктивности сельскохозяйственных культур.

6.1. Концепция гормональной регуляции процессов роста и развития растений

Растительный организм состоит из множества тканей и органов, и для того чтобы растение могло существовать и функционировать как единое целое, процессы роста и развития всех его частей должны быть скоординированы. Целостность растительного организма обеспечивается взаимодействием его частей и элементами централизации управления. В основе этих взаимодействий, построенных на принципах раздражимости, лежит система внутри- и межклеточной регуляции. У многоклеточных растений существуют три взаимосвязанные системы межклеточной регуляции: трофическая, гормональная и электрофизиологическая. Гормональной регуляции принадлежит большая роль в процессах роста, развития и функциональной активности растительных организмов.

Рост растений осуществляется с помощью меристем-локальных зон, где клетки делятся наиболее активно, и происходит образование зачатка органа и первоначальное разделение его на отдельные ткани. Растение формирует необычайно большое число меристематических клеток, которые являются своего рода резервами метаболитов для использования в момент перехода от одного этапа органогенеза к другому. Чарльзом Дарвином было высказано предположение, что апикальные меристемы образуют особые вещества (фитогормоны), способные передавать сигнал из верхушки в нижнюю часть стебля или корня.

Согласно теории тропизмов Холодного – Вента, апикальные меристемы побегов и корней продуцируют и выделяют ауксины и цитокинины; их деятельность связана и с поступающими в них гормональными веществами: гиббереллинами, этиленом, абсцисовой кислотой (рис. 3). По современным представлениям, процессы в апексах служат причинами изменения темпов роста, чувствительности к ростовым веществам и дифференциации.

По определению В.В. Полевого, 1982, фитогормоны — это органические эндогенные вещества, присутствующие в тканях в малых количествах, с помощью которых осуществляется взаимодействие различных клеток, тканей и органов и которые необходимы для запуска регуляции и выключения морфогенетических и физиологических про-

грамм. Фитогормоны — соединения, регулирующие не только рост, но и движение устьиц, синтез гидролитических ферментов, формирование отдельного слоя у листьев, пигментацию плодов, зеленение листьев, биосинтез азотсодержащих фенольных соединений, устойчивость растений к обезвоживанию и засухе. В настоящее время все регуляторы роста и развития растений делят на три большие группы:

- 1) фитогормоны — стимуляторы роста (ауксины, цитокинины, гиббереллины и их синтетические аналоги);
- 2) фитогормоны — ингибиторы роста (этилен, абсцисины и их физиологические аналоги);
- 3) негормональные вещества.

Уровень содержания естественных фитогормонов определяется условиями внешней среды. Он зависит от водного режима, температуры, уровня азотного, а также фосфорного и калийного питания. Для ростовой реакции важно не только абсолютное содержание фитогормонов, но и их количественное соотношение друг с другом. По данным А.Л. Курсанова, О.Н. Кулаевой и Т.П. Микулович, 1969, сложение стимулирующего действия цитокининов и гиббереллинов, взятых в оптимальных концентрациях, позволяет заключить, что, несмотря на стимулирующее действие каждого из них на рост семян, действие одного не может быть заменено действием другого. Регуляторы роста при низких концентрациях в большинстве случаев активируют физиологические процессы, при высоких — частично или полностью подавляют рост растений.

Следовательно, регуляцию роста растений можно рассматривать как баланс между фитогормонами и их антагонистами, относительное содержание которых в тканях строго скоординировано.

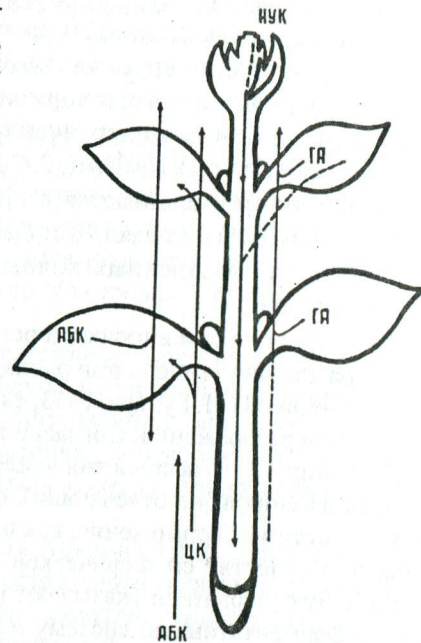


Рис. 3. Места преимущественного образования и направления транспорта фитогормонов в целом растении

Немецкий учёный К. Дерфлинг, 1985, выделил следующие типы воздействия физиологических активных соединений на растительный организм:

- а) регулятор имитирует какой-либо гормон; при введении регулятора действие этого гормона усиливается. Регулятор может быть химически идентичен гормону или обладать сходной активностью (НУК, ИМК, 2,4-Д, ГК);
- б) регулятор вмешивается в процесс биосинтеза гормона (ССС, АМО-1618 и фосфон Д подавляют синтез гиббереллинов, ауксины в повышенных концентрациях стимулируют биосинтез этилена);
- в) активен не сам вносимый регулятор, а продукт его распада (образование этилена при распаде хлорэтилфосфоновой кислоты).

По мнению И.И. Гунара, 1953, фитогормоны участвуют в восприятии и передаче раздражений. Согласно теории Ю.В. Ракитина 1963, явление стимуляции — это особый тип усиления метаболизма, вызываемый действием факторов, не отвечающих физиологической норме требований живой системы. Торможение, как и стимуляцию, тоже следует рассматривать в качестве специфической защитной реакции живой системы. Многие исследователи указывают на то, что регуляторы роста действуют на ферментативную систему и изменяют ход метаболизма у растений. При этом эффективность и направление их действия зависят от возрастного и физиологического состояния растений, почвенно-климатических условий, времени обработки и концентрации действующего вещества, а также от видовой принадлежности растений и характера обработки. Регуляторы роста ускоряют и в некоторой степени изменяют физиологические процессы в ту или иную сторону, но заменить собой любой из факторов жизни они не могут. Поэтому при их применении необходимо учитывать, чтобы растения были обеспечены всеми необходимыми факторами для нормальной жизнедеятельности.

6.2. Эффективность использования регуляторов роста растений в зависимости от факторов внешней среды

Помимо внутренних факторов, оказывающих влияние на метаболизм растений, существует ряд внешних причин: температура, световой и водный режимы, условия питания, воздействия регуляторов роста и другие. Условия внешней среды во многом определяют уровень содержания естественных фитогормонов.

Изменения уровня ауксинов могут быть объяснены уменьшением в условиях засухи содержания предшественника ИУК в тканях — триптофана, или увеличением скорости окисления ауксинов.

Одной из причин усиленного поступления в растения питательных веществ и воды являются активаторы роста. В то же время условия минерального питания и водоснабжения оказывают своё влияние на баланс фитогормонов и природных ингибиторов. Чем благоприятнее условия, тем больше синтезируется эндогенных регуляторов роста. При действии обезвоживания и перегрева отмечается нарушение сбалансированного взаимодействия фитогормонов и ингибиторов роста, подавление транспорта ауксинов по растению.

А.И. Ивановым, 1980, изучено влияние физиологически активных веществ на водообмен растений люцерны. Исследования показали, что потенциально, в условиях засухи при наличии большого количества коллоидно-связанной воды, растения, обработанные ростовыми веществами, особенно хлорхолинхлоридом, содержат больше влаги в тканях клеток.

По данным И.И. Якушкиной, В.Н. Хрянина, 1967, опрыскивание растений гиббереллином в условиях достаточного увлажнения увеличивает содержание NPK в листьях и побегах конопли, усиливая использование питательных веществ из почвы и удобрений.

Отмечена определённая связь между минеральным питанием и стимулирующим влиянием гуминовой кислоты. Гуминовая кислота способствует более полному усвоению минерального питания, помогает растению переносить неблагоприятные внешние условия, в частности засуху. Эффективность действия гуминовой кислоты зависит от возрастного состояния растений. Повышение эффективности гуминовой кислоты можно наблюдать при снижении влажности почвы, при низкой относительной влажности воздуха, а также при высоких температурах.

Результаты исследования В.Е. Киселёва, 1972, показывают, что скорость поступления 2,4-Д в растения во многом определяется влажностью воздуха. Так, при относительной влажности воздуха 95% поступление 2,4-Д в три-четыре раза выше, чем при влажности 60%. Повышенная влажность воздуха улучшает проникновение 2,4-Д в растительные ткани. Роса не является препятствием для обработок, избирательность галоидфеноксикислот при этом не изменяется.

Согласно данным зарубежных авторов [113], 2,4-Д может активно передвигаться в темноте, но лишь при высокой влажности воздуха. По мнению этих же авторов, высокая влажность воздуха стимулирует передвижение 2,4-Д по ксилеме. Оптимальная влажность почвы и воздуха

усиливает действие 2,4-Д. У двудольных растений под действием 2,4-Д происходят глубокие изменения в водном режиме.

В опытах Т.Г. Кыдрева и Л.А. Тянковой (1966), при воздействии кратковременной засухи на растения пшеницы после полного восстановления тургора растениями производилось опрыскивание растворами НУК и 2,4-Д (100 мг/л натриевой соли); растения, обработанные этими веществами, отличались сравнительно меньшими количествами свободных аминокислот и аспарагина вследствие более усиленного белкового синтеза. Обработки также влияли на увеличение количества связанных аминокислот, в особенности пролина.

Под влиянием 2,4-Д, как на фоне оптимального водоснабжения растений, так и в условиях почвенной засухи, происходит упорядочение структуры внутриклеточной воды и возрастание водоудерживающей способности растений. Увеличивается также содержание в листьях белка и органических форм фосфора.

В опытах, проведённых в вегетационных сосудах с влажностью почвы в 30, 50 и 70% на IV этапе органогенеза зачаточного колоса, в условиях недостаточной влажности почвы к угнетающему действию дефицита влажности добавляется угнетающее действие гербицида, что не наблюдается в такой мере при нормальном водном режиме.

Эффективность и направление действия физиологически активных соединений на растениях свёклы первого года вегетации зависят, в первую очередь, от возраста и состояния растений, времени обработки и концентрации действующего вещества. Наибольшее увеличение урожайности свёклы при обработке посевов нафтеновыми кислотами, в фазе появления седьмого листа и бутиловым эфиром 2,4-Д в середине августа, наблюдалось при благоприятном водном режиме и пониженных средних температурах воздуха в период после обработки свёклы этими соединениями [7; 32].

Подводя итоги сказанному, можно заключить, что эффективность использования регуляторов роста во многом определяется факторами внешней среды, и в частности, водным режимом растений.

6.3. Характеристика и особенности применения синтетических и природных регуляторов роста

Искусственные соединения фенольной группы. К ним относятся 2,4-Д дихлорфеноксиуксусная и 2, 4, 5-трихлорфеноксиуксусная кислоты. В производстве широкое распространение получили химические

препараты на их основе: 2,4-Д аминная соль, 2,4-Д бутиловый эфир (бутапон). Аминная соль выпускается в виде 40% водного раствора, а бутапон — в виде 43% э.к. 2,4-аминная соль и 2,4-бутиловый эфир оказывают на растения специфическое влияние, зависящее от концентрации растворов и сроков применения. Их использование в малых дозах сопровождается типичным для ауксина стимулирующим действием на рост растений, применение в умеренных дозах вызывает торможение роста, в повышенных дозах — летальный эффект.

Чувствительность растений к действию препаратов 2,4-Д уменьшается с возрастом, причём в пределах одного растения молодые органы и ткани более восприимчивы, чем старые, что, по-видимому, связано с повышенным содержанием ингибиторов в молодых клетках точек роста. Наибольшей чувствительностью к 2,4-Д отличаются двудольные растения.

По своему действию соли и эфиры дихлорфеноксиуксусной кислоты имеют много общего с естественными активаторами роста — ауксином и гетероауксином. 2,4-Д сравнительно быстро проникает как через листья, так и через корни. Уже спустя несколько часов после опрыскивания листья и побеги начинают приобретать эпинастический изгиб, наблюдается резкое возрастание активности меристематических тканей. Под действием высоких доз 2,4-Д изменяется общий габитус растений. При гербицидных концентрациях 2,4-Д отмечено усиленное образование боковых корней и увеличение их объёма при низких концентрациях.

Ярко выраженный эффект после применения 2,4-Д — это увеличение скорости синтеза РНК и её концентрации. Ускорение синтеза можно заметить уже через несколько часов после обработки.

Скорость проникновения 2,4-Д в растения на протяжении суток не остается постоянной: в ранние утренние часы и после захода солнца 2,4-Д проникает в листья гораздо более интенсивно, чем в полуденные, что, по-видимому, связано с более высокой влажностью воздуха и лучшим тургором листьев. Роса не является препятствием для обработок, действие галоидфеноксикислот при этом не изменяется.

Эффективность действия 2,4-Д и её производных в значительной степени зависит от факторов внешней среды. При пониженных температурах уменьшается токсичность 2,4-Д, при повышении температуры возрастает чувствительность растений к 2,4-Д. При низкой интенсивности освещения реакция растений на применение 2,4-Д слабее, чем в условиях повышенной освещённости; благоприятное минеральное питание также усиливает действие 2,4-Д. Этому же способствует и высокая относительная влажность воздуха.

Исследованиями кафедры растениеводства московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева установлено, что аминную соль и бутиловый эфир в микродозах можно использовать в качестве регуляторов роста на посевах сахарной свёклы. Причём их применение должно соответствовать определённым этапам онтогенеза растений. У растений свёклы первого года вегетации первый этап совпадает с началом периода интенсивного роста после завершения линьки корня. Фенологическим признаком его наступления служит появление первого одиночного (седьмого по счёту) настоящего листа. Применение в эту критическую фазу 2,4-Д в активирующей концентрации (0,0002% 2,4-Д по действующему веществу) оказывает влияние на меристемы, что позволяет растению раньше сформировать мощную биомассу, которая и определяет конечный урожай.

Второй этап применения 2,4-Д, но уже в ингибирующей концентрации (0,004% по действующему веществу) совпадает с окончанием интенсивного прироста биомассы и началом интенсивного накопления углеводов (середина августа). В этом случае происходит торможение роста молодых листьев в центре розетки и перераспределение продуктов синтеза.

Исследования показали, что в условиях ЦЧЗ у растений сахарной свёклы первого года вегетации наблюдается положительная реакция на применение 2,4-Д в микродозах в обе критические фазы. Причём прибавка в урожайности корнеплодов тем выше, чем благоприятнее водный режим. Содержание сухого вещества в корнеплодах также увеличивается. При обработке в первую критическую фазу повышение сбора сухого вещества определяется возрастанием концентрации клеточного сока, во вторую — главным образом увеличением валовой урожайности корнеплодов. Аналогичным образом ведёт себя содержание и сбор сахарозы [32].

Натриевые соли нафтеновых кислот (НРВ). Натриевые соли нафтеновых кислот (НРВ), выделенные из отходов нефти, в малых концентрациях являются регуляторами роста и развития растений.

НРВ применяется в виде 40%-ного водного раствора натриевой соли нафтеновых кислот. НРВ применяется на широком спектре сельскохозяйственных культур: на полевых, овощных культурах и плодовых растениях. Слабыми растворами НРВ обрабатывают семена, вносят в почву в чистом виде и в смеси с удобрениями, а также опрыскивают растения в фазу цветения.

При намачивании семян озимой пшеницы перед посевом 0,0001%-ным раствором НРВ заметно возрастает длина корней и вес одного растения. Следует отметить, что применение НРВ при замачивании семян более эффективно, чем применение гетероауксина или гибберелловой кислоты.

Опрыскивание растений огурцов и картофеля 0,05%-ным раствором НРВ приводит к увеличению урожайности этих культур соответственно на 40 и 20%. Урожай томатов при обработке указанной концентрацией возрос также на 40%.

Исследованиями установлено, что под влиянием НРВ улучшаются условия питания растений, усиливаются физиологические и биохимические процессы и улучшается обмен вещества и водный режим растений. Заметно возрастает также количество азотобактера в почве.

Хвойный экстракт. Большое значение в перспективе будет иметь замена регуляторов роста синтетической природы веществами естественно происхождения. Среди таких регуляторов роста растений важное место занимают так называемые биос — вещества, химический состав которых до сих пор точно не установлен, но основу которых составляют витамины В. Хвойный экстракт принадлежит к данной группе веществ. В сухом веществе хвои сосны обыкновенной содержится значительное количество витаминов группы В, а также витамины Е, К, Р и С.

Получают хвойный экстракт путём экстракции хвои холодной водой, затем остаток экстрагируется органическим растворителем, а потом вновь экстрагируется горячей водой. Жидкость отстаивают, сливают с осадка, выпаривают под вакуумом до консистенции густоты экстракта тёмно-бурого цвета и добавляют сосновое эфирное масло. Из тонны сырья выход абсолютно сухого экстракта составляет около 200 кг.

В состав хвойного экстракта, наряду с большим количеством витаминов, входят различные группы фенольных и терпеноидных соединений. Это позволило предположить, что хвойный экстракт будет обладать физиологической активностью, так как содержащиеся в нём соединения являются природными ингибиторами роста растений.

По данным А.М. Астащенко и М.И. Рыбаковой, 1974, обработка растений озимой пшеницы хвойным экстрактом (природный регуляторный комплекс) позволяет значительно быстрее перейти к состоянию покоя, в связи с чем наблюдается гораздо лучшая их перезимовка и соответственное увеличение урожайности, повышение морозостойкости растений.

При использовании хвойного экстракта как эндогенного регулятора роста при возделывании кормовой свёклы в условиях Нечерноземной зоны повышаются урожайность; содержание и сбор белка; общий сбор незаменимых аминокислот. Высокий эффект от применения хвойного экстракта в агротехнике сахарной свёклы был получен и в условиях Центрально-Черноземной зоны. Так, применение хвойного экстракта (5 л/га) в начале периода интенсивного накопления углеводов в среднем за четыре года

обеспечило прибавку урожайности корнеплодов на 26 ц/га. При этом максимальный выход сахарозы составил около 90 ц/га [32].

Биосил. Это природный экологически чистый регулятор роста растений, полученный из хвои пихты сибирской. Действующим веществом в нём являются тритерпеновые кислоты.

Биосил предназначен для предпосевной обработки семян и опрыскивания полевых культур в период вегетации в качестве регулятора роста. Обработка растений этим препаратом способствует увеличению урожайности, повышению количества белка и клейковины и возрастанию иммунитета к комплексу грибных, бактериальных и вирусных болезней растений. Применять биосил можно как в чистом виде, так и в смеси с пестицидами. Для обработки семян зерновых культур норма расхода препарата составляет 10 л/т. При опрыскивании пшеницы и ячменя в фазу кущения и колошения — 30 мл/га.

Глава 7. Применение средств защиты растений

7.1. Система интегрированной защиты

Защита растений от вредных организмов является важным резервом увеличения производства и повышения качества сельскохозяйственной продукции. По оценкам экономистов потери от вредителей, болезней и сорняков достигают во многих странах от 20 до 30% возможного сбора урожая. Это означает, что каждый пятый гектар обрабатываемой земли не приносит урожая (Чураев И.А., 1975).

Длительное время рост затрат на защиту растений сопровождался увеличением объёма применения пестицидов. Создалось впечатление, что с помощью одной только химической борьбы можно успешно и в короткий срок решить все проблемы защиты растений. Однако стали накапливаться тревожные сведения об отрицательных последствиях неоправданно широкого применения пестицидов. Загрязнение окружающей среды, накопление остатков в продуктах питания, сравнительно быстрое развитие у вредителей устойчивости к ядам осложнили использование химического метода. Не менее важным недостатком употребления пестицидов оказалось и подавление ими естественных регулирующих механизмов в биоценозах, что привело к массовому размножению ряда вредных организмов. В связи с этим, перед специалистами возникла необходимость применения интегрированной борьбы, предполагающей рациональную и комплексную эксплуатацию всех имеющихся методов защиты растений на основе учёта складывающейся экологической обстановки и всё большего повышения удельного веса биологического метода.

Согласно уставу Международной организации биологической борьбы (МОББ), под биологическим методом понимается использование живых организмов или продуктов их жизнедеятельности для предотвращения или уменьшения вреда, причиняемого вредными организмами.

В природной обстановке организмы живут не изолированно друг от друга, а в виде сообществ — биоценозов. Взаимоотношения между организмами в биоценозе очень сложны и многообразны.

Поэтому концепция борьбы с вредителями, болезнями и сорняками исходит из следующей теоретической предпосылки: нельзя уничтожить отдельные вредные виды, игнорируя их связи с живущими в том же био-

ценозе другими организмами, ибо любое воздействие на агробиоценоз изменит численность и взаимоотношения всех входящих в него компонентов. Следовательно, борьба должна предусматривать выбор таких средств и методов, которые вели бы к подавлению вредителей и вместе с тем активизировали их естественных врагов. Этого можно добиться, опираясь на систему из пяти взаимосвязанных элементов: высокий уровень агротехники; использование иммунных сортов растений; биологический метод защиты; учёт экономических порогов вредоносности; применение ядохимикатов избирательного действия [98].

Высокий уровень агротехники предусматривает строгое соблюдение чередования культур в севооборотах, включение в ротацию паров, тщательные и своевременные обработки почвы в соответствии с зональной системой земледелия и другие мероприятия.

Так, например, санитарная роль севооборотов имеет большое значение в защите урожая от вредителей, болезней и сорняков. В опытах Северо-Западного НИИСХ возделывание картофеля в полях севооборота значительно снижало поражаемость ботвы чёрной ножкой и клубней паршой обыкновенной, ризоктонией и фитофторой. Если на бессменных посадках картофеля четвёртого года поражаемость этими болезнями составила 34, 20, 21 и 12%, то в севообороте соответственно 5, 7, 10 и 4%.

Вторая составляющая интегрированной защиты — создание растений, наследственно устойчивых к различным вредным организмам. Краеугольный камень такой работы заложен Н.И. Вавиловым, разработавшим теорию иммунитета растений.

Исследования, проведённые в НИИ защиты растений, показали, что неустойчивые сорта усиливают коэффициент размножения многих вредителей. Так, при воспитании гусениц стеблевого мотылька на растениях устойчивых к ним линий кукурузы происходит массовое вымирание этого насекомого. Численность популяции вредителей, полученных на устойчивых и неустойчивых сортах, различалась в 30–40 раз.

Биологический метод защиты подразделяется на: биологическую борьбу с вредными насекомыми; биологическую борьбу с возбудителями болезней растений; биологическую борьбу с сорняками.

Биологическая борьба с вредными насекомыми. Естественными врагами (энтомофагами) насекомых являются различные болезнетворные микроорганизмы, хищные и паразитические беспозвоночные животные. Насекомые служат пищей и для многих позвоночных животных. Среди микроорганизмов в настоящее время известны возбудители бактериальных, грибных, вирусных и протозойных заболеваний насекомых. Обширной группой естественных врагов насекомых являются

паразитические черви — нематоды. Из беспозвоночных паразитов и хищников наиболее распространены энтомофаги-насекомые. Энтомофагами являются также многие виды пауков, клещей, многоножек.

Среди позвоночных животных наибольшее значение имеют насекомоядные птицы. Определённую пользу приносят рыбы, пресмыкающиеся и млекопитающие, а также лягушки и жабы.

Биологическая борьба с возбудителями болезней растений. В основе данного метода борьбы лежат существующие в природе явления сверхпаразитизма и антибиоза между микроорганизмами, обитающими на растениях и в почве.

В настоящее время наибольшее внимание уделяется изучению и разработке методов использования антагонистов и продуктов их жизнедеятельности — антибиотиков. Так, в производственных условиях проверена высокая эффективность гриба триходеры — антагониста возбудителей болезней увяданий. Для борьбы с бактериозами рекомендован антибиотик фитобактериомицин, с грибными болезнями — трихотецин, с бактериальными болезнями — аренарин, с вирусными болезнями — иманин.

Возможны следующие пути прямого использования антибиотиков:

- а) обработка семян;
- б) обеззараживание надземных органов растений;
- в) дезинфекция почвы;
- г) химиотерапия растений.

Биологическая борьба с сорняками. В настоящее время биологический метод борьбы с сорняками можно рассматривать в следующих аспектах.

- 1) Возделывание в севообороте культур, способных своей вегетативной массой уничтожать отдельные сорняки. Главным условием при этом должна быть их биоэкологическая и физиологическая несовместимость.
- 2) Использование травоядных насекомых и нематод, обладающих узкой специализацией по отношению к отдельным растениям. Эти организмы повреждают листья, стебли, семена, соцветия.
- 3) Использование фитопатогенных микроорганизмов, поражающих различные вегетативные и генеративные органы у отдельных сорных растений.
- 4) Использование биогенных препаратов — продуктов биологического синтеза микроорганизмов. Выделены штаммы бактерий, которые обладают фитотоксическими свойствами. Бактериальные токсины тормозят прорастание семян сорных растений и рост их всходов.

5) Использование травоядных рыб и моллюсков для борьбы с нежелательной водной растительностью на оросительных каналах. Например, толстолобик и белый амур питаются сорняками — клубнекамышом, рогозом, камышом озёрным, осоками и др.

6) Использование птиц для уничтожения семян сорняков.

В нашей стране биологический метод борьбы с сорняками не получил широкого распространения. В качестве примера можно указать лишь метод борьбы с цветковым паразитом люцерны — повиликой. Основой метода служит опрыскивание повилики на люцерне спорами поражающего её гриба-альтернрии. Производственные испытания показали, что применение альтернрии на посевах семенной люцерны вызывает гибель 90–95% повилики.

Другой успешный пример — использование мушки фитомизы против заразики.

Четвёртый элемент включает прогнозирование хода размножения вредных для сельского хозяйства организмов и расчёт экономического порога их вредности.

Учёные уже определили экономические пороги вредности более ста видов насекомых. Устанавливаются пороги вредности также для возбудителей заболеваний сельскохозяйственных культур.

В практической деятельности следует учитывать, что эти пороги изменяются в широких пределах в зависимости от зоны возделывания культуры, климата и т.д.

Определение экономического порога целесообразности проведения защитных мероприятий рассмотрим на примере борьбы с сорняками. Методика их расчёта была разработана Центральным институтом агрохимического обслуживания сельского хозяйства (Захаренко В.А., 1985). Для проведения расчёта необходимо иметь зональные данные затрат на применение гербицидов, показатели снижения величины и качества урожая, закупочные цены на продукцию, затраты на прополки, уход за посевами, уборку и доработку урожая на засорённых посевах по сравнению с незасорёнными.

Расчёт экономических порогов вредности сорняков сводится к определению уровня засорённости, при котором потери урожая и дополнительные затраты на прополки и по уходу за посевами равны затратам на применение гербицидов. Исходя из этого, показатель засорённости посевов X рассчитывается по формуле:

$$X = Z : C \times U \times a,$$

где Z — затраты на применение гербицидов, р/га;
 C — цена продукции, р/т;
 U — планируемая урожайность, т/га;
 a — коэффициент, характеризующий снижение урожая при увеличении засорённости на единицу.

Примерные экономические пороги вредности наиболее распространённых однолетних сорняков в посевах основных сельскохозяйственных культур приведены в таблице 8.

Таблица 8

Примерные экономические пороги вредности

Культуры	Урожайность, т/га	Урожайность, окупающая затраты на применение гербицидов, т/га	Экономический порог засорённости по проектному покрытию, %
Зерновые колосовые	1,75	0,5–5,1	7–58
Кукуруза	3,06	0,5–6,9	1,5–12
Просо	1,05	0,5–1,7	10–27
Зернобобовые	1,67	1,7–3,2	14–23
Свёкла	26,6	4,6–31,4	2,5–12
Подсолнечник	1,16	1,7–3,2	9–54
Лён	0,42	0,1–0,35	5–16
Картофель	12	2,4–9,4	2,5–8
Капуста	15	2,9–13,8	5–18
Лук, чеснок	15	1–3,8	1–4,0
Многолетние травы	1,76	1,3–7,1	18–80
Плодовые	3,16	0,5–1,9	25–60

Последний элемент интегрированной системы защиты растений — это применение ядохимикатов избирательного действия. Сегодня предстоит изобретать не просто пестициды, а пестициды, безопасные для полезных организмов, не способные накапливаться в почве и в растениях. Ассортимент применяемых препаратов должен учитывать возможность эффективного использования минимальных дозировок.

7.2. Характеристика современных гербицидов

Для борьбы с сорными растениями в сельскохозяйственной практике используют различные химические соединения и многие их производные, получившие название **гербициды**. Широкий видовой состав сорных растений, резко отличающихся друг от друга по биологическим

особенностям, большой набор сельскохозяйственных культур и различные условия их возделывания потребовали разработки ассортимента гербицидов, включающего несколько сот наименований. Гербициды классифицируются по форме, химическому составу, селективности, отношению к культурному растению и характеру действия на сорняки.

По физической форме гербициды подразделяются на две группы: применяемые в виде рабочих жидкостей и применяемые в виде гранул. В последние годы в практике производства всё шире применяют комбинированные препараты, которые, в свою очередь, делятся на смеси и комбинации.

Под смесями гербицидов понимают такие препараты, которые содержат в своем составе два и более физиологически активных вещества.

Под комбинацией гербицидов следует понимать набор отдельных препаратов, применяемых последовательно и раздельно во времени и обычно различающихся по природе действия на растения.

По химическому составу гербициды подразделяются на органические и неорганические. Технические продукты гербицидов не являются химически чистыми соединениями. Содержание действующего вещества может колебаться от 5% до 80%. Обычно в технический продукт гербицидов включают различные поверхностно-активные вещества.

По селективности (избирательности) к растениям гербициды делятся на избирательные и сплошного действия (общеистребительные).

Избирательность гербицидов определяется различием в анатомическом и морфологическом строении однодольных и двудольных растений, неодинаковыми биохимическим, физиологическим и физическим механизмами избирательности.

По токсическому действию на растения гербициды подразделяются на системные, то есть передвигающиеся, и контактные.

Системные гербициды, попав на растение, проникают внутрь и передвигаются по сосудисто-проводящей системе, вызывая гибель растения. Системные гербициды условно делятся на почвенные и листовые.

Контактные гербициды повреждают только ту часть растения, которая соприкасается с препаратом.

По интенсивности действия гербициды делят на две группы: быстрого действия (острая токсичность) и замедленного действия (хроническая токсичность). К первой группе относятся гербициды контактного действия и системные, применяемые при обработках вегетирующих сорняков. Ко второй группе — почвенные гербициды.

Основное направление в применении гербицидов предусматривает рациональное использование препаратов, позволяющее проводить обра-

ботки с пониженными нормами расхода при высокой технической эффективности. Этому направлению отвечают большинство современных гербицидов. К ним можно отнести следующие препараты.

«Ураган Форте» — системный гербицид сплошного действия. Применяется для борьбы с многолетними и однолетними злаковыми и двудольными сорняками в чистых парах до посева озимых культур или осенью по стерне на полях, предназначенных для посева яровых зерновых культур и подсолнечника. Норма внесения препарата для борьбы с однолетними сорняками составляет 1,5–2 л/га, для борьбы с многолетними сорняками — 3–4 л/га.

«Линтур» — гербицид избирательного действия. Применяется на зерновых культурах для борьбы с основными двудольными сорняками (марь, щирица, ромашка, подмаренник, пикульник, осот). Норма расхода препарата на яровых зерновых культурах составляет 135 г/га, на озимых зерновых культурах — 165 г/га. Срок внесения — фаза кущения зерновых культур.

«Пума супер» — гербицид избирательного действия. Применяется на зерновых культурах для борьбы со злаковыми сорняками. Хорошо подавляет овсюг и просовидные злаковые сорняки. Совместим со многими гербицидами. Срок применения — по вегетирующим сорнякам, начиная с фазы двух листьев до конца кущения, независимо от фазы развития культуры. Норма расхода препарата на яровой пшенице составляет 0,6–1,2 л/га, на озимой пшенице и ячмене — 0,8–1 л/га.

«Магnum» — гербицид избирательного действия. Применяется на зерновых колосовых культурах для борьбы с однолетними и некоторыми многолетними двудольными сорняками. Норма расхода препарата составляет 10 г/га. Срок обработки — два-четыре листа у однолетних сорняков и фаза розетки у многолетних. Зерновая культура может находиться в фазе двух листьев и до конца кущения.

«Пилот» — гербицид системного действия. Применяется при возделывании сахарной свёклы для борьбы со многими видами однолетних двудольных сорняков. Воздействует на сорняки как через листья, так и через корни. Гербицид отличается широким диапазоном внесения — перед посевом культуры, до появления всходов и после появления всходов. «Пилот» рекомендуется применять при температуре атмосферного воздуха не ниже +5°C и не выше +25°C. Норма внесения препарата зависит от способа и времени обработки. Опрыскивание почвы с заделкой препарата до появления всходов свёклы производится с нормой 5–6 л/га. Опрыскивание посевов в фазу семядолей у двудольных сорняков и первого листа у злаковых сорняков производится с нормой расхода препа-

рата 2 л/га. Если в данную фазу «Пилот» применяется в смеси с гербицидами на основе десмедифама и фенмедифама, то норма внесения составляет 1,5 л/га.

«Миура» – селективный послевсходовый гербицид. Применяется на посевах сахарной свёклы для борьбы с однолетними и многолетними злаковыми сорняками (овсюг, просо куриное, щетинник, пырей ползучий, полевица белая). Норма расхода препарата: против однолетних сорняков — 0,4–0,8 л/га; против многолетних — 0,8–1,2 л/га. Сроки применения: однолетние злаковые сорняки — в фазе от двух до четырёх листьев до начала кущения; многолетние злаковые — от четырёх до шести листьев до высоты 12–15 см. Сахарная свёкла в момент обработки может находиться в любой фазе. Допускается совместимость с гербицидами, предназначенными для уничтожения двудольных сорняков (бетанес, бетарен-экспресс АМ, бурефен ФД 11, лонтрел 300), а также с фосфорорганическими и пиретроидными инсектицидами.

«Дуал Голд» — гербицид избирательного действия. Применяется на посевах подсолнечника для борьбы с однолетними злаковыми и некоторыми двудольными сорняками. Норма расхода препарата — 1,3–1,6 л/га. Совместим с другими гербицидами.

«Пантера» — послевсходовый гербицид для борьбы с однолетними и многолетними злаковыми сорняками в посевах свёклы и подсолнечника. В баковых смесях совместим со многими противодвудольными гербицидами. Норма расхода препарата: против однолетних сорняков — 0,75–1 л/га, против многолетних сорняков — 1–1,5 л/га.

«Зеллек супер» — системный, селективный, послевсходовый гербицид для защиты сахарной свёклы и подсолнечника от злаковых сорняков. Гербицид эффективно уничтожает однолетние злаки, включая самые вредоносные: просо куриное, овсюг, щетинники. Хорошо подавляет многие виды многолетних злаков, в том числе злостные корневищные: пырей ползучий, свинорой пальчатый, гумай. Оптимальные сроки применения — фаза двух-шести листьев у однолетних злаковых сорняков. На многолетние сорняки гербицид применяют, когда их высота достигнет 10–15 см. Нормы расхода препарата составляют: против однолетних злаков — 0,5 л/га; против многолетних злаков — 1 л/га.

«Карибу СП» — послевсходовый гербицид широкого спектра действия для борьбы с широколиственными сорняками на посевах сахарной свёклы. Обработку посевов сахарной свёклы можно проводить от появления всходов культуры до смыкания рядков. Главным фактором, определяющим время опрыскивания, является фаза развития сорняков. Большинство сорняков лучше всего уничтожаются в фазе семядолей и

двух листьев. Для повышения эффективности препарата к нему рекомендуется добавлять поверхностно-активное вещество «Тренд 90» в дозе 200 мл/га. Норма внесения «Карибу» составляет 30 г/га.

7.3. Технология внесения гербицидов

Применение гербицидов в биологической системе земледелия вызвано необходимостью борьбы с сорняками при переходе от отвальной обработки почвы к безотвальной в первые четыре-пять лет освоения новой системы. В переходный период наблюдается повышенная степень засорённости посевов. Поэтому применение гербицидов на данном этапе становится обязательным приёмом. По истечении четырёх-пяти лет засорённость поверхностного слоя почвы уменьшается и соответственно сокращается количество обработок посевов сельскохозяйственных культур гербицидами.

Основным способом внесения гербицидов является опрыскивание. Используемые для этой цели жидкие разбавленные препараты носят название рабочего раствора. Для его приготовления используют главным образом воду.

Для внесения гербицидов применяются как отечественные, так и импортные прицепные либо самоходные штанговые опрыскиватели. Из отечественных опрыскивателей наибольшее распространение у нас получил опрыскиватель марки ОП-200022-2-01. Техническая характеристика опрыскивателей, их принцип действия и устройство будут показаны в главе 10.

При обработке поля гербицидами необходимо выполнять следующие требования. Норма внесения рабочего раствора при обычном опрыскивании — 250–300 л/га. Скорость движения агрегата и давление в напорной магистрали должны быть постоянными и не превышать соответственно 6–7 км/ч и 0,3–0,4 МПа. Отклонение установленного расхода жидкости от заданного не может быть более 10%. Разброс осевших капель должен составлять 200–550 мкм. Механическое повреждение культурных растений не должно быть более одного процента.

На качество опрыскивания оказывает влияние целый ряд факторов. Прежде всего, это доза препарата, определяемая количеством действующего вещества, расходуемого на 1 га обрабатываемой площади. В руководствах по применению норма расхода указывается обычно не по действующему веществу, а по препарату. Если этого нет, то можно воспользоваться следующей формулой:

$$D_r = (D_o \times 100) : a,$$

где D_T — доза технического препарата гербицида, кг/га;
 D_o — оптимальная доза действующего вещества, кг/га;
 a — содержание действующего вещества гербицида в техническом препарате, %.

Другим фактором, оказывающим существенное влияние на качество опрыскивания, является ветер. Он изменяет равномерность распределения рабочего раствора, усиливает его испаряемость и снос капель. Для наземных штанговых опрыскивателей скорость ветра не должна превышать 3 м/с.

Что касается размера капель, то с ним связаны такие свойства рабочего раствора, как удерживаемость, проникающая способность, равномерность покрытия, избирательность, снос и т.д. Однако оптимальная величина размера капель неоднозначна для различных гербицидов и культур. Поэтому в каждом конкретном случае размер капель должен варьироваться.

Химическую прополку посевов лучше всего проводить в ранние утренние или вечерние часы, когда отсутствуют восходящие токи воздуха.

Существенное влияние на качество работы может оказать наличие на растениях росы и выпадающих осадков.

Температуру воздуха, состав почвы и её влажность также необходимо учитывать при работе с гербицидами. Например, применение некоторых системных гербицидов (2,4-Д) при температуре воздуха 12°C и ниже оказывается малоэффективным вследствие низкой активности ростовых процессов у сорняков.

Пересыхание поверхностного слоя почвы ослабляет гербицидный эффект при использовании таких препаратов, как симазин, пирамин, диурон, монурон, рамрод.

На почвах, тяжёлых по механическому составу и содержащих более трёх процентов органического вещества, усиливается адсорбция гербицидов коллоидами.

На поле, подлежащем обработке, выбирается направление движения, отмеряются поворотные полосы, определяются места заправки, устанавливаются защитные полосы.

С целью уменьшения вибрации направление движения агрегата должно совпадать с рядами посева. Кроме того, тракторист будет в этом случае иметь возможность ездить прямолинейно. Способ движения агрегата — челночный. Если нет возможности выезжать за пределы поля, повороты агрегата осуществляются на поворотной полосе. Ширина её берётся равной захвату штанги. Внутреннюю кромку поворотной поло-

сы отмечают вешками. Производительность агрегатов в существенной степени зависит от организации их заправки. Она может осуществляться следующими способами. Если имеется передвижной пункт для приготовления рабочих растворов, то рабочий раствор готовится в нём, а заправка опрыскивателей осуществляется на поворотной полосе. Если передвижного пункта нет, то рабочий раствор готовится непосредственно в основной ёмкости опрыскивателя. Лицам, занятым на опрыскивании сельскохозяйственных культур, необходимо соблюдать требования по технике безопасности.

Установка опрыскивателей на заданный расход жидкости производится следующим образом. Зная норму рабочего раствора на один гектар, ширину захвата опрыскивателя и скорость движения агрегата, определяют минутный расход жидкости по формуле:

$$q_c = \frac{UBQ}{600} \text{ л/мин,}$$

где U — скорость движения, км/ч;
 B — ширина захвата, м;
 Q — норма расхода, л/га.

Минутный расход жидкости определяют для того, чтобы обеспечить заданный расход на 1 га. Подсчитав число распылителей на штанге, определяем пропускную способность одного распылителя: $q_c : n = q$ л/мин. Затем по таблице определяем тип распылителя и рабочее давление жидкости, которые обеспечивают вычисленное значение q .

Фактическую установку проверяют на чистой воде на стационаре. Для этого у работающего опрыскивателя под два-три распылителя подставляют мерные ёмкости и в течение минуты собирают в них воду. Точный расход устанавливают путём изменения давления в нагнетательной магистрали.

Действительная величина скорости движения агрегата может отличаться от расчётной. Поэтому её нужно проверить. Скорость движения проверяют в поле, определяя время, в течение которого агрегат проходит определённое расстояние, например, 300 метров. Скорость подсчитывают по формуле:

$$U = 3,6 \frac{S}{t}$$

где S — пройденное расстояние, м;
 t — время, затраченное на этот путь, с.

В ходе работы следует периодически контролировать удельный расход жидкости путём деления израсходованного её объёма на обработанную площадь.

Равномерность распределения рабочего раствора по ширине захвата штанги зависит от высоты её установки. Высота должна быть такой, чтобы обеспечить перекрытие соседних факелов на величину шага их установки на штанге. Продольные оси сопел распылителей следует повернуть примерно на 10° относительно оси штанги.

Глава 8. Технологии возделывания важнейших сельскохозяйственных культур

Согласно словарю русского языка, термин «технология» означает совокупность операций, осуществляемых определённым способом и в определённой последовательности, из которых складывается процесс обработки материала или изделия.

Применительно к сельскому хозяйству выделены такие понятия, как технология сельскохозяйственного производства, технология растениеводства и животноводства, технология возделывания сельскохозяйственных культур, операционная технология выполнения механизированных полевых работ. Остановимся на технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Она включает в себя перечень и последовательность работ по выращиванию сельскохозяйственных культур, их уборке и послеуборочной обработке; агротехнические требования к выполнению работ; перечень технических средств; технико-экономические показатели. Проще говоря, технология отражает чем, как, в какие сроки и в какой последовательности выполняются работы по выращиванию сельскохозяйственных культур, и во что они обходятся предприятию.

Рыночный механизм хозяйствования ставит перед товаропроизводителем три главных вопроса: что производить, для кого производить и как производить. Попытаемся ответить на третий вопрос — как производить, т.е. выбрать технологию. Ответ на данный вопрос чрезвычайно важен по следующим причинам.

Во-первых, технология является внутренней переменной величиной в любой организации. Её можно рассматривать как средство преобразования сырья в продукты и услуги.

Во-вторых, технология влияет на объёмы продукции, издержки производства и качество товаров, а значит, и на эффективность работы предприятия в целом.

Как известно, в нашей стране в 80-е годы прошлого века были разработаны и в основном внедрены в производство интенсивные технологии выращивания сельскохозяйственных культур. Наиболее успешно шло освоение интенсивной технологии производства зерна озимой пшени-

цы. Эта технология базировалась на управлении процессом формирования урожая, включающем в себя комплекс агроприёмов:

- создание повышенного агрофона, нейтральной кислотности почвы;
- использование высокоурожайных, устойчивых к полеганию сортов;
- внесение в период весенне-летней вегетации оптимальных доз азотных удобрений;
- применение регуляторов роста и интегрированной защиты растений.

При этом работы по уходу за растениями выполнялись с использованием постоянной технологической колени. Рассматриваемая технология в настоящее время используется только отдельными хозяйствами области. Главная причина её не востребоваемости — это высокие производственные затраты. А в рыночной экономике мы должны считать каждый вложенный в производство рубль и его отдачу. Поэтому с учётом ситуации, сложившейся в агропроме, эту технологию необходимо скорректировать в сторону ресурс- и энергосбережения.

Помимо отмеченного недостатка — чрезвычайно высокой затратности — все интенсивные технологии базировались исключительно на традиционной, т.е. отвальной системе обработки почвы, что ведёт в условиях кризиса к потере почвой своего плодородия.

С другой стороны, любая технология должна органически вписываться в природный биоценоз, не нарушая сложившихся в нём взаимосвязей, то есть быть приспособленной (адаптивной) к окружающему ландшафту.

Интенсивная технология возделывания озимой пшеницы в настоящее время постоянно совершенствуется. Появились новые высокопродуктивные сорта с улучшенными показателями. В производстве осваивается новое поколение широкозахватной комбинированной почвообрабатывающей техники. Изменяются агротехнические приёмы. Так, например, К. Алимовым предложен новый подход, в основе которого лежит закон минимума. Согласно ему, агроном управляет формированием урожая путём оптимизирования факторов роста и развития растений, находящихся в минимуме. Иными словами, здесь использована концепция управления по целям (MBO), разработанная американским учёным Питером Друкером.

Однако на сегодняшний день, учитывая кризисное состояние агропрома, более востребована аграрным бизнесом будет интегрированная технология возделывания озимой пшеницы, которая сочетает в себе методы интенсивной технологии и методы биологического земледелия.

Рассмотрим один из таких вариантов.

8.1. Технология возделывания озимой пшеницы

Биологические основы формирования продуктивности. В основе продуктивности озимой пшеницы лежат: онтогенез листа и фотосинтез, рост и развитие, адаптация к затенению, фотопериодизм, водный стресс, влияние засухи, регуляция газообмена, влияние низких температур и заморозков на посевы, солеустойчивость и минеральное питание растений.

Жизненный цикл озимой пшеницы состоит из ряда периодов. Основными из них являются два: **первый** — формирование вегетативных органов; **второй** — формирование генеративных органов.

Принято различать индивидуальное развитие (онтогенез) и формирование органов растений в их зачаточном состоянии (органогенез). Этапы органогенеза внешне проявляются через фенологические фазы роста. По Ф.М. Куперман [54; 55] выделяются 12 этапов органогенеза.

I этап — прорастание семян, фаза одного побега. Элементами продуктивности служат полевая всхожесть семян и густота посева.

II этап — формирование вегетативной сферы, фаза кушения. Продолжительность этапа весной — 10 дней. Элементами продуктивности являются габитус растения (высота, количество листьев), коэффициент кушения и зимостойкость.

III этап — дифференциация главной оси зачаточного соцветия и зачаточных кроющих листьев прицветников, фаза кушения. Продолжительность периода — 15 дней. Элементами продуктивности служат количество члеников колосового стержня.

IV этап — появление веточек соцветий и конусов нарастания второго порядка, образование первого стеблевого узла. Продолжительность этапа — 13 дней. Элементами продуктивности служат количество колосков в колосе и засухоустойчивость растений.

Подкормка на этом этапе обеспечивает выживание колосоносных синхронно развитых стеблей.

V этап — начало образования цветков, образование второго стеблевого узла (образование колоса). Продолжительность этапа — 17 дней. Элементами продуктивности являются количество цветков в колосе.

VI этап — в материнских клетках проходят процессы макро- и микроспорогенеза. Последний лист свернут в трубку. Продолжительность этапа — 6 дней.

VII этап характеризуется процессом подготовки к образованию специализированных клеток пыльцы и завязи женского гаметофита. Фенологическим признаком этапа является выпрямление язычка (лигулы) последнего листа. Продолжительность этапа — 10 дней. VI–VII этапы соответствуют фазе выхода в трубку.

VIII этап завершает процессы формирования всех органов соцветий и цветка. Этот этап совпадает с выколашиванием. Продолжительность этапа составляет шесть дней. Элементами продуктивности на VI–VII этапах является фертильность цветков, плотность колоса и жаростойкость растений. На VII–VIII этапах органогенеза нужна своевременная азотная подкормка.

IX этап — цветение и оплодотворение растений. Элементом продуктивности на данном этапе является озернённость колоса. Продолжительность этапа — пять дней.

X этап — молочная спелость. Элементом продуктивности этого этапа является величина зерновки. Его продолжительность — 12 дней.

XI этап — накопление питательных веществ в семени (налив семян). Здесь формируется масса зерновки, устойчивость растений против сушеев. Продолжительность этапа — 23 дня.

XII этап характеризуется превращением питательных веществ в запасные вещества семени. Происходит созревание семян. Продолжительность этапа — восемь дней.

Результаты исследований свидетельствуют, что продуктивность, качество и другие хозяйственные признаки растений озимой пшеницы в значительной степени обусловлены развитием корневой системы и условиями выращивания.

Сорта озимой пшеницы экстенсивных и интенсивных форм резко отличаются друг от друга по развитию корневой системы. Если у экстенсивных форм корневая система лучше развивается в глубоких слоях почвы, то у интенсивных сортов всё наоборот. Поэтому эти растения лучше используют плодородие почвы, осадки и поздние подкормки для формирования урожая зерна.

При интенсивной технологии желательно формировать умеренный листовой аппарат. При большой листовой поверхности происходит непродуктивный расход влаги. К тому же растения сильнее поражаются болезнями. Большое значение имеет сохранение листового аппарата до конца вегетации. Особенно ценен в этом отношении верхний флаговый лист. Его уничтожение отрицательно сказывается на урожае.

Озимая пшеница на образование единицы сухого вещества расходует от 400 до 500 единицы воды (ТК). Критическим для пшеницы является период от выхода в трубку до колошения. Осенние осадки способствуют более высокому выходу зерна по сравнению с выходом соломы. Весенние осадки усиливают рост массы и создают условия для появления новых побегов.

Озимая пшеница наиболее чувствительна к низким температурам и их колебаниям в зимне-весенний период. Без снега озимая пшеница гибнет при температуре 16–18°C. Особенно опасны для неё в бесснежные зимы ледяные корки. Гибель растений от вымерзания заключается в том, что в межклеточных пространствах замерзает вода. Образовавшиеся кристаллы льда оттягивают воду из клеток, что приводит к их обезвоживанию и гибели.

Таким образом, в разные фазы развития у растений озимой пшеницы наблюдаются различные требования к факторам внешней среды. Это и следует учитывать при освоении технологий.

Агротехника. Озимая пшеница наиболее требовательна к предшественникам. Многолетние опыты показали, что увеличение урожайности при выращивании озимой пшеницы в севообороте составляет 11,3 ц/га. При повторных посевах она значительно снижает урожай. Поэтому насыщение зерновой группы озимой пшеницей в нашей зоне не должно превышать 25% к площади пашни.

Озимую пшеницу целесообразно размещать по лучшим, наиболее влагообеспеченным предшественникам. В ЦЧЗ зоне к ним относятся чистый и сидеральный пары, пласт многолетних трав, зерновые бобовые, однолетние травы, залежь.

При внедрении современной технологии особое значение имеет правильный подбор сортов. Прежде всего, необходимо высевать районированные сильные и ценные сорта интенсивного типа.

Потенциальную продуктивность сорта по Ф.М. Куперман принято учитывать по числу побегов, образовавшихся на втором этапе органогенеза осенью и числу колосков и цветков в колосе, заложившихся на четвертом-пятом этапах органогенеза. Реальная продуктивность учитывается по числу продуктивных побегов, массе зерновок с каждого колоса и растения в целом, достигнутых на 11–12-м этапах.

При выборе сорта агроном должен учитывать множество факторов: плодородие почвы, предшественника, период вегетации, зимние условия, засуху, полегание, поражаемость болезнями и др. Так, например, по чистым парам нужно возделывать короткостебельные сорта интенсивного типа, по занятым — высокостебельные, хорошо кустящиеся сорта.

Опытный агроном предпочитает иметь в хозяйстве не менее двух сортов, чтобы они дополняли друг друга.

В настоящее время в Тамбовской области наибольшее распространение имеют такие сорта озимой пшеницы, как Мироновская 808, Московская 39.

Московская 39 — сорт озимой мягкой пшеницы, выведенный в НИИСХ Центральных районов Нечерноземной зоны. Московская 39 внесена в 1999 году в Государственный реестр селекционных достижений и допущена к выращиванию в Центральном регионе. Зерно красное, средней крупности. Натура зерна — 801 г/л. Содержание белка в зерне — 16,02%. Сорт среднеспелый.

Мироновская 808 — сорт интенсивного типа, среднеспелый. Отличается высокой кустистостью и зимостойкостью. Засухоустойчивость средняя. Устойчив к осыпанию, но неустойчив к полеганию. Устойчивость к заболеваниям и вредителям — средняя. Относится к сильным пшеницам. Однако на низком агрофоне качество зерна резко снижается.

Мироновская 808 формирует два-три побега на растении. Если погибает главный побег, то весной восстанавливается нормальная густота стояния растений. Характеризуется высокой пластичностью и жизненностью. Сорта подобного типа районированы в зонах с менее благоприятными погодными условиями. Их рекомендуется высевать после малоценных предшественников.

Озимая пшеница предъявляет высокие требования к плодородию почвы и очень отзывчива на удобрения.

При расчёте норм удобрений под планируемый урожай следует учитывать данные агрохимических картограмм, показатели выноса питательных веществ урожаем и коэффициент использования культурой элементов питания. Для обеспечения высокой эффективности минеральных удобрений на полях с кислыми почвами необходимо провести известкование.

Установлено, что синтез белковой молекулы немыслим без азота и фосфора. Поэтому одним из действенных агроприёмов, направленных на создание урожая зерна с хорошими технологическими свойствами, является, прежде всего, азотно-фосфорное удобрение. Калийные удобрения не оказывают очевидного влияния на урожай и качество зерна пшеницы.

Установлено, что различные формы азотных удобрений под озимую пшеницу оказывают практически одинаковое действие на содержание белка и клейковины в зерне. Это позволяет использовать под пшеницу любое азотное удобрение.

Научные исследования показали, что на фоне полного фосфорно-калийного обеспечения в начальные фазы развития необходимо умеренно-недостаточное азотное питание и достаточное в поздние фазы вегетации. Поэтому всю дозу фосфора и калия необходимо вносить до посева, а азот — в период весенне-летней вегетации.

При внесении азотных удобрений в начале возобновления весенней вегетации (второй этап органогенеза) стимулируется весеннее кущение, формируются дополнительные побеги. При внесении азотных удобрений в начале выхода растений в трубку (четвёртый этап органогенеза) повышается выживание колосоносного стеблестоя. Внесение азота в период формирования последнего листа, когда колос набух, но ещё не появился (седьмой и восьмой этапы органогенеза), способствует росту озёрнённости колоса, увеличению массы 1000 зёрен и повышению качества зерна.

Основным критерием для дифференциации доз азотных удобрений при их дробном внесении в период весенне-летней вегетации является густота стояния растений и количество синхронно развитых побегов. Например, в нашей зоне хорошие посевы сорта Мироновская 808 должны иметь густоту стояния 300–350 растений на 1 м² при двух синхронно развитых побегах, нормальные или средние посевы — 250–300 растений, изреженные — 150–250 растений.

Установлено, что высокий урожай озимой пшеницы формируется при наличии в почве не менее 120 кг/га минерального азота.

Хорошо развитые посевы подкармливать весной поверхностным способом нецелесообразно. Слаборазвитые посевы лучше подкормить как можно раньше по таломёрзлой почве из расчёта 30–50 кг/га азота.

В целом, рекомендуемая доза туков вносится в два приёма: в начале выхода растений в трубку (прикорневое внесение) и от начала появления последнего листа до окончания колошения (некорневое внесение). Если первая подкормка влияет на количество урожая, то вторая — на его качество. Доза азота в обоих случаях составляет от 45 до 60 кг/га д.в. При этом при проведении некорневых подкормок за один приём не следует давать свыше 30 кг/га д.в.

Иной точки зрения при работе с удобрениями придерживается профессор К. Алимов. Расчётную норму минеральных удобрений под запланированный урожай следует внести перед основной обработкой почвы. Внесение удобрений проводится внутрпочвенно специальными машинами на глубину 14–16 см. Это позволит оптимизировать питание растений и сориентировать рост корневой системы пшеницы в наиболее глубокие слои почвы.

Обработку почвы под озимую пшеницу рассмотрим в направлении её минимализации. Сама схема обработки будет складываться из обработки чистого и занятого паров. Основная задача, решаемая обработкой, — создание мелкокомковатой и выравненной поверхности при одновременном сохранении плотного семенного ложа.

Как правило, под чистый пар отводят поля из-под подсолнечника. Поэтому первым приёмом обработки будет являться дискование вслед за уборкой урожая. Оно позволит измельчить стебли подсолнечника и создать на поверхности поля мульчирующий слой. Основную обработку выполняют плоскорезами-глубококорыхлителями на глубину 27–30 см. Такая технологическая схема способствует уменьшению промерзания почвы и повышению впитывания влаги.

Схема весенне-летней обработки чистого пара включает в себя ранневесеннее боронование, две обработки тяжёлыми противозерозионными культиваторами с одновременным боронованием на глубину 12–14 и 10–12 см и последующих обработок паровыми культиваторами с постепенным уменьшением глубины рыхления. Если на поле вносят навоз, то для его заделки используют тяжёлые дисковые бороны.

В случае, когда предшественниками являются поздноубираемые культуры сплошного сева, и сохраняется стерня, то первую весеннюю обработку проводят агрегатами КНК-6000 или АКП-6.

Технология поверхностной обработки почвы в занятом пару под посев озимой пшеницы в зависимости от складывающихся условий может выполняться по следующим схемам:

- 1) когда между уборкой предшественника и севом имеется большой промежуток времени. В этом случае вслед за освобождением поля проводится обработка на глубину 8–10 см комбинированным почвообрабатывающим агрегатом. Затем выполняется предпосевная обработка паровыми культиваторами или культиваторами марки КНК в зависимости от обстановки. При проведении прямого посева последняя операция отменяется;
- 2) когда между уборкой предшественника и севом не имеется большого запаса времени. В данной ситуации выполняется сразу предпосевная обработка почвы агрегатами нового поколения (АКП-6, КНК-6000 и др.). На чистых полях целесообразен прямой посев в стерню.

Посев озимой пшеницы — один из основных агроприёмов, обуславливающих разную экологическую среду для растений. От срока, нормы,

глубины, способа и технологии посева сильно зависит обеспеченность проростков всеми жизненно важными факторами.

Норма высева семян — это способ регулирования густоты стояния растений, их кустистости и густоты продуктивного стеблестоя. Наиболее высокие урожаи получают обычно при образовании 550–650 колосьев на 1 м² посева. Стеблестой такой густоты можно создать при высеве от 4 до 5 млн. всхожих зёрен. Норму высева необходимо менять в зависимости от условий погоды, сроков и способов сева, качества подготовки почвы и т.д. Её следует уменьшать в благоприятных условиях и увеличивать в неблагоприятных. Необходимо также учитывать неодинаковую реакцию сортов на нормы высева. Так, например, норму высева озимой пшеницы изменяют в зависимости от биологических особенностей сорта: устойчивости к полеганию, способности к кущению, скороспелости и реакции на удобрения.

Глубина посева — этот приём сильно влияет на полевую всхожесть, развитие и продуктивность растений. Установлено, что при достаточной влажности почвы растения лучше развиваются при неглубокой заделке семян. При выращивании пшеницы по интенсивной технологии оптимальной глубиной будет 2–3 см., т.е. глубина, близкая к залеганию узла кущения. В этом случае образуется короткое прочное подземное междоузлие, которое не обрывается при неблагоприятных условиях во время перезимовки. К тому же семена обрабатывают препаратами против корневых гнилей. А они, в свою очередь, действуют как ингибиторы и замедляют появление всходов.

Исследованиями установлено, что с увеличением глубины заделки семян уменьшается высота надземной массы, длина корней и накопление сухого вещества. Разные сорта озимой пшеницы по-разному реагируют на различную глубину. Мелкозёрные сорта плохо переносят глубокую заделку. То же самое относится и к короткостебельным сортам.

Наиболее эффективным способом посева при выращивании озимой пшеницы по интенсивной технологии является разбросной способ в лентах. Такой посев обеспечивает новое поколение сеялок, так называемый прямой посев в стерню.

Сроки сева. Срок сева существенно влияет на время появления и полноту всходов, а следовательно, и на урожай. Наиболее важное значение для формирования урожая имеют сочетания факторов жизни в начальные фазы роста и развития. Чем лучше условия для прохождения первого и второго этапов органогенеза, тем выше продуктивность растений. Наиболее благоприятная фаза развития озимой пшеницы перед уходом в зиму — кущение (второй этап органогенеза). Растения не дол-

жны переходить к третьему этапу. Поэтому, определяя сроки посева, необходимо исходить из того, чтобы растения образовали два развитых побега. Для этого при нормальных условиях необходимо 40–50 дней осенней вегетации.

На рост и развитие растений оказывают влияние почвенные условия и предшественники. Вот почему посев начинают в первую очередь по худшим предшественникам (занятым парам) с более низким качеством подготовки почвы, а затем переходят к посеву по чистым парам. В нашей почвенно-климатической зоне к посеву по занятым парам приступают с 20 августа, а по чистым парам — с 1 сентября. Срок окончания посева — 15 сентября.

Уход за посевами озимой пшеницы состоит из целого ряда агроприёмов и направлен на создание благоприятных условий для роста растений и повышения их морозо- и зимостойкости. Технология ухода не должна быть шаблонной. В каждом конкретном случае необходимо учитывать конкретные условия. Так, например, при недостаточном увлажнении посевы лучше прикатать. Однако на чернозёмах солонцеватых и солончаковатых, способных заплывать, каткование нецелесообразно. Этот приём может привести к появлению ледяной корки.

Многие хозяйства до сих пор боронуют посевы весной. Между тем, исследования показали, что боронование приводит к повреждению главных побегов и появлению побегов второго и третьего порядка. Весеннее боронование в большинстве случаев повреждает и изреживает слаборазвитые посевы.

В условиях ЦЧЗ на посевах озимой пшеницы наибольшее распространение имеют следующие сорняки: ромашка непахучая, василёк синий, ярутка полевая, пастушья сумка, осоты розовый и жёлтый. Химическая борьба с ними проводится на третьем и четвёртом этапах органогенеза, когда растения находятся в фазе полного кущения (длина листового влагалища на главном стебле должна превышать 5 см).

Опытным агрономам известно, что озимая пшеница прекрасно подавляет сорняки в своих посевах. Поэтому при правильной агротехнике и высокой культуре земледелия химическая борьба с сорняками становится ненужной.

Из вредителей озимой пшеницы наибольшее распространение имеют мышевидные грызуны, озимая совка, хлебная жужелица, клоп — вредная черепашка. Из болезней — бурая листовая ржавчина, мучнистая роса, корневые гнили, головня, фузариоз и бактериоз колоса. Недооценка и игнорирование защиты растений от вредителей и болезней неизбежно приводит к снижению урожайности и ухудшению качества зёрна.

Сроки проведения обработок посевов устанавливаются с учётом фитосанитарного прогноза и результатов текущих обследований полей. Выбор пестицидов в настоящее время довольно большой. Здесь всё зависит от финансовых возможностей предприятия.

Если в результате обследования обнаружено свыше 20 сорняков на 1 м², необходимо провести химическую обработку посевов. Для борьбы с однолетними двудольными сорняками (ярутка полевая, пастушья сумка, редька дикая и др.) используют *бюктрил Д*, 2,4-Д, 2М-4Х (*ковбой*) в дозе 0,7–1,4 кг/га. При наличии в посевах ромашки непахучей, василька синего, гречишек и др. сорняков, устойчивых к группе 2,4-Д, применяют *банвел-Д* (0,5 кг/га), *базагран* (3,0 кг/га), *аврору* (0,03 кг/га). Для борьбы с многолетними сорняками (осоты, бодяк) рекомендуют смесь 2,4-Д (*луварам*) + *лонтрел* в дозе 2,0+0,3 кг/га. Срок применения — фаза кущения озимой пшеницы.

В борьбе с грибными болезнями (ржавчиной, мучнистой росой, септориозом) применяют *байлетон*, *тилт* или *альто*. Против мучнистой росы, корневых гнилей и снежной плесени эффективен *фундазол*.

Для борьбы с вредителями (клоп — вредная черепашка, хлебная жужелица, озимая совка) используют *децис*, *каратэ*, *фьюри*, *арриво*, *шерлу*. Против мышей при пороге вредоносности свыше 100 жилых нор на 1 га применяют приманки с *глифтором* и *бактороденцидом*.

8.2. Технология возделывания сахарной свёклы

Особенности биологии. Сахарная свёкла — травянистое растение с двухлетним циклом развития. Первый год вегетации свёклы подразделяется на три этапа:

- 1) формирование усвояющей поверхности листьев и корневой системы — примерно первые полтора месяца жизни растений;
- 2) усиленный рост листьев и корнеплода, продолжающийся более двух месяцев;
- 3) интенсивное накопление сахара — последний месяц вегетации.

Изучение роста корня свёклы показывает, что в течение всего вегетационного периода происходит непрерывное нарастание корнеплода преимущественно за счёт периферических тканей. Содержание сахарозы изменяется под влиянием условий вегетации. Максимальное содержание сахарозы отмечается при засушливых условиях и высокой температуре воздуха в конце вегетации; минимальное — соответствует высокой влажности и пониженным температурам.

Свекловичное растение образует в среднем около 50–60 листьев. Его конечная урожайность положительно связана с мощностью развития листового аппарата в начале, а сахаристость — в конце вегетации. Поэтому сохранение листовой поверхности растений и борьбе с преждевременным её отмиранием является важнейшим условием получения высокого урожая. Задержка этого процесса наблюдается при благоприятных условиях питания и водного режима почвы. Продлению сроков жизнедеятельности листьев способствуют прикорневые фосфорно-калийные подкормки в начале обнажающихся междурядий, а также обработка листьев растворами этих удобрений.

Размер листовой поверхности также влияет на величину урожая корнеплодов. Оптимальная площадь листьев на гектаре должна составлять 35–40 тыс. м², поскольку её дальнейшее увеличение не приводит к повышению поглощения солнечной энергии. Установлено, что усиленное минеральное питание при нормальной влажности почвы способствует повышению интенсивности фотосинтеза.

Общий ритм роста сахарной свёклы определяется замедленным развитием молодых растений. А так как рост корнеплода тесно связан с формированием листьев, необходимо создавать условия, при которых смыкание листьев в рядах произойдёт как можно раньше. Здесь помогут такие агроприёмы, как ранний посев и стимулирование роста молодых растений. Это важнейшая предпосылка получения высоких урожаев и полного использования факторов интенсификации при выращивании свёклы.

Условия роста и развития. Сахарная свёкла — культура умеренно-тёплого климата. В первый год жизни наиболее благоприятные условия для её роста и накопления сахара складываются при температуре 18–23°C.

Отношение сахарной свёклы к температуре зависит от возраста, почвы и погоды. Набухание и прорастание семян возможно уже при 2–3°C. Однако всходы в этом случае появляются лишь на 45 день. Наиболее благоприятные условия для прорастания — +15–20°C. От начала набухания семян до появления семядольных листьев необходима сумма температур 100–125°C.

Фотосинтез и рост сахарной свёклы лучше всего идут при 20–22°C, но активный рост и накопление сахара продолжаются до наступления осенних температур — +6°C. Сумма активных температур, необходимая растениям первого года вегетации, составляет 2200–2400°C.

Устойчивость сахарной свёклы к низким температурам в разные периоды роста и развития неодинакова. В фазе проростков и всходов она

способна переносить снижение температуры до –4, –5°C. В более поздние периоды заморозки –1, –2°C могут вызывать повреждение и даже гибель растений.

Осенью вегетация сахарной свёклы прекращается при +2–4°C.

Сахарная свёкла относится к растениям длинного дня. При увеличении продолжительности дня ускоряется развитие растений, возрастают темпы роста листьев, корнеплодов и накопление в них сахаров.

Для роста и развития сахарной свёклы необходим естественный свет с полным набором спектральных лучей. Красные лучи обеспечивают большее накопление углеводов, синие — белков, витаминов и ростовых веществ.

Сахаристость свёклы в большей мере зависит от воздействия солнечной радиации во второй половине вегетации. Наиболее интенсивно отток сахаров происходит, когда ясная солнечная погода чередуется с облачной.

Действие света как фактора внешней среды зависит от температуры воздуха, водообеспеченности растений, уровня минерального питания. На интенсивность фотосинтеза оказывает влияние густота стояния растений и их распределение на площади. А.А. Ничипорович считает, что оптимальная площадь листьев на 1 га должна составлять 35–40 тыс. м². Дальнейшее увеличение её не приводит к увеличению поглощения солнечной энергии. Наиболее благоприятные условия освещения создаются, когда площадь питания каждого растения по форме соответствует квадрату.

Сахарная свёкла — относительно засухоустойчивая культура. Она экономно расходует влагу: на единицу сухого вещества потребляет 350–450 единиц воды, то есть меньше, чем зерновые культуры. Однако с единицы площади сахарная свёкла расходует воды в 1,5–2 раза больше их, потому что на единице площади она формирует урожай гораздо больше, чем зерновые культуры. По различным источникам, при условии наилучшего сочетания всех факторов роста и развития, урожай сахарной свёклы может составить около двух тысяч центнеров с одного гектара.

В условиях ЦЧЗ при урожайности корнеплодов 450 ц/га сахарная свёкла расходует 4500 м³ воды на 1 га.

Отношение сахарной свёклы к воде меняется по мере роста и развития растений. Наибольшее количество воды она потребляет в период интенсивного роста корнеплода (вторая половина июня – первая половина августа). Необходимо отметить, что сахарная свёкла предъявляет повышенные требования к содержанию влаги в верхнем слое почвы во время набухания и прорастания семян.

Можно сказать, что у свёклы наблюдается два критических периода, когда она ощущает наибольшую потребность в воде: весной, при прорастании семян, и в конце лета, когда идёт процесс интенсивного накопления сухого вещества.

Наиболее пригодны для возделывания сахарной свёклы чернозёмные почвы, обладающие мощным гумусовым горизонтом, нейтральной реакцией и хорошими водно-физическими свойствами.

Для сахарной свёклы большое значение имеют плотность сложения почвы и её агрегатный состав. Для роста свёклы более пригодны структурные почвы с преобладанием водопрочных агрегатов размером 1–3 мм. По механическому составу предпочтительны суглинки. Наиболее благоприятна объёмная масса почвы 1–1,2 г/см³. На плотных почвах корнеплод формируется неправильной формы: укорачивается, округляется и сильно ветвится.

Сахарная свёкла плохо переносит переувлажнение и близкое стояние грунтовых вод. На почвах с кислой реакцией молодые всходы чрезвычайно сильно поражаются болезнью — корнеедом, из-за чего замедляется их рост и развитие.

Среди полевых культур сахарная свёкла считается наиболее требовательной к плодородию почвы. В то же время она наиболее отзывчива на улучшение минерального питания.

На формирование среднего по величине урожая сахарная свёкла потребляет в два-три раза больше питательных веществ, чем зерновые хлеба.

Потребность сахарной свёклы в основных элементах минерального питания по периодам роста неодинакова. В первый период особенно велика потребность в азоте и фосфоре. В середине вегетации поступление всех элементов питания достигает максимума. Во вторую половину вегетации растения поглощают более четверти всего количества азота и около 40% калия. Потребность в фосфоре такая же, как и в середине вегетации.

Сахарная свёкла относится к солелюбивым растениям. За исключением фазы прорастания она выдерживает относительно высокое содержание солей в почве, а при высыхании почвы может довольно долго покрывать свою потребность во влаге. С урожаем свёклы из почвы выносятся большое количество калия и натрия. Высокая концентрация ионов хлора не оказывает отрицательного влияния на урожай и сахаристость свёклы. При дефиците калия и бора сахаристость свёклы очень сильно снижается.

Агротехника. Сахарная свёкла относится к культурам, которые очень требовательны к условиям выращивания. Поэтому в интенсифи-

кации свекловодства севооборот имеет огромное значение, обеспечивая свёклу элементами питания, увлажнения и очищения полей от сорняков.

В севообороте площадь под свёклой не должна превышать 20–25%, чтобы на прежнее место она возвращалась на четвёртый-пятый год. В противном случае невозможно обеспечить санитарную защиту свёклы и восстановить водный баланс. Грубейшим нарушением агротехники считается посев свёклы по свёкле, что приводит к истощению почвы, усиленному развитию болезней и вредителей и, в конечном счёте, резкому падению урожая. В зоне неустойчивого увлажнения сахарную свёклу следует размещать в первую очередь в звене «чистый пар — озимая пшеница — сахарная свёкла». Такое размещение обеспечивает наиболее высокие и устойчивые запасы влаги в почве. В качестве культур раннего занятого пара наиболее пригодны озимая рожь и кукуруза на зелёный корм. Второе поле свёклы в севообороте следует максимально удалить во времени от первого, а также от подсолнечника и многолетних трав двух и более лет пользования. Следовательно, второе свекловичное звено севооборота может выглядеть так: 1 — занятый пар (кукуруза на зелёный корм), 2 — озимая рожь, 3 — сахарная свёкла.

М.И. Сидоров и В.А. Федоров [91] считают, что в более увлажнённой северной и северо-западной частях лесостепи ЦЧЗ возможно насыщение севооборотов сахарной свёклой до 30%. Поэтому в десятипольном севообороте можно иметь три поля сахарной свёклы, например:

1. Пар чистый	6. Сахарная свёкла
2. Озимая пшеница	7. Горох
3. Сахарная свёкла	8. Озимая пшеница
4. Кукуруза на зелёный корм	9. Сахарная свёкла
5. Озимая пшеница	10. Ячмень

В отдельных случаях лучше размещать сахарную свёклу в севооборотах с короткой ротацией, например:

1. Пар чистый	3. Сахарная свёкла
2. Озимая пшеница	4. Ячмень

Удельный вес сахарной свёклы в этом севообороте составляет 25%. Сахарная свёкла предъявляет большие требования к условиям питания. Наибольшая продуктивность этой культуры достигается при использовании полного минерального удобрения в соотношении элементов питания, близком к единице. По данным опытов ВНИИСС, от

применения азотных удобрений урожайность повысилась на 34 ц/га, фосфорных — на 16 ц/га и калийных — на 9 ц/га. Совместное же их использование увеличило урожай на 68 ц/га. Экономический эффект от применения сложных удобрений выше, чем от эквивалентной смеси простых туков.

Рекомендуемая норма минеральных удобрений под сахарную свёклу в условиях Тамбовской области составляет 150:155:155 кг/га д.в. В каждом конкретном случае рекомендуемую норму следует корректировать по результатам анализа почвы. Всю дозу удобрений вносят под основную обработку почвы осенью. На выщелочных чернозёмах для повышения технологических качеств корнеплодов используют марганцевые удобрения из расчёта 15–25 кг/га в пересчёте на марганец.

Важную роль в повышении эффективности туков играет навоз. При внесении его в чистом пару прибавка урожая корнеплодов свёклы в расчёте на 1 тонну навоза составляет от 1,4 до 2 ц/га. Наряду с подстилочным навозом хорошие результаты даёт полужидкий навоз в дозе 50–60 т/га.

Сахарная свёкла очень чувствительна к кислотности почв, которая угнетающе действует на её рост и развитие. Это обусловлено тем, что при кислой реакции почвенного раствора ослабляется поступление в растения катионов Са, Mg и К. По данным ВНИИСС, проведение известкования не только повышает урожайность культуры, но и её сахаристость. Для известкования кислых почв используют дефекат, мел, мергель, известковые туфы и т.д. Известковые материалы лучше вносить под предшествующую культуру (в чистом пару). Чтобы установить дозу известки, величину гидролитической кислотности умножают на 1,5. В зависимости от кислотности доза составляет от трёх до шести т/га.

В ЦЧЗ при традиционной системе земледелия, основанной на отвальной вспашке, основная обработка почвы под сахарную свёклу в зависимости от конкретных условий выполняется улучшенным или полупаровым способами.

При многолетнем типе засорённости (корневищные и корнеотпрысковые сорняки) предпочтение отдаётся улучшенной зяби. В этом случае сразу после уборки предшественника проводят лущение дисковыми лущильниками на глубину 6–8 см. Через две недели лущение повторяют лемешными лущильниками в агрегате с зубowymi боронами на глубину 12–14 см. В сухую погоду для второго лущения целесообразнее использовать плоскорезы в агрегате с катками.

Вспашку проводят не позднее середины сентября плугами с предплужниками после внесения удобрений на глубину 28–32 см.

Полупаровой способ основной обработки почвы наиболее эффективен при засорении однолетними и особенно просовидными сорняками. Он состоит из лущения почвы дисковыми лущильниками, глубокой вспашки плугами с предплужниками, оборудованных боронами, через 10–12 дней после лущения. По мере появления сорняков поле обрабатывают паровыми культиваторами в агрегате с боронами поперёк вспашки. Последнюю культивацию проводят без боронования на глубину 12–14 см. Этот приём можно выполнять лемешными лущильниками, плоскорезами или плугами без отвалов.

При освоении системы минимальной обработки почвы отвальная вспашка не практикуется. В данном случае её выполняют чизельными плугами, оборудованными съёмными приспособлениями для дополнительного рыхления верхнего слоя почвы и выравнивания поверхности. При их отсутствии допускается применение обычных плугов со снятыми отвалами, которые дооборудуют зубowymi боронами или катками в зависимости от влажности почвы.

Что касается операции лущения, то здесь лучше использовать комбинированный агрегат с активными рабочими органами. Его применение более эффективно. Оно обеспечит интенсивное перемешивание стерни озимой пшеницы с землёй в слое почвы 0–10 см, создаст выровненный мульчирующий слой.

Цель предпосевной подготовки почвы под сахарную свёклу заключается в том, чтобы обеспечить сохранение влаги, создать рыхлый мелкокомковатый выровненный поверхностный слой и семенное ложе оптимальной плотности. Это будет способствовать нормальной заделке и быстрому прорастанию семян, что обеспечит появление дружных равномерных всходов.

Предпосевная подготовка почвы состоит из приёмов рыхления и выравнивания почвы и культивации перед посевом.

Ранневесеннее рыхление проводят при достижении верхним слоем почвы физической спелости (при подсыхании гребней пашни). В это время почва приобретает способность крошиться на мелкие структурные комочки. Для выполнения данной операции применяют шлейфы и лёгкие бороны. При сочетании боронования и шлейфования достигается наиболее благоприятное соотношение между капиллярной и некапиллярной скважностью почвы, и лучше сохраняется влага.

Рыхлят почву в два отдельных прохода под углом друг к другу. Если зябь была выровнена с осени, достаточно одного прохода агрегата. При весеннем бороновании почвы нежелательно использовать тяжёлые и средние зубовые бороны, так как они рыхлят почву на глубине, превы-

шающей глубину заделки семян. Направление движения — по диагонали поля.

Обработку почвы перед просевом проводят свекловичным культиватором или бороной ВНИС-Р. Рабочие органы культиватора устанавливаются по разным схемам в зависимости от состояния поля. На чистых от пожнивных остатков и хорошо разделанных полях культиваторы лучше оборудовать левыми и правыми односторонними плоскорежущими лапами-бритвами, спиральными роторами и шлейфами. На солоmistых плохо обработанных и влажных полях целесообразнее оборудовать культиватор стрелчатými лапами, шлейф-балками и посевными боронами. Обработка проводится в один след непосредственно перед посевом на глубину заделки семян. Движение агрегата осуществляется под острым углом к направлению сева.

Прикатывание почвы перед посевом нецелесообразно. Этот приём следует рассматривать как исключение в случае, когда поверхностный слой почвы сильно иссушен и обработан неравномерно по глубине.

Появление тракторов, оборудованных двумя навесками, позволяет объединить предпосевную культивацию и посев свёклы в единый технологический процесс. В этом случае на переднюю навеску трактора (ЛТЗ-155, ВТ-100 и др.) агрегируют культиватор УСМК-5,4/7,6, а на заднюю — свекловичную сеялку кратного захвата (ССТ-12/ССТ-18). Посевной комплекс при необходимости можно дооборудовать приспособлением для внесения почвенных гербицидов.

В условиях ЦЧЗ к посеву сахарной свёклы приступают одновременно с началом сева ранних яровых культур при достижении верхним слоем почвы физической спелости. Решающую роль при этом играет не температура почвы на глубине заделки семян, а обеспеченность семян влагой в семенном ложе, что чрезвычайно важно для получения дружных равномерных всходов. Путём раннего и быстрого сева реализуется один из главных резервов урожайности — выдерживается необходимая продолжительность вегетационного периода. Исследования показывают, что потери урожая при запаздывании с севом на один день значительно выше возможных его прибавок за счёт переноса сроков уборки на тот же срок [28].

Для возделывания свёклы без затрат ручного труда используют односторонние гибриды, созданные на основе ЦМС. Эти семена отличаются высокой всхожестью, быстрым прорастанием при невысоких температурах, устойчивостью к болезням и вредителям. Для Тамбовской области рекомендованы односемянные гибриды Львовского и Рамоновского селекционных центров. Эти гибриды отличает хорошая форма

корнеплодов, высокое качество сырья, пригодность к машинной технологии возделывания, невысокая поражаемость корнеедом и черкоспорозом, незначительная повреждаемость корневыми гнилями.

В среднем за три года испытаний гибрида «Львовский МС 29» и сортов сахарной свёклы «Львовская 52» и «Рамоновская 47» установлено его превышение над сортами по сахаристости на 0,35%, по урожайности корнеплодов на 3 т/га, по выходу сахара на 0,68 т/га [28].

Для посева пригодны семена двух фракций: диаметром 3,5–4,5 и 4,5–5,5 мм. Они могут быть обычными калиброванными или дражированными. Дражированные семена рекомендуются использовать при высокой культуре земледелия, когда все операции проводятся одновременно и в соответствии с агротребованиями. Дело в том, что дражированные семена для прорастания требуют большего количества влаги, чем обычные. Если допущены погрешности в обработке почвы, которые привели к неравномерному распределению влаги, то в этом случае всходы бывают изреженными и рваными. Поэтому при экстремальных условиях лучше применять обычные семена, протравленные или инкрустированные инсектицидами и фунгицидами.

Норму высева семян на 1 п.м. ряда определяют по формуле:

$$H.B. = \frac{G_p \times L \times K_v}{10^4 \times П.В.} \text{ штук/м,}$$

где G_p — оптимальная густота стояния растений перед уборкой, шт./га;

L — ширина междурядий, см;

K_v — коэффициент выпадения растений за вегетацию ($K_v = 1,05–1,3$);

$П.В.$ — полевая всхожесть семян, %.

Исходя из приведённой формулы, массу высеваемых семян на 1 га можно определить как:

$$M = \frac{H.B. \times m}{L}, \text{ кг/га}$$

где m — масса 1000 семян, г.

Интенсификация производства сахарной свёклы ужесточила требования к качеству семян. А так как их стоимость постоянно растёт, счёт семенам идёт уже не на килограммы, а на штуки. Все импортные семена продаются по так называемым посевным единицам. Одна посевная единица содержит 100 тысяч семян сахарной свёклы. На один гектар требуется 1,3 посевных единицы.

В настоящее время растёт качество и отечественных семян. Так, например, ОАО сёмзавод «Тамбовский» предлагает к продаже дражированные и инкрустированные семена сахарной свёклы. На гектар посева требуется 1,5 посевных единиц таких семян. Это позволяет получить на 1 п.м. рядка 4,9 растения, что в переводе на гектар составит 108 тысяч растений.

Глубина посева сахарной свёклы должна быть минимальной при условии их закрытия рыхлой почвой и контактирования с влажным ненарушенным семенным ложем. При высокой агротехнике и нормальных погодных условиях оптимальная глубина заделки семян в ЦЧЗ должна составлять 3–4 см.

Для посева свёклы используются пунктирные или пневматические сеялки точного высева. При посеве обычными семенами лучше использовать пунктирные сеялки «ССТ-12Б» и «ССТ-12 В» в агрегате с трактором Т-70 С. Для посева на конечную густоту подбирают однорядные девятино ячеистые диски на соответствующие фракции семян. Для устранения дробления и подсева семян устанавливают минимально допустимые зазор между счищающим роликом и пластинчатом чистиком, щели в пределах 1 мм между высевающим диском, корпусом и крышкой высевающего аппарата, а также между счищающим роликом и корпусом аппарата. Затем при снятых приводных цепях у навешенной на трактор сеялки проворачивают вручную высевающие диски. Механизмы должны проворачиваться плавно, без заеданий. Убедившись в работоспособности сеялки, её прокатывают по ровной земляной площадке со скоростью 5 км/ч, подсчитывают число высеянных семян на 1 п.м. рядка. В случае существенного отклонения от заданной нормы высева вновь проверяют правильность настройки сеялки и регулируют зазор между чистиком и роликом отражателя.

Поле для посева предварительно подготавливается: определяется направление движения агрегатов, проводится разбивка на загонки, отбивка поворотных полос, провешивание линии первого прохода. Для получения одновременных всходов на всём поле и выполнения последующих механизированных уходных работ практикуется групповой способ работы посевных агрегатов. При работе двух сеялок движение начинают с двух сторон линии первого прохода, которая проводится посередине поля. То есть агрегаты работают параллельно расходящимся веером. При посеве крайне важно выдерживать прямолинейность рядков. Для обеспечения прямолинейного вождения пользуются визиром. На гусеничные тракторы устанавливают визиры со смещением относительно оси трактора вправо на 225 мм, а на колёсные — по центру трактора.

Скорость движения посевного агрегата не должна превышать 4–5 км/ч. С увеличением скорости ухудшается распределение семян по глубине и вдоль рядка, снижается норма посева, семена укладываются во взрыхлённый сухой слой почвы.

Качество сева проверяют при первых проходах и затем постоянно в процессе работы агрегата. Отклонение от заданной глубины заделки семян не должно превышать 1 см, ширины основных междурядий — 2 см, стыковых — 5 см. Семенные банки периодически очищают.

Посев не прикапывают, так как катки уничтожают влагосберегающие мульчирующие гребни над рядками семян. Помимо этого, на прикатанном поле сорняки прорастают одинаково быстро и в междурядьях, и в рядках, что создаёт определённые трудности для проведения первой механической обработки, если она предусматривается технологией возделывания.

Уход за посевами сахарной свёклы может проводиться двумя способами: а) механическим; б) химическим. Механический способ дополняется в случае необходимости внесением гербицидов. С целью экономии дорогостоящих препаратов применяют полосный способ внесения с шириной полосы распыла 20–25 см.

Химический способ предусматривает применение высокоэффективных гербицидов. Механические уходные работы в этом случае не проводятся. Такой способ осуществим в условиях высокой культуры земледелия.

МЕХАНИЧЕСКИЙ СПОСОБ. На четвёртый–пятый день после посева свёклы проводят довсходовое боронование поперёк рядков агрегатом, состоящим из посевных борон ЗБП-0,6 или райборонок З-ОР-0,7. В условиях холодной и влажной затяжной весны обработку повторяют. Скорость движения агрегата не должна превышать трёх км/ч.

В период обозначения рядков почву вдоль них рыхлят на глубину 3–4 см свекловичным культиватором, оборудованным защитными дисками, односторонними плоскорезущими 150-мм лапами и ротационными рабочими органами.

После шаровки приступают к продольному рыхлению междурядий. Культивацию проводят на глубину 5–6 см. Культиватор оборудуют 150-мм бритвами (по две на междурядье) и одной 150-мм плоскорезущей стрелчатой лапой, установленной впереди бритв. Ротационные батареи должны идти по рядку. Следующую продольную культивацию на глубину 6–8 см проводят с окучиванием растений. Ротационные батареи устанавливают в междурядья за бритвами. Окучивание свёклы даёт возможность в пять раз снизить засорённость в зоне рядка. Эту операцию

проводят одновременно с культивациями несколько раз, когда растения свёклы не засыпаются землёй, а сорняки находятся в начальной фазе развития.

При последующих обработках плантаций глубину рыхлений увеличивают до 10 см. В этом случае культиватор оборудуют односторонними бритвами, а тракторы — ботвоотводителями.

ХИМИЧЕСКИЙ СПОСОБ. Сахарная свёкла в силу своей биологической особенности весьма чувствительна к засорённости почвы. Практика её возделывания установила, что сильная степень засорённости посевов может привести к полной гибели урожая. Особенно опасно сильное загрязнение в первый период роста и развития культуры. Передовой опыт по возделыванию сахарной свёклы показывает, что без гербицидов обойтись невозможно. К тому же химическая борьба с сорняками при условии грамотного её проведения более эффективна по сравнению с механическими приёмами. Она даёт возможность полностью исключить ручной труд на уходных работах.

На посевах сахарной свёклы применяется широкий спектр гербицидов. По способу действия их подразделяют на почвенные (проникают в растения через корни) и послевсходовые или контактные (проникают в растения преимущественно через листья).

Выбор гербицидов, их смесей и сочетаний обуславливается видовым составом и степенью засорённости посевов свеклы с учётом агроклиматических условий зоны. Эффективность почвенных гербицидов в значительной степени зависит от наличия влаги в поверхностном слое почвы, равномерности внесения и заделки препарата в почву. Важное значение имеют глубина внесения гербицида и характер его подвижности в почве, что определяет и продолжительность действия препарата. Факторами эффективности послевсходовых гербицидов является фаза развития сорняков, температура окружающего воздуха, отсутствие осадков после их применения в течение ближайших двух часов, направление и скорость ветра, отсутствие восходящих токов воздуха, размер капель и т.д.

Набор гербицидов и количество обработок каждого поля зависят от характера и степени его загрязнённости. На полях со слабой засорённостью — до 100 всходов сорняков на 1 м² — проводят двукратную обработку гербицидами: первую — до посева смесью почвенных гербицидов, вторую — по всходам сахарной свёклы и сорняков.

На полях с засорённостью свыше 100 всходов сорняков на 1 м² проводят трёхкратную обработку: первую — до посева, вторую — до появления всходов свёклы, третью — по всходам свёклы и сорняков. В случае необходимости, при появлении новой волны сорняков, проводят четвёртую обработку.

Некоторые авторы (Гуреев И.И., Агибалов А.В., 2000) отдают предпочтение только послевсходовым гербицидам. К недостаткам почвенных гербицидов они относят их высокую стоимость, а также подавление биологической активности почвы и уничтожение молодых растений свёклы. Приводим рекомендованные ими схемы применения послевсходовых гербицидов при производстве сахарной свёклы без затрат ручного труда.

При средней степени засорённости проводят две обработки. Первое опрыскивание выполняется, когда сорняки находятся в фазе семядольных листьев. Используется смесь «Лонтрел 300» в дозе 0,3 кг/га + «Бетарен Прогресс АМ» в дозе 1 л/га. Второе опрыскивание проводят при появлении в фазе семядолей новой волны сорняков. К этому времени появляются и всходы злаков. Используется смесь гербицидов против двудольных и злаковых сорняков: «Зеллек Супер» (0,5 л/га) + «Бетарен Прогресс АМ» (1,2 л/га).

На сильно засорённых полях проводят три обработки. Первое опрыскивание — «Бетарен Прогресс АМ» (1 л/га). Второе опрыскивание — через 12–14 дней после первого — «Бетарен Прогресс АМ» (1 л/га) + «Лонтрел 300» (0,25 кг/га) + «Карибу» (0,03 кг/га). Третье опрыскивание — через 10–12 дней — «Бетарен Прогресс АМ» (1,2 л/га) + «Зеллек Супер» (0,5 л/га).

Уборка сахарной свёклы — одна из самых трудоёмких и ответственных операций. Организация работ при этом должна предусматривать лучшие сроки, исключение потерь урожая и реализацию корнеплодов в кондиционном состоянии.

Сроки уборки не должны быть ранними. В условиях ЦЧЗ каждый день отсрочки с уборкой свёклы в сентябре даёт дополнительный прирост урожая корнеплодов 2–3 ц/га и сбор сахара 0,5–0,6 ц/га. Поэтому к уборке следует приступать не раньше 20 сентября. Большое влияние на качество уборки оказывают рельеф поля, густота стояния и равномерность распределения растений, степень засорённости, выравненность корнеплодов, высота расположения их головок относительно поверхности почвы, а также регулировка рабочих органов уборочной техники.

Предварительную подготовку поля для массовой уборки проводят в следующей последовательности:

- 1) убирают поворотные полосы. Здесь же проводят настройку рабочих органов уборочных машин с учётом конкретной ситуации;
- 2) разбивают поля на загоны, которые начинаются и оканчиваются стыковыми междурядьями;

3) убирают межзагонные проходы шириной в 18–24 рядка;

4) размечают и подготавливают площадки под временные кагаты.

На плотных почвах за две недели до уборки выполняют послыйное предуборочное рыхление междурядий свекловичными культиваторами, оборудованными рабочими органами с разницей заглубления 3–4 см. Эта операция снижает потери урожая и загрязнённость корнеплодов, повышает производительность уборочных агрегатов.

Массовую уборку свёклы выполняют поточным, поточно-перевалочным или перевалочным способами. Выбор конкретного способа зависит от многих факторов: погодных условий и состояния почвы, загрязнённости корнеплодов, наличия транспортных средств и пр. Как правило, за время уборки приходится использовать несколько способов.

8.3. Технология возделывания подсолнечника

Биологические особенности. Культурный посевной подсолнечник является однолетним растением. В процессе эволюции он приобрел типичные свойства растений степного климата, приспособился к перенесению почвенных и воздушных засух, высоких температур. Вместе с тем он обладает большой экологической пластичностью.

Его корневая система — стержневого типа, проникающая в глубину до 4 метров. В начальный период вегетации корни развиваются быстрее, чем растёт в высоту стебель. Наиболее интенсивно они развиваются в период образования корзинки и до цветения. Боковые корни распространяются в сторону на 60–70 см под острым углом от главного стебля.

Растение подсолнечника имеет одиночный прямостоячий стебель высотой от 60 до 250 см. До фазы образования корзинки стебель растёт в высоту сравнительно медленно, но по завершению этой фазы интенсивность его роста значительно возрастает, затухая к началу цветения.

За период от появления всходов и до наступления хозяйственной спелости подсолнечник формирует в среднем от 28 до 36 настоящих листьев. Их число зависит от сорта: у скороспелых сортов меньше листьев, а у позднеспелых — больше.

Соцветие подсолнечника представляет собой многоцветковую корзинку. Если растения подсолнечника с первых дней жизни обеспечены питательными веществами и влагой, не угнетаются сорняками, то в корзинке закладывается очень много зачаточных цветков. Согласно исследованиям В.К. Морозова, основы урожая у подсолнечника закладываются в течение 15–20 дней от начала всходов.

Биологический контроль за ростом и развитием растений и формированием урожая осуществляется в соответствии с этапами органогенеза по Ф.М. Куперман. П.Г. Семихненко выделил семь фаз в развитии подсолнечника: прорастание семян и развитие всходов; листообразование; дифференциация меристемы на образование цветков корзинки; активный рост; цветение; формирование семян; налив семян и установление их крупности.

Подсолнечник — относительно теплолюбивая культура. При посеве подсолнечника в непрогретую почву растения отстают в развитии, удлиняется их вегетационный период.

Прорастание семян подсолнечника начинается при температуре +4–6°C. Повышение температуры заметно ускоряет появление всходов. Всходы могут переносить кратковременные заморозки до –8°C.

Требования растений к теплу после появления всходов возрастают. Среднесуточная температура воздуха в фазы листообразование — активный рост должна составлять +22°C, а в период цветения-созревания — +25°C.

Вегетационный период подсолнечника в зависимости от сорта и погодных условий составляет от 90 до 130 дней. На сроки созревания подсолнечника большое влияние оказывают припосевное внесение фосфорных удобрений и десикация (химическое подсушивание растений на корню).

Требования к влаге у подсолнечника довольно высокие. Расход влаги на одно растение превышает 200 кг. Его ТК равен 500–700, что больше, чем у злаков. Засухоустойчивость подсолнечника связана со способностью его корней проникать на большую глубину и использовать влагу нижних горизонтов почвы, недоступную для других растений.

Исследования показали, что количество осадков за период посева-цветения в значительной степени предопределяет структуру будущего урожая и его величину. Между ними существует прямая математическая зависимость с коэффициентом корреляции +0,8.

Максимальное водопотребление у подсолнечника приходится на период после образования корзинки и до цветения. Причём потребность в воде в этот период удовлетворяется за счёт запасов её в слое почвы 80–160 см.

Подсолнечник не предъявляет особых требований к типу почвы и её физико-механическим свойствам. Но наиболее благоприятны для него чернозёмы с нейтральной или слабощелочной реакцией почвенного раствора, с суглинистым или супесчаным механическим составом. Заболоченные и сильно песчаные почвы мало пригодны для возделывания

подсолнечника. Подсолнечник также плохо растёт на тяжёлых глинистых, кислых и сильно засоленных почвах. Подсолнечник на протяжении вегетации не предъявляет высоких требований к рыхлости почвы. Лишь на первом этапе молодые всходы нуждаются в аэрации почвы. Эти требования можно удовлетворить за счёт предпосевной культивации.

Подсолнечник является светолюбивым растением. Затенение и пасмурная погода задерживают рост и развитие растений, что приводит к формированию на них мелких листьев, из-за чего снижается урожай. Подсолнечник относится к растениям короткого дня. При продвижении на север вегетационный период его удлиняется.

На образование одного центнера семян подсолнечник потребляет значительно больше питательных веществ, чем зерновые культуры: в среднем, азота — 6 кг, фосфора — 2 кг и калия — 10 кг. Соотношение NPK как 3:1:5. Наибольшее количество азота потребляется от начала образования корзинки до конца цветения, фосфора — от всходов до цветения и калия — от образования корзинки до созревания. Начальный период развития подсолнечника является критическим в потреблении фосфора.

Таким образом, культурный подсолнечник имеет следующие специфические особенности:

- благодаря мощной корневой системе сильно иссушает почву;
- имеет длительный период вегетации и недостаточную устойчивость к холодам;
- восприимчивость семян в корзинке к поражаемости болезнями (склеротиниозом и серой гнилью);
- склонность семян к механическим повреждениям при обмолае;
- высокая масличность семян ухудшает их хранение.

Агротехника. Место подсолнечника в севообороте определяется его требованиями как к предшествующим ему культурам, так и к срокам его возврата на прежнее поле. Эти требования связаны с двумя факторами: остаточной водой и инфекционным началом.

Подсолнечник, имеющий мощную и глубококоразвитую корневую систему, способен эффективно использовать воду во всем корнеобитаемом слое. От того, насколько этот слой обеспечен продуктивной влагой, зависит уровень его урожайности. Поэтому подсолнечник не рекомендуется высевать после глубококоренящихся культур: сахарной свёклы, суданской травы, люцерны и других многолетних трав.

Опытные данные свидетельствуют, что после этих культур запасы воды в глубоких горизонтах восстанавливаются через два-три года. На эти сроки и необходимо ориентироваться при размещении подсолнечника в полях севооборота после названных культур.

Подсолнечник также не следует размещать в севообороте после таких культур, как горох, соя и рапс, имеющих ряд общих с ним заболеваний.

В условиях ЦЧЗ подсолнечник лучше размещать по озимым в звене с занятым паром, а также после яровых зерновых культур. Сам подсолнечник не очень хороший предшественник. Поэтому он чаще всего размещается в предпаровом поле.

На прежнее поле подсолнечник следует возвращать не ранее семи-восьми лет. Это определяется необходимостью защиты подсолнечника от находящихся в почве патогенов (заразики, белой и серой гнилей, ложной мучнистой росы и т.д.), которые могут сохраняться в ней длительное время. Следует помнить, что современные гибриды подсолнечника, устойчивые к одному патогену, а также химические средства не решают проблемы в целом.

В силу отмеченных особенностей подсолнечник размещается, как правило, в девяти-одиннадцатипольных севооборотах. Оптимальная концентрация посевов подсолнечника — одно поле в севообороте или не более 10% в структуре посевных площадей.

Несмотря на большой вынос питательных веществ с урожаем, подсолнечник слабо отзывается на высокие дозы минеральных удобрений. Ограничивающим фактором их эффективности в условиях ЦЧЗ является недостаток влаги. В первом минимуме для подсолнечника на типичных и выщелочных чернозёмах находится фосфор. Азот занимает второе место. На внесение калийных туков подсолнечник не отзывается. Дело в том, что чернозёмы богаты калием, а корневая система подсолнечника способна хорошо их усваивать.

Лучшие результаты обеспечивает совместное внесение азотно-фосфорных удобрений. Одно фосфорное или азотное удобрение даёт меньший эффект. Оптимальная доза туков — $N_{60} P_{60}$ кг/га д.в.

Основное удобрение под подсолнечник при индустриальной технологии вносят только осенью под основную обработку почвы. Внесение весной не даёт нужного эффекта.

Весной вносят удобрения только локально-ленточным способом при посеве, если осенью удобрение не вносилось. Оптимальная доза — $N_{10} P_{20}$ кг/га д.в. Глубина заделки — 10–12 см.

Высокий эффект даёт совместное внесение осенью под основную обработку почвы органических и минеральных удобрений. При этом доза навоза должна составлять 30–40 т/га, а минеральных — половину от рекомендуемой нормы.

Основную обработку почвы под подсолнечник целесообразно рассматривать в двух направлениях: в системе традиционной и минимальной обработок почвы.

При традиционной системе осенняя обработка складывается по классической схеме — лущение стерни с последующей вспашкой плугами с предплужниками на глубину 25–27 см.

Лущение под подсолнечник имеет свои особенности. При однолетнем типе засорённости почвы достаточно провести дисковое лущение на глубину 7–8 см. При многолетнем типе более эффективным оказывается лемешное лущение в агрегате с катком на глубину 10–12 см. При сильной степени загрязнённости корнеотпрысковыми сорняками проводят двукратное лемешное лущение.

Вспашку лучше выполнять комбинированными пахотными агрегатами, которые комплектуются из плуга, косопоставленной волокуши и кольчатого катка. При пахоте этим агрегатом зябь получается выровненная, без крупных глыб и комков.

При минимальной системе осенняя обработка складывается из поверхностной на глубину 8–10 см, которую проводят комбинированным агрегатом АКП-6, и безотвальной на глубину 25–27 см. Безотвальное рыхление выполняют плугами-рыхлителями «Параплау», ПРПВ-5-50 или чизельными плугами ПЧ-2,5; ПЧ-4,5.

При индустриальной технологии выращивания подсолнечника весенняя предпосевная обработка должна быть минимальной. Она обязана обеспечить тщательное выравнивание поверхности поля и создание влажного семенного ложа. На полях с высококачественной зяблевой обработкой, если выравнивание почвы было проведено осенью, можно ограничиться только одной предпосевной культивацией. В остальных случаях первым приёмом обработки является разделка свальных гребней и развальных борозд. После её выполнения проводится выравнивание зяби с помощью выравнивателей, шлейф-борон, волокуш-планировщиков либо с помощью самодельных деревянных волокуш. Более эффективное выполнение данной операции даёт использование нового поколения комбинированных почвообрабатывающих машин, например, культиваторов марки КНК. Выравнивание почвы проводят под углом 45° к направлению вспашки при наступлении физической спелости почвы. В данном случае ранневесеннее боронование зяби не проводится.

Качеству проведения предпосевной культивации при индустриальной технологии возделывания подсолнечника уделяется исключительно большое внимание. От неё зависит равномерность глубины посева, дружность всходов, одновременность прохождения фаз вегетации.

Поэтому её проводят культиваторами УСМК-5,4/7,6, оборудованными плоскорежущими стрельчатыми лапами, шлейф-балками и посевными боровами. Хорошие результаты даёт применение на данной операции зубовой бороны ВНИС-Р. Обработка проводится в один след непосредственно перед посевом на глубину заделки семян. Движение агрегата осуществляется под острым углом к направлению сева.

Появление тракторов, оборудованных двумя навесками, позволяет объединить предпосевную культивацию и посев в единый технологический процесс. В этом случае на переднюю навеску трактора агрегируют культиватор, а на заднюю — сеялку. Посевной комплекс при необходимости можно дооборудовать приспособлением для внесения почвенных гербицидов.

В любом случае, предпосевную культивацию, внесение почвенных гербицидов и посев следует рассматривать как единый технологический цикл. Поэтому их выполнение должно проходить слаженно, чётко, без разрывов во времени.

Применение гербицидов — важнейший элемент индустриальной технологии возделывания подсолнечника, позволяющий содержать посева в чистом от сорняков состоянии на протяжении всей вегетации и исключить проведение уходных механизированных работ.

Выбор гербицидов, их смесей и сочетаний зависит от видового состава, типа и степени засорённости почвы.

При малолетнем типе загрязнённости вносят один из почвенных гербицидов: **раундап** — 2–3 кг/га, **трефлан** — 5–6 кг/га, **изогард 50 СП** — 2–4 кг/га или смесь **трефлана** и **изогарда**. Обязательным условием эффективного применения почвенных гербицидов является их немедленная заделка в почву. Как правило, почвенные гербициды вносятся под предпосевную культивацию.

Культурный подсолнечник очень чувствителен к гербицидам. Поэтому борьбу с многолетними сорняками начинают в посевах предшественника и продолжают в системе основной обработки почвы осенью (2,4-Д — 2 л/га, **раундап** — 4–6 л/га).

Для установления сроков посева подсолнечника решающую роль играет температура почвы на глубине заделки семян. При раннем посеве в непрогретую почву резко снижаются всхожесть и энергия прорастания семян, так как тонкая лузга современных сортов и гибридов плохо предохраняет семена от поражения болезнями при их нахождении в холодной почве. Поэтому подсолнечник высевают через 1,5–2 недели после начала весенних полевых работ, когда почва на глубине 6–8 см прогреется до +10–12°С. Исследования показали, что затягивание с севом под-

солнечника от оптимальных сроков более чем на пять дней также может привести к снижению урожайности из-за повреждения всходов вредителями и поражения белой и серой гнилями.

При возделывании подсолнечника по индустриальной технологии используются современные гибриды, которые характеризуются целым рядом положительных качеств:

- повышенной урожайностью;
- выравненностью растений по высоте;
- устойчивостью к ложной мучнистой росе и заразихе;
- одинаковым наклоном и размером корзинок;
- одновременностью созревания растений.

К ним относятся гибриды **Вейделевский 99**, **МСЧ 98** Вейделевского института подсолнечника, простые гибриды **Санмарин 361**, **362**, **370**, предлагаемые фирмой «Российская гибридная индустрия».

Программированный посев предусматривает высев заданного количества семян на конечную густоту стояния. С этой целью используется только первоклассный посевной материал, тщательно откалиброванный и обработанный высокоэффективными инсектофунгицидами. Масса 1000 штук семян должна составлять для сортов популяций не менее 80 г, для гибридов — не менее 50 г.

Глубина посева для сортов популяций — 6–8 см, для гибридов — 4–5 см.

Густота стояния растений к началу уборки для условий ЦЧЗ должна составлять около 40–50 тыс./га.

Норму высева семян на 1 п.м. ряда определяют по формуле:

$$H.B. = \frac{G_p \times L \times K_v}{10^4 \times П.В.}, \text{ штук/м,}$$

где G_p — оптимальная густота стояния растений перед уборкой, шт/га;

L — ширина междурядий, см;

K_v — коэффициент выпадения растений за вегетацию ($K_v = 1,2$);

$П.В.$ — полевая всхожесть семян, %.

Исходя из приведённой формулы, массу высеваемых семян на 1 га можно определить как:

$$M = \frac{H.B. \times m}{L}, \text{ кг/га,}$$

где m — масса 1000 семян, г.

Высевают подсолнечник пунктирным способом с междурядьями 70 см пневматическими сеялками в агрегате с универсально-пропашными тракторами.

На заданную норму высева сеялки настраивают путём подбора высевающих дисков и изменения скорости их вращения. Для посева подсолнечника применяют высевающие диски с отверстиями диаметром 3 мм. Скорость вращения высевающего диска у сеялки СУПН-8 изменяют переключением передачи в механизме привода, у сеялки СПЧ-6М — посредством сменных звёздочек. При подборе звёздочек руководствуются данными таблицы.

При регулировке необходимо убедиться в том, что опорные и прикапывающие колёса сеялки легко проворачиваются на своих осях, и к каждому отверстию высевающего диска присасывается по одной семянке. Для этого в банки сеялки, навешенной на трактор, засыпают по 3–4 кг семян, включают привод и при полных оборотах вала двигателя равномерно проворачивают рукой приподнятое над опорной поверхностью ведущее колесо сеялки. Количество присасываемых к отверстию семян регулируется положением рычажка съёмника семян относительно крепёжной планки. К каждому отверстию должна присасываться только одна семянка. Фактическое распределение семян в борозде проверяют при первом рабочем проходе сеялки.

Скорость движения агрегата должна составлять при посеве сеялкой СУПН-8 6–8 км/ч, сеялкой СПЧ-6М — 5–6 км/ч.

Поле для посева предварительно подготавливается: определяется направление движения агрегатов, проводится разбивка на загонки, отбивка поворотных полос, провешивание линии первого прохода. Для получения одновременных всходов и выполнения последующих механизированных уходов работ, если они планируются, практикуется групповой способ работы посевных агрегатов. При работе двух сеялок движение начинают с двух сторон линии первого прохода, которая проводится посередине поля. При посеве важно выдерживать прямолинейность рядков.

Индустриальная технология возделывания подсолнечника не предусматривает проведение механизированных уходов работ. Однако в отдельных случаях может возникнуть необходимость в их проведении. В такой ситуации лучше ограничиться двумя операциями: боронованием до появления всходов и одной междурядной обработкой.

Эффективность довсходового боронования зависит от сроков его проведения, типа борон и состояния почвы. Максимальное уничтожение

всходов и проростков сорняков обеспечивается в том случае, если довсходовое боронование проводят не раньше, чем через пять дней после посева. Для боронования используют лёгкие зубовые или сетчатые бороны. Движение агрегата должно быть поперёк посева, а допустимая скорость — 5–6 км/ч. Если почва сильно пересохла и очень рыхлая, от проведения боронования лучше отказаться.

При проведении междурядной обработки следует обратить особое внимание на глубину установки рабочих органов. Она не должна быть больше глубины заделки почвенных гербицидов.

Важнейшим и обязательным приёмом индустриальной технологии является десикация посевов. Она даёт возможность ускорить созревание растений, сократить сроки уборки, снизить вредоносность белой и серой гнилей, повысить качество семян. Десикация проводится через 35–40 дней после массового цветения подсолнечника при влажности семян в корзинке 30–35%. Растения обрабатывают раствором **хлората магния** (20 кг/га), **реглоном** (2 л/га) или их смесью (10 кг + 1 л/га) при температуре воздуха не ниже 12–14°C.

К уборке подсолнечника следует приступать, когда в массиве остаётся не более 15% растений с жёлтыми корзинками, а остальные — бурые и сухие. Влажность семян при этом составляет 12–14%. При неустойчивой погоде влажность семян в это время может составить 17–19%. В таком случае необходимо параллельно с уборкой организовать немедленную их очистку и сушку.

На уборке подсолнечника целесообразно использовать однобарабанные комбайны, оборудованные приспособлением **ПСП-1,5**, измельчителем соломы и цепным приводом для понижения частоты вращения молотильного барабана, которая не должна превышать 300–350 оборотов в минуту. Зазор между бичами барабана и планками деки должна составлять на входе 35–40 мм, на выходе — 20–25 мм. Рабочая скорость комбайна — не выше 8 км/ч.

Для успешного освоения системы биологического земледелия необходимо в первую очередь иметь семена зерновых бобовых культур, сидератов и многолетних трав. Их ежегодная покупка в специализированных хозяйствах обходится очень дорого. Поэтому целесообразно выделить семенные участки этих культур с тем, чтобы иметь ежегодный необходимый запас семян. Для этого нужно разработать мероприятия, которые бы создавали условия улучшения качества выращиваемых семян, предупреждения возможностей их биологического и механического засорения, заражения болезнями, а также для механизированной обработки семенного материала. В принципе, сегодня каждое сельскохозяйственное предприятие располагает складскими помещениями, крытыми токами или открытыми асфальтированными площадками, очистителями вороха и сортировками, а некоторые даже сушилками. То есть имеется минимальная база. В связи с этим, организация собственного семеноводства зернобобовых, сидератов и многолетних трав не должна вызывать особых трудностей.

При разработке технологии производства семян для биологического земледелия следует помнить, что для получения качественного семенного материала наряду с экологическими и погодными условиями следует учитывать особенности агротехники. И в первую очередь предшественников, сроки сева, нормы высева, дозы удобрений, сроки и способы уборки, режимы послеуборочной обработки и хранения семян [27].

9.1. Семеноводство зерновых бобовых культур

Горох. Горох — однолетнее растение семейства бобовых с полегающим стеблем.

Горох более требователен к условиям произрастания, чем зерновые культуры. Высокий урожай зерна он формирует на хорошо окультуренных лёгких и средних суглинках. Лучшим предшественником для него являются зерновые культуры. Обработка почвы на семенном участке проводится так же, как и на товарных посевах. На внесение азотных удобрений горох реагирует слабо. А вот потребность в фосфоре и калии достаточно высокая. Величина их оптимальной дозы находится в пределах $P_{60} K_{60}$ кг/га. Если горох высевается на поле впервые, то семена обра-

батывают ризоторфином. Обработку семян этим препаратом желательно проводить в день посева, ещё лучше — непосредственно перед посевом в крытых помещениях (в тени).

Срок посева — ранний. Как правило, горох высевается первой культурой. Способ посева — сплошной рядовой при глубине заделки семян 6–8. Норма высева составляет в среднем 1,4 млн/га всхожих семян. Посев следует обязательно прикатать, так как это облегчает проведение уборки.

Для борьбы с однолетними сорняками эффективно боронование по всходам. Этот агроприём проводится по плотной почве в сухую погоду при образовании у растений трёх-пяти листьев. Для боронования применяется сцеп лёгких борон в агрегате с гусеничным трактором. Скорость движения агрегата — не более пяти км/ч. Направление движения — поперёк посева. Во время проведения работы зубья борон следует периодически очищать.

Уборка гороха осуществляется двухфазным способом. Растения скашивают бобовыми жатками ЖРБ-4,2 со стеблеподъёмниками поперёк полёглости и укладывают в валки. После подсыхания их подбирают комбайнами с полотняными подборщиками и обмолачивают семена.

Одним из важнейших элементов уборки является определение сроков её проведения.

При перестое на корню качество семян гороха ухудшается вследствие развития болезней, прорастания, потери сухого вещества в результате дыхания. К косовице гороха следует приступать не в середине восковой спелости, а раньше — при побурении 60–70% бобов при влажности 40–45%. Опасения, что семена к этому времени ещё полностью не сформировались, совершенно напрасны. Экспериментально доказано, что у полевых культур высокая всхожесть семян проявляется уже во время налива и даже раньше. Затягивание с косовицей гороха приводит к тому, что семена впоследствии сильно дробятся как при обмолоте, так и при очистке и сортировке. Поэтому для уборки семенных посевов гороха подходит принцип «лучше раньше, чем позже».

Подбор и обмолот валков проводят при влажности семян 16–18%. При более высокой влажности у семян при обмолоте повреждается зародыш, а у сухих семян наблюдается дробление, при котором зародышевая ось отделяется от семядолей, что сказывается на понижении лабораторной всхожести. С целью уменьшения травмирования семян при обмолоте частоту вращения барабана у комбайнов «Нива» доводят до 400 об/мин. В этих целях осуществляется взаимная перестановка шкивов привода молотилки и контрпривода. Технологические зазоры в молотилке должны составлять на входе 28 мм, на выходе 13 мм.

Прямое комбайнирование гороха возможно на короткостебельных неосыпающихся сортах. В условиях влажной погоды рекомендуется провести дефолиацию реглоном в дозе 2–3 кг/га. Хорошие результаты получаются и при смешанных посевах гороха с горчицей белой. Названная смесь созревает равномерно и пригодна для уборки прямым комбайнированием.

Свежеубранная зерновая масса крайне неустойчива для хранения, так как в ней идут процессы дыхания, согревания и перераспределения влаги. Поэтому необходимо немедленно организовать первичную очистку поступившего на ток зернового вороха. Для этого лучше всего использовать передвижные ветрорешётные машины марки ОВС-4,5. Пропускать зерновую массу через стационарные семяочистительные линии или установки ЗАВ нецелесообразно, так как это приведёт к дополнительному травмированию зерна.

Если влажность поступившего на ток зерна намного превышает базисную, то необходимо организовать его сушку. Опытные агрономы знают, что сушку семян гороха нельзя проводить в барабанных, да и в шахтных сушилках. Лучше всего для этого подходят бункера активного вентилирования или напольные сушилки. При сушке необходимо строго выдерживать температуру теплоносителя, которая не должна превышать 60°C. Съём влаги за один пропуск не должен быть более 4% [50].

Сортировку семян гороха так же, как и очистку, целесообразно выполнять на передвижной семяочистительной машине СМ-4. Триерный блок при этом отключают.

Семена гороха обычно хранят в складских помещениях насыпью или в мешках. При хранении насыпью её высота не должна превышать 2,5 метров. При хранении в мешках число рядов составляет восемь мешков.

9.2. Семеноводство сидеральных культур

Горчица белая. Горчица белая — однолетнее травянистое растение, имеющее разветвлённый стебель высотой от 0,6 до 1,5 метров. Относится к масличным культурам. Горчица белая отличается быстрым ростом, холодостойкостью, нетребовательностью к почвенному плодородию, но требовательностью к влаге. Период вегетации составляет 65–90 дней. Лучшие предшественники горчицы — озимые, зернобобовые и пропашные культуры. Горчица белая очень отзывчива на фосфорные удобрения. Так, например, при внесении в рядки во время посева 15 кг/га д.в. суперфосфата урожайность семян повышается на 2,4 ц/га.

Система обработки почвы на семенниках горчицы такая же, как и на товарных посевах.

Срок посева — ранний. Способ посева — обычный рядовой. Однако можно практиковать и широкорядный посев с междурядьями 45–70 см. По данным Камышинской селекционной станции, широкорядные посе- вы повышали урожайность семян горчицы на 2,5 ц/га.

Норма высева семян горчицы белой составляет на рядовых посевах 15–18 кг/га, широкорядных — 10–12 кг/га. Глубина заделки семян — 3–4 см.

Уход за посевами включает прикатывание почвы после посева, боронование по всходам и две-три междурядные обработки на широкоряд- ных посевах.

В связи с тем, что стручки белой горчицы при созревании почти не трескаются, её лучше убирать прямым комбайнированием в фазе полной спелости. Для уменьшения потерь семян при обмолоте комбайн должен быть тщательно отрегулирован, загерметизирован и оснащен приспособлением ПКК-5, предназначенным для уборки мелкосеменных культур. Более подробно о приспособлении и работах по переоборудованию комбайна будет описано в технологии возделывания рапса на семена.

Для того чтобы исключить самосогревание семян, они должны быть немедленно очищены. Очистку семян можно выполнять на тех же маши- нах, которые используются для очистки гороха. Подбор решёт производится в соответствии с рекомендациями. Сортировку семян горчицы лучше всего выполнять на машинах марки «Петкус» и пневматическом сортировальном столе.

На хранение семена горчицы следует засыпать при влажности не выше 10%. Семена сохраняют всхожесть 4–5 лет.

Рапс. Рапс — масличная культура, представленная яровой и озимой формами. В нашей зоне предпочтение отдаётся яровому рапсу, так как озимый рапс требует благоприятных условий для перезимовки. Яровой рапс — культура умеренной зоны. Он может вегетировать при температу- ре +2–3°. Растёт на всех типах почв, кроме песчаных, заболоченных и сильно кислых. Рапс, принадлежа к семейству капустных, весьма требовате- лен к влаге. На формирование 1 ц семян рапс требует значительно боль- ше питательных веществ, чем зерновые культуры. Очень отзывчив на азотные и калийные удобрения. Технология возделывания рапса должна учитывать такие биологические особенности культуры, как мелкосемян- ность, медленный рост в начальный период, высокие требования к плодо- родию почвы, подверженность сильному повреждению вредителями.

Лучшие предшественники рапса — чистый пар и зерновые колосо- вые культуры. Не следует размещать рапс после других крестоцветных культур, свёклы и подсолнечника.

Обработка почвы — общепринятая. Однако в связи с мелкосемянностью необходимо тщательное выравнивание верхнего слоя почвы. Лучше всего для этой цели подходят комбинированные почвообрабатывающие орудия.

Рапс высевают рано весной. Способ посева — обычный рядовой. Чтобы избежать повреждения растений вредителями, семена перед по- севом следует обработать с.п. (смачивающимся порошком) ТИГАМ с нормой расхода 3 кг на тонну семян и плёнкообразующим полимером — натриевой солью карбоксиметилцеллюлозы (15–20 л/т).

Норма высева ярового рапса 2,5–3 млн. всхожих семян на 1 га (10–12 кг). Для получения дружных всходов семена заделывают во влажную почву на глубину 2 см. После посева проводят прикатывание. Высокий эффект даёт послевсходовое боронование рапса в фазе розетки. Его проводят в сухую погоду во второй половине дня при скорости движения агрегата 3–4 км/час. В условиях сухой и жаркой погоды рапс может довольно долго оставаться в фазе розетки, что способствует его засорённости и повреждению вредителями, особенно крестоцветными блошками. Поэтому в этих случаях становится обязательным использова- ние гербицидов и инсектицидов.

Убирать рапс на семена трудно. Это связано с очень малым размером семян, их неравномерным созреванием и склонностью стручков к рас- трескиванию. Способ уборки — двухфазный. К скашиванию растений в валки приступают в фазе жёлто-зелёной спелости при влажности семян 30–35%. Если рапс высокорослый и полёглый, на жатке монтируют ак- тивные делители; при низкорослом стеблестое на планках мотовила укрепляют прорезиненные ремни шириной 70–80 мм.

Подбирают и обмолачивают валки при влажности семян 10–12%. Обмолот проводить лучше утром или вечером, когда семена меньше осыпаются. Для обмолота целесообразно использовать комбайны «Нива», оборудованные приспособлением ПКК-5 и полотняно-тран- спортёрным подборщиком. Ветровой щит жатки наращивают на 30–35 см. На центральной части шнека жатки перед пальцами закрепляют уголками две пластины из прорезиненного ремня шириной 150 мм. Над клавишами соломотряса устанавливают дополнительные фартуки. В месте соединения жатки с наклонной камерой также устанавливают бре- зентовый фартук. В месте соединения наклонной камеры с молотилкой устанавливают резиновые накладки. При настройке комбайна зазоры молотилки на входе составляют 25–35 мм, на выходе — 7–13 мм; частота вращения барабана — 600–700 об/мин., вентилятора — 340–440; сте- пень открытия жалюзи верхнего решета — 2/3, нижнего — 1/3, удлинит- еля решета — почти полностью.

На уборке семян рапса можно также использовать комбайны класса «Дон», предварительно оборудованные приспособлением ПСТ-10 и контрприводом вентилятора. Зазоры в молотильном агрегате должны составлять на входе 16–20 мм, на выходе — 3–7 мм; число оборотов молотильного барабана — 550–600, вентилятора — 450–500; зазоры верхнего жалюзийного решета — 70–100 мм. Поступающий от комбайна семенной ворох необходимо немедленно очистить, довести до влажности 8% и отсортировать. В этих целях используются те же машины, что и для горчицы. При отсутствии сушилки семена доводят до требуемой влажности естественным способом. Для этого их рассыпают на асфальтированной площадке или брезенте слоем 5–10 см и постоянно перелопачивают.

Донник жёлтый. Донник жёлтый — двулетнее бобовое растение. Донник характеризуется высокой устойчивостью к засухе, морозам и значительной солевыносливостью.

К почвенным условиям донник нетребователен. Он хорошо произрастает на всех типах почв, имеющих нейтральную реакцию. Благодаря высокой солевыносливости, донник может возделываться на солонцеватых почвах.

Вегетационный период донника составляет от 90 до 130 дней. Его продолжительность связана с ботанической формой растения. После начала цветения стебли сильно грубеют. При созревании бобы легко осыпаются.

Лучшими предшественниками для донника являются пропашные культуры. Но в принципе, донник является неприхотливым растением, поэтому его можно высевать после любой культуры, за исключением бобовых. Под донник рекомендуется вносить 3 ц/га суперфосфата и 1,5 ц/га калийной соли. Технология обработки почвы строится в соответствии с требованиями покровной культуры. Семена перед посевом скарифицируют и обрабатывают нитрагином. Донник высевается одновременно с посевом ячменя зернотравяной сеялкой, либо поперёк посева покровной культуры, когда у неё разовьются два-четыре листа. Норма посева семян составляет 20–25 кг/га. Глубина заделки — 2–3 см.

Как только созреет покровная культура, её немедленно убирают, а солову свозят с поля.

В год посева двухлетний донник, достигая 60–70 см высоты, зацветает, но семян не даёт. На семена обычно убирают второй укос донника второго года жизни. Для обеспечения второго укоса высота среза при первом укосе должна быть не ниже 13–15 см от поверхности почвы. Семена донника при созревании легко осыпаются, и может возникнуть опасность засорения ими полей. Поэтому возделывать донник на семена следует на выводных участках.

9.3. Семеноводство многолетних культур

Клевер луговой. Клевер луговой (красный) относится к многолетним бобовым травам. Прорастание семян клевера начинается при температуре +1–2°C. Однако клевер обладает слабой морозостойкостью. Она выше у клевера первого года жизни и в первую половину зимы. Отрицательное влияние на зимостойкость клевера оказывает недостаток влаги в почве. Морозостойкость этой культуры повышают органические и минеральные удобрения.

Клевер луговой — влаголюбивое растение. Но он не переносит избытка влаги в почве и при застое воды на почве погибает. Это относительно теневыносливое растение, поэтому его можно подсевать под покров различных культур. Вместе с тем, при полегании покровной культуры или при высокой её норме высева замедляется углубление корневой системы клевера, и может наблюдаться даже гибель растений.

Клевер луговой хорошо растёт на чернозёмных почвах, но не переносит кислых и сильно засоленных. Он хорошо отзывается на внесение при посеве суперфосфата. Также эффективно использовать под него калий и микроудобрения.

Обработка почвы под клевер строится по технологии покровной культуры. Здесь важно обратить внимание на выравненность и уплотнение верхнего слоя почвы. Сроки посева зависят от вида покровной культуры. Если она яровая (ячмень, овёс), то клевер лучше всего высевать одновременно с ней зернотравяной сеялкой. При посеве под покров озимых (озимая рожь, озимая пшеница), клевер высевают рано весной. Способ посева — сплошной рядовой.

В последние годы практикуется высеv клевера на семена с между-рядьями 25–30 см без их механической обработки. Норма высева в чистом виде — 15–16 кг/га. Глубина заделки семян не должна превышать 1–2 см. Семена непосредственно перед посевом рекомендуется обработать ризоторфином.

Для уменьшения вымерзания клевера желательно при уборке покровной культуры оставлять высокую стерню. В этих целях полезно и осеннее внесение фосфорно-калийных удобрений.

На хорошем семенном травостое должно сформироваться около 250–450 стеблей или 60–80 растений на 1 м². Это означает, что на семена целесообразно использовать клевер второго года жизни (первого года пользования), после чего запахивать [86].

Люцерна. Люцерна относится к многолетним бобовым травам. Семена люцерны начинают прорастать при температуре +1°C. Всходы спо-

способны переносить заморозки до 6°C. Зимостойкость взрослых растений высокая. Это светолюбивая засухоустойчивая культура, которая хорошо удаётся на плодородных, рыхлых почвах. Не переносит сильной кислотности почвы и высокого уровня грунтовых вод. Солеустойчива. Её отличает высокая потребность в фосфоре, калии и кальции. Хорошо отзывается на внесение серы. Обработка почвы под эту культуру — общепринятая. Особое внимание следует уделять выравниванию и созданию мелкокомковатого уплотнённого верхнего слоя почвы. При рыхлом сложении поверхностного слоя следует провести прикатывание до и после посева. Семенную люцерну желательно размещать на южных склонах. На семена люцерну возделывают в широкорядных беспокровных посевах. Она может высеваться рано весной или летом (конец июля — начало августа). Норма высева составляет 2–3 кг семян при их стопроцентной посевной годности. Глубина посева семян — 2–3 см. Посевы люцерны подкармливают фосфорно-калийными удобрениями осенью и ранней весной. Уход за посевами включает борьбу с сорняками механическими или химическими средствами, борьбу с болезнями и вредителями.

Эспарцет. Это многолетняя бобовая трава, развивающая мощную, глубокопроникающую корневую систему. Его отличают высокая засухоустойчивость, зимостойкость и холодостойкость. Довольно требователен к свету. Хорошо растёт на рыхлых карбонатных почвах. Солевыносливость низкая. На сильно закислённых и избыточно увлажнённых почвах эспарцет сеять не следует. Корневая система эспарцета способна усваивать фосфор из труднорастворимых соединений. Ценным качеством эспарцета является его высокая и устойчивая семенная продуктивность как в чистых посевах, так и в травосмесях со злаковыми травами.

Эспарцет обладает мощной корневой системой, благодаря чему при посеве в смеси с рыхлокустовыми злаками формируется прекрасный пласт, богатый азотом и органическими веществами и обладающий прочной мелкокомковатой структурой.

Эспарцет чаще всего подсевают под покров яровых зерновых культур, поэтому обработка почвы под него строится по технологии покровной культуры. Семена перед посевом обрабатывают нитрагином и молибденово-кислым аммонием. Его следует высевать в ранние сроки. Норма высева в чистом виде составляет 90–100 кг/га. Глубина посева — 3–4 см.

После уборки покровной культуры с поля немедленно свозят солому. Высоту стерни оставляют не менее 20 см. Весной следующего года посев боронуют зубковыми боронами в два следа.

Наряду с подпокровным весенним посевом хорошо удаются летние беспокровные посеы эспарцета свежееубранными семенами. Подготовка почвы в этом случае строится по типу чистого пара. Глубина заделки семян — 4–5 см. Посев прикатывают.

Долговечность эспарцета в полевых условиях — три-четыре года, по истечении которых он начинает сильно изреживаться. В первый год жизни эспарцет очень слабо противостоит сорной растительности и не даёт укоса. При возделывании эспарцета на семена желательно дополнительное опыление пчёлами. На семена оставляют первый укос на втором году пользования. После снятия урожая семян эспарцет обычно выпадает из посева.

Кострец безостый. Относится к многолетним корневищным верховым злакам. Обладает хорошей зимостойкостью и засухоустойчивостью. Выдерживает непродолжительное затопление. Не переносит кислых и сильно уплотнённых почв. Отличается большой долговечностью и урожайностью. Создаёт плотный травяной пласт после трёх-четырёх лет пользования. Высевается в чистом виде и в смеси с люцерной.

Семенные участки костра можно выделить на основных посевах. Если их приходится закладывать заново, то следует учитывать то обстоятельство, что урожай семян будет зависеть от числа плодоносящих побегов на единице площади посева и семенной продуктивности отдельного побега [86]. Ранние сроки посева требуют более свободного размещения растений, что достигается уменьшением нормы высева семян. При летних посевах нужна большая плотность распределения костреца, то есть увеличение нормы высева семян. Семенник костра лучше закладывать беспокровно в чистом виде. Для него предпочтительнее широкорядный посев. К подготовке почвы предъявляются такие же требования, как и для других многолетних трав. При весеннем посеве сеянцы необходимо проводить как можно раньше, чтобы всходы костра успели развиваться и избежать отрицательного влияния засухи в мае-июне. Летний посев проводится в конце июля — начале августа.

Норма высева семян при рядовом посеве составляет 16–18 кг/га, при широкорядном — 10–12 кг/га. Семена костреца малосыпучи и могут зависать в зерновых сеялках. Поэтому лучше использовать зернотравяную или травяную сеялки, оборудованные ворошителями. Для улучшения сыпучести семян костра безостого перед посевом их пропускают через тёрочное устройство с резиновыми трущимися поверхностями.

Уход за семенником костра включает весеннее боронование зубковыми боронами, несколько культиваций междурядий на широкорядных посевах, подкормку фосфорно-калийными удобрениями. Подкармли-

вать семенники азотными удобрениями нужно крайне осторожно, на третий год жизни, чтобы не вызывать полегания растений. Если возникает необходимость химической борьбы с сорняками, то лучшим сроком будет обработка посевов через неделю после уборки урожая семян, скашивания и уборки стерни. В это время гербициды не вредят траве и гораздо эффективнее в борьбе с многолетними сорняками.

Уборка семенников многолетних трав. На технологию уборки семенников многолетних трав большое влияние оказывают их биологические особенности и физико-механические свойства. К моменту уборки стебли у большинства трав остаются зелёными. Стеблестой чётко разграничен на два яруса: верхний — метёлки, нижний — густооблиственные стебли. Некоторые травы склонны к полеганию. Влажность семян и незерновой части резко отличаются друг от друга.

Как правило, выбор способа уборки будет зависеть от особенностей культур, состояния стеблестоя и погодных условий. У бобовых трав созревание головок и бобов неравномерное, стеблестой полёглый. Поэтому их лучше убирать раздельным способом. К косовице приступают при побурении 60–70% семенных головок (бобиков). При высыхании валков проводится их подбор и обмолот. Этот способ хорош при сухой тёплой погоде. В условиях неустойчивой погоды лучше использовать прямое комбайнирование. К нему приступают при побурении 90–95% головок у клевера, 90–95% бобов у люцерны, 70% бобов у эспарцета. Хорошие результаты обеспечивает предварительная обработка семенников дефолиантами.

У злаковых трав существует опасность самоосыпания семян. Причём она возрастает по мере их созревания. Стеблестой, как правило, прямостоячий. В этом случае лучшие результаты обеспечивает прямое комбайнирование в фазе полной спелости. Здесь важно выдерживать высоту среза. Она должна составлять не более 1/3 стебля от его вершины. Оставшуюся массу можно убрать на сено.

При косовице семенников бобовых трав обычными жатками возникают трудности. Режущий аппарат забивается, на мотовило и шнек наматываются стебли. На сильно загущенном травостое такая жатка может просто не пойти. Поэтому для косовицы бобовых трав лучше использовать специальные бобовые жатки ЖРБ-4,2.

Для проведения уборки семенников трав необходимо подготовить, отрегулировать, а в некоторых случаях и переоборудовать комбайны. Для бобовых трав эта работа заключается в следующем. Прежде всего, необходимо провести уплотнение всех технологических щелей. Для улучшения обмолота комбайн СК-5 «Нива» оборудуют приспособлени-

ем 54-108. Приспособление состоит из тёрочного устройства, решета, сменных звёздочек и цепи. Наиболее эффективно это приспособление работает при уборке семенников клевера. Зазоры между тёрочной поверхностью и бичами барабана на входе (задняя часть) составляют 7 мм, на выходе — 2 мм. Технологические зазоры в молотилке: на входе — 18 мм, на выходе — 2 мм. Частота вращения барабана — 1150 об/мин. Верхнее жалюзийное решето открывают полностью, нижнее — наполовину. Частота вращения вентилятора — 500 об/мин.

Злаковые травы, как уже упоминалось, убирают прямым комбайнированием. Срок уборки определяют так: захватывают в ладонь соцветия и слегка сжимают. Если на ладони остаются семена, пора приступать к уборке. Частоту вращения барабана молотилки устанавливают в пределах 1100 об/мин. Технологические зазоры — 18/6 мм. Положение жалюзи верхнего решета — 7, нижнего — 4. Скорость воздушного потока вентилятора снижают до минимальной, для чего изготавливают специальные заслонки, которые устанавливают на место штатных.

Практикой установлено, что отаву сильно разросшихся семенников (особенно злаковых) лучше убирать в поздние сроки. Ранняя уборка отавы (в середине сентября) снижает урожай семян в следующем году на 31% [86]. Если отава костреца безостого не была убрана осенью, то её можно прожечь весной до начала вегетации. Этот приём способствует повышению урожайности семян по сравнению с семенниками, где послеуборочные остатки не были удалены.

Доведение убранных семян до посевных кондиций — довольно сложная и трудоёмкая операция. Как правило, на месте производится первичная очистка и сушка семян, а их окончательная сортировка выполняется на специализированных пунктах. Тем не менее, для собственных нужд каждое сельскохозяйственное предприятие может доводить семена до готовности собственными силами. Обработка вороха семян после обмолота может осуществляться по нескольким схемам. Первая: очистка — хранение на полу с перелопачиванием — сушка — сортировка. Вторая: очистка — хранение с принудительным вентилированием — сушка — сортировка. Третья: предварительная подсушка — очистка — хранение с принудительным вентилированием — сушка — сортировка. Лучший вариант — третий. В этом случае предварительное подсушивание и временное хранение семян осуществляется на напольных установках принудительного вентилирования, оборудованных центробежным вентилятором среднего давления. Вентилятор включают, как только вся поверхность настила закроется слоем семян. Если влажность вороха составляет 22–24%, вентилятор включают не менее четырёх раз в сутки по

одному часу. При влажности свыше 24% вентиляция должна быть непрерывным. Влажность вороха при хранении на вентилируемых площадках снижается на один процент в сутки.

Очистка вороха от соломистых примесей, крупных семян сорняков и пыли производится на очистителях ворохов ЗВС-4 или передвижных сортировальных машинах СМ-4, у которых предварительно отключают триерный блок. Подбор решёт и силу аспирации производят в соответствии с существующими рекомендациями.

Сушку семян можно проводить как в шахтных, так и в барабанных сушилках. Температура теплоносителя при сушке должна быть выбрана такой, чтобы съём влаги за один пропуск не превышал трёх-четырёх процентов. Сушку семян трав можно проводить также и в напольных сушилках. При этом следует осуществлять строгий контроль за температурным режимом. Пересушивание семян отрицательно сказывается на их посевных качествах.

Сортировку семян трав следует выполнять в два этапа. Сначала ворох необходимо пропустить через простые ветрорешётные машины. При этом строго следят, чтобы не было потерь в отход семян основной культуры. Затем семена подрабатывают на сложных ветрорешётно-триерных машинах, пневматическом сортировальном столе, электромагнитной семяочистительной машине, горке.

Эти операции могут быть объединены в одну линию. Так, например, семяочистительно-сушильная поточная линия КОС-0,5 обеспечивает проведение названных операций в едином потоке. Её производительность — 0,5 т/ч.

Глава 10. Машины и орудия, используемые в биологическом земледелии

10.1. Тракторы

Тракторы, используемые в биологическом земледелии, должны отвечать следующим основным требованиям:

- обладать достаточно большим запасом мощности двигателя, в пределах своего класса, особенно у колёсных тракторов, с целью исключения буксования движителя;
- иметь переднюю и заднюю навески, многоскоростные валы отбора мощности, бесступенчатый привод ходовой части;
- оказывать незначительное удельное давление на почву.

Для выполнения указанных требований гусеничные тракторы должны иметь резинометаллические гусеницы, а колёсные — сдвоенные и даже строенные колёса, либо широкопрофильные шины.

Из многообразия моделей тракторов, представленных сегодня на российском рынке, можно порекомендовать следующие отечественные и зарубежные марки, наиболее подходящие для выполнения сельскохозяйственных работ в системе биологического земледелия.

ВТ-180 — трактор гусеничный общего назначения тягового класса 4 т/с. Предназначен для выполнения основных сельскохозяйственных работ в агрегате с навесными и прицепными орудиями и машинами с пассивными и активными рабочими органами. Трактор оснащен 180-ти сильным дизелем жидкостного охлаждения с турбонаддувом. Широкий диапазон тяговых усилий и повышенная навесоспособность обеспечивают эффективное использование трактора с прогрессивными широкозахватными орудиями и многооперационными комбинированными агрегатами. По заказу трактор может комплектоваться гусеницами с резинометаллическими шарнирами (РМШ). Среднее давление гусениц на почву — 41 кПа.

Производитель: Волгоградский тракторный завод.

Т-404 — трактор гусеничный общего назначения тягового класса 5 т/с. Предназначен для выполнения комплекса энергоёмких сельскохозяйственных работ, в том числе с комбинированными машинами и орудиями с активными рабочими органами. В качестве силового агрегата

используется дизель мощностью 150 л.с. с прямым электростартерным пуском из кабины. Среднее удельное давление гусеницы на почву — 50 кПа.

Производитель: ОАО «Алтайский трактор».

«**Беларус 2102**» — трактор гусеничный общего назначения тягового класса 4 т/с. Предназначен для выполнения основных сельскохозяйственных работ в агрегате с прицепными и навесными машинами и орудиями в диапазоне тяговых сопротивлений от 30 до 50 кН. Оснащен шестицилиндровым дизельным двигателем с турбонаддувом мощностью 210 л.с. Трактор оборудован передней и задней навесками. Ходовая система гусеничная с резиноармированными гусеницами цевочного зацепления. Удельное давление гусениц на почву — 40 кПа.

Производитель: Минский тракторный завод (Белоруссия).

«**Джон Дир 9320Т-9520Т**» — тракторы гусеничные общего назначения. Предназначены для выполнения сельскохозяйственных работ со всеми видами навесных и прицепных машин и орудий, а также широкозахватными комбинированными почвообрабатывающими и посевными агрегатами в системе минимальной и нулевой обработок почвы. Оснащены экономичными шестицилиндровыми дизельными двигателями мощностью 375–450 л.с. Особенностью тракторов является усиленная рама специального профиля, электрогидравлическое управление, высокая маневренность, малоизнашивающиеся резиновые гусеницы, пониженное удельное давление на почву.

Производитель: John Deere (США).

«**Челленджер МТ835-МТ865**» — тракторы гусеничные общего назначения. Предназначены для выполнения сельскохозяйственных работ со всеми видами навесных и прицепных машин и орудий, а также широкозахватными комбинированными почвообрабатывающими и посевными агрегатами в системе минимальной и нулевой обработок почвы. Тракторы оснащены экономичными 340–500 сильными двигателями с низким уровнем шума, отвечающими всем экологическим требованиям. Система управления тракторов этой серии объединяет в себе инновационный дисплей и эргономичные органы управления, что позволяет управлять трактором в режиме «автопилота». Ходовая часть трактора может оснащаться несколькими типами гусениц шириной от 457 до 914 мм. Направляющие блоки, грунтозацепы и каркас гусениц изготовлены из специально подобранной резины. Конструкцией трактора предусмотрено изменение ширины колеи от 2286 до 3251 мм, что позволяет использовать эти машины и как универсально-пропашные.

Производитель: *Caterpillar* (США).

ЛТЗ-105/155 — колёсные тракторы интегральной схемы класса тяги 2 т/с. Предназначены для возделывания сахарной свёклы, овощей, картофеля и высокостебельных пропашных культур при ширине междурядий 45, 70, 90 см в составе широкозахватных однооперационных и комбинированных агрегатов, в том числе с приводом от ВОМ, навешенных сзади и спереди, и размещением на тракторах ёмкостей для семян, удобрений и гербицидов. В дополнительное оборудование тракторов входят: переднее навесное устройство; передний, задний, верхний и боковой валы отбора мощности; ходоуменьшитель; узкие сдвоенные колёса; тягово-сцепные устройства.

Производитель: ОАО «Липецкий трактор».

«**Кировец**» серий **К 3000 АТМ** и **К 5000 АТМ** — универсальные пропашные колёсные тракторы классической компоновки класса тяги 3 и 5 т/с. Предназначены для выполнения энергоёмких работ в сельском хозяйстве: основной и предпосевной обработок почвы, посева, уборочных работ в составе широкозахватных комбинированных агрегатов. Тракторы данной серии оснащены шестицилиндровыми дизельными двигателями мощностью от 140 до 265 л.с. К дополнительному оборудованию этих тракторов относятся спаренные колёса и передние навеска и вал отбора мощности.

Производитель: Петербургский тракторный завод.

«**Кировец К-745**» — сельскохозяйственный колёсный трактор общего назначения тягового класса 7 т/с предназначен для выполнения энергоёмких работ. На тракторе установлен восьмицилиндровый V-образный двигатель с турбонаддувом и интеркулером, мощностью 420 л.с. По заказу могут оснащаться двигателями мощностью 500 л.с., сдвоенными или арочными колёсами, быстросоединяющимися крюками.

Производитель: Петербургский тракторный завод.

«**Беларус 2522/2822**» — колёсные тракторы общего назначения класса тяги 5 т/с. Могут использоваться и при возделывании пропашных культур. Оснащены шестицилиндровыми дизельными двигателями с турбонаддувом мощностью от 250 до 280 л.с. Широкий диапазон балансирования с помощью монтажа балласта и заполнения колёс жидкостью, возможность установки колёс нескольких типоразмеров, в том числе сдваивания колёс, позволяет использовать трактор на разных типах почв. По заказу потребителей в дополнительное оборудование входят передняя навеска и передний ВОМ.

Производитель: Минский тракторный завод (Белоруссия).

«**Claas Ares 816/836**» — колёсные тракторы общего назначения. Оснащены экономичными шестицилиндровыми дизельными двигателями мощностью 156–194 л.с. Двигатели тракторов обеспечивают минимальный выброс вредных веществ в атмосферу и обладают запасом мощности при пиковых нагрузках не менее 6 л.с. Тракторы оборудованы двумя навесными системами (передней и задней). В дополнительное оборудование входят спаренные колёса.

Производитель: *Claas* (Германия).

«**XERION 3300**» — универсальное энергосредство. Может использоваться в трёх модификациях: в качестве трактора, энергосредства, транспортногo средства. Кабина может поворачиваться на 180° и в зависимости от модификации располагаться в трёх позициях: спереди над двигателем, в средней части или сзади. На машине установлен шестицилиндровый двигатель фирмы «*CATERPILLAR*» с максимальной мощностью 335 л.с. Бесступенчатая реверсивная коробка перемены передач позволяет получать скорость от 0 до 50 км/ч как вперёд, так и назад. Все четыре колеса управляемые; возможно движение с параллельным смещением передних и задних колёс — «крабовый ход».

Производитель: *Claas* (Германия).

10.2. Почвообрабатывающие машины и орудия

Для системы биологического земледелия наилучшим образом подходят комбинированные почвообрабатывающие машины и агрегаты, которые за один проход по полю проделывают несколько операций. Операции рыхления почвы проводятся без оборота пласта. При работе должны соблюдаться требования по минимизации затрат энергии (расход топлива) при максимальной производительности. Поэтому предпочтение должно отдаваться высокоскоростным широкозахватным машинам и орудиям, оснащённым надёжными износостойкими рабочими органами, изготовленными из высокопрочных материалов с применением современных способов обработки и покрытия поверхностей.

Для точного соблюдения заданных параметров обработки на машинах устанавливаются автоматические средства контроля и управления рабочим процессом, данные от которых передаются на бортовой компьютер в кабину механизатора.

Ниже приводится краткое описание машин и орудий, которые лучше других отвечают требованиям биологической системы земледелия.

Плуг-рыхлитель навесной ПБ-9. Предназначен для вспашки почвы без оборота пласта под зерновые и технические культуры в зонах недос-

точного увлажнения. Производительность в час основного времени — до 4 га. Глубина обработки — до 35 см. Агрегируется с тракторами класса 5.

Плуг безотвальный навесной ПН-5. Предназначен для безотвальной вспашки почв под зерновые и технические культуры в зонах недостаточного увлажнения. Рабочая ширина захвата плуга — 1,75 м. Рабочая скорость — 5–12 км/ч. Глубина обработки — до 30 см. Агрегируется с тракторами класса 3–4.

Производитель: «Долина» (Россия).

Плуг чизельный ПЧ-2,5 (ПЧ-4,5). Предназначены для рыхления почвы по отвальным и безотвальным фонам с углублением пахотного горизонта, безотвальной обработки вместо зяблевой и весенней пахоты, глубокого рыхления на склонах и паровых полях.

Техническая характеристика

	ПЧ-2,5	ПЧ-4,5
Производительность, га/ч	до 2	до 3,2
Рабочая ширина захвата, м	2–2,5	4,4–4,5
Масса машины, кг	780 ± 25	1640 ± 50
Максимальное число рабочих органов, шт.	5	11
Глубина пахоты, см	30–45	
Рабочая скорость движения, км/ч	до 8	
Ширина захвата долота, мм	70	
Обслуживающий персонал, чел.	1	
Агрегатирование, тяговый класс трактора	3–4	5

Производитель: Сибгромаш (Россия).

Плоскорез-глубокорыхлитель ПГН-3 (ПГН-5). Предназначен для основной обработки паров, а также для осенней обработки почвы с максимальным сохранением стерни.

Техническая характеристика

	ПГН-3	ПГН-5
Производительность, га/ч	до 3	до 5,3
Конструкционная ширина захвата, м	3,2	5,3
Масса машины, кг	706 ± 20	1600 ± 50
Глубина обработки, см	15–30	
Рабочая скорость движения, км/ч	до 10	
Агрегатирование, тяговый класс трактора	3–4	5

Производитель: Сибгромаш (Россия).

Культиватор-глубокорыхлитель КГ-2,5/0,6 «Michel». Предназначен для обработки (разуплотнения) любых почв (лёгкие, тяжёлые, в том числе засорённые камнями, разворотные полосы, технологические колеи) без оборота пласта с одновременным сохранением растительных остатков в верхнем слое почвы.

Рабочие органы — изогнутые рыхлительные стойки типа «paraplow», проводящие основную обработку с образованием трещин в пахотном слое, сохраняющие 90% пожнивных остатков.

Трубчатый каток служит для регулировки и поддержания глубины обработки почвы, разрушения комков и выравнивания поверхности почвы.

Культиватор-глубокорыхлитель может применяться периодически (раз в три-четыре года) при отвальных и минимальных системах обработки почвы.

Рабочая ширина захвата — 2,5 м. Глубина обработки — 24–60 см. Агрегируется с тракторами тягового класса 3.

Производитель: Пермтехмаш-Агро (Россия).

Культиватор чизельный прицепной КЧ-5,1. Предназначен для рыхления тяжёлых почв, безотвальной обработки зяби весной вместо перепашки, разделки пласта многолетних трав и обработки стерни.

Техническая характеристика

Производительность, га/ч	3–4
Рабочая скорость, км/ч	6–10
Рабочая ширина захвата, м	5,1
Агрегатирование, тяговый класс трактора	3

Производитель: Техмаш (Белоруссия).

Культиватор стерневой тяжёлый КСТ-5,5 «Miguel». Предназначен для ресурсосберегающей основной обработки почвы без оборота пласта под посев озимых зерновых культур после непаровых предшественников, под пожнивные, поукосные и яровые посевы, а также для зяблевой обработки и весновспашки.

Основное преимущество — многофункциональность, обеспечивающая сокращение трудозатрат и энергоресурсов примерно в два раза в сравнении с традиционной технологией.

Культиватор оснащён импортными рабочими органами (лапами и дисками), обеспечивающими увеличенный ресурс их работы без замены лемехов.

Стойки плоскорежущих лап оснащаются предохранительными пружинными механизмами или срезными болтами для защиты их от поломок. Для работы с тракторами, не имеющими системы автоматического

поддерживания заданной глубины обработки почвы, культиваторы оснащены регулируемыми опорными колёсами.

Техническая характеристика

Производительность, га/ч	4,7–6,5
Рабочая скорость, км/ч	6–15
Рабочая ширина захвата, м	5,5
Глубина обработки, см	6–16
Агрегатирование, тяговый класс трактора	5

Производитель: Пермсельмаш-Агро (Россия).

Культиватор «Horsch – Агро-Союз». Культиваторы для разноглубинной обработки почвы совместного производства «Horsch» (Германия) и «Агро-Союз» (Украина) — это универсальные и очень эффективные машины, которые осуществляют обработку почвы строго на заданную глубину.

Благодаря использованию культиваторов «Horsch – Агро-Союз» достигается:

- выравнивание поля;
- механическая борьба с сорняками;
- создание мульчирующего слоя, который сохраняет влагу;
- выравнивание посевного ложа.

Культиваторы «Horsch – Агро-Союз» оснащены крепкой рамой и специальными сошниками, которые используются для разноглубинной, точной, сплошной обработки всей поверхности почвы: на глубину 5–8 см для предпосевной обработки и на 10–20 см — после сбора урожая.

Культиватор при глубине обработки до 10 см и скорости 10–15 км/ч позволяет достичь производительности до 20 га/ч (или более 1 га каждые 3 минуты).

Культиватор для разноглубинной обработки почвы «Horsch – Агро-Союз» поставляется в двух вариантах FG 12.30 и FG 18.30 (с рабочей шириной 11,7 и 18,3 м соответственно), каждый из которых может при помощи гидравлического устройства складываться для транспортировки до ширины в 6,1 м. Культиватор FG 18.30 состоит из пяти (элементов) рам, FG 12.30 — из 3 рам, за счёт чего достигается оптимальное огибание рельефа поверхности.

Дисковой глубокорыхлитель «Earth Master». Почвообрабатывающее орудие для заделки растительных остатков и одновременного рыхления почвы. В зависимости от выбора угла атаки X-образной дисковой батареи можно заделывать от 15% до 75% растительных остатков.

Техническая характеристика.

Модель	1700	2200	2500F
Рабочая ширина (при 30 угле атаки дисков), м	5,17 м	6,69 м	7,45 м
Количество разрыхляющих лап при междурядьях:		11	—
50,8 см	7	9	11
60,98 см	7	7	9
76,2 см	5		
Глубина рыхления, см	до 40		
Количество дисков, шт.	28	36	40
Диаметр диска, см	61		
Угол атаки дисковых батарей, град.	3–18		
Глубина дискования, см	до 20		
Вес, кг	5600	6600	6750

Производитель: *TRIKORP* (США).

Дискатор БДМ-6х4ПУ-ШК. Предназначен для традиционной и минимальной основной и предпосевной обработки почвы без предварительной вспашки под зерновые, технические и кормовые культуры, а также для омолаживания задернелых лугов и лущения стерни. Дискатор позволяет за один проход выполнять до пяти операций.

Орудие принципиально отличается от существующих тем, что каждый диск стоит не перпендикулярно земле, а наклонно, благодаря тому, что каждый диск крепится посредством индивидуальной стойки к раме. Каждый ряд дисков имеет возможность плавной регулировки угла атаки и соответственно рабочей ширины захвата диска. Отсутствие в конструкции дисковых батарей с единой осью позволяет БДМ работать во влажную погоду (при влажности почвы до 40%), на землях с большим количеством растительных остатков, а также на землях с любым количеством сорной растительности. При этом исключается наматывание на ось диска растительных остатков и плотное забивание рядов дисков.

Техническая характеристика

Ширина обработки за один проход, м	6
Глубина обработки, см	6–18
Скорость обработки, км/ч	8–25
Производительность, га/ч	4–7
Агрегатирование, трактор класса	5
Угол атаки дисков	0–30

Производитель: БДМ-агро (Россия).

Машина дисковая почвообрабатывающая МДП-5,2. Предназначена для основной и предпосевной обработки почвы под зерновые, технические и кормовые культуры. МДП-5,2 обеспечивает обработку почвы за один проход на глубину от 10 до 16 см.

Четыре ряда вырезных сферических дисков диаметром 560 мм, толщиной 8 мм, установленных с наклоном на балках, хорошо разрезают и измельчают грубые растительные остатки. Модуль выравнивания почвы состоит из пружинной боронки и пруткового катка шевронного типа диаметром 560 мм, который позволяет регулировать рабочую глубину дисков положением катка, разбивать крупные комья земли на мелкие фракции, выравнивать поверхность почвы с её уплотнением.

Техническая характеристика

Рекомендуемая рабочая скорость, км/ч	10–12
Рабочая ширина, м	5,2
Количество режущих дисков, шт.	52
Диаметр дисков, мм	560
Тип диска	вырезной сферический
Общая масса, кг	6800 ± 50
Складывание	гидравлическое
Агрегатирование, тяговый класс трактора	5

Производитель: Белагромаш-сервис (Россия)

Агрегат комбинированный почвообрабатывающий АКП-6А (АКП-6,5). Предназначен для обработки почв во все периоды полевых работ: под посев озимых, яровых и поукосных культур, под зябь, взамен весновспашки и обработки паров. Рабочие органы: плоские вырезные диски, стрелчатые лапы, разравниватели, батареи катков лепесткового типа. При проходе агрегата его передние диски разрезают слой почвы в продольном направлении, затем стрелчатыми лапами подрезается этот слой, а далее задними двухследными катками разрушаются комки, уплотняется подпочвенный слой, обеспечивая качественную подготовку почвы для посева культур за один проход агрегата.

Техническая характеристика

	АКП-6А
Тип	полунавесной
Рабочая скорость, км/ч	12
Производительность, га/ч	7,2
Рабочая ширина захвата, м	6
Глубина обработки, см	до 16
Агрегатирование, тяговый класс трактора	5

Производитель: Рязанский комбайновый завод (Россия).

Агрегат комбинированный влагосберегающий АКВ-4. Предназначен для сплошной обработки почвы на различных агрофонах по влагосберегающей и противоэрозионной технологиям.

Агрегат состоит из основного орудия и нескольких приспособлений, применение которых определяется в зависимости от состояния почвы перед обработкой, сезона и конечной цели выполняемых работ.

Техническая характеристика

Производительность, га/ч	до 5
Рабочая скорость движения, км/ч	до 12
Агрегатирование, тяговый класс трактора	4

Производитель: Красный Аксай (Россия).

Агрегат почвообрабатывающий комбинированный многофункциональный АПКМ-6,3. Предназначен для комплексной послонной обработки всех видов почв, в том числе тяжёлых, иссушенных и подверженных ветровой и водной эрозии, по стерневому фону.

АПКМ-6,3 одновременно выполняет несколько операций:

- предварительное разрушение пласта почвы на глубину до 8 см и размельчение пожнивных и растительных остатков;
- рыхление почвы на глубину до 18 см без оборота пласта;
- рыхление почвы с подрезанием сорняков на глубину до 16 см;
- дробление комков и разделку почвы на глубину до 10 см;
- выравнивание и прикатывание поверхностного слоя почвы.

Техническая характеристика

Производительность, га/ч	до 7,5
Рабочая скорость, км/ч	до 12
Глубина обработки, см	до 18
Рабочая ширина захвата, м	6,3
Масса, кг	6500
Агрегатируется с тракторами тягового класса	5

Производитель: Грязинский культиваторный завод (Россия).

Агрегаты комбинированные почвообрабатывающие «Лидер». Предназначены для обработки почвы на глубину до 16 см с одновременным выравниванием её поверхности и вычёсыванием сорняков.

Агрегаты рекомендуется применять для яблечной и предпосевной работ почвы, а также для обработки паров.

Могут комплектоваться сменными плоскорезными лапами и наральниками для чизелевания (глубина обработки до 25–30 см).

Техническая характеристика

	Лидер-4	Лидер-8,5
Производительность, га/ч	2,8–4,4	5,6–8
Рабочая скорость движения, км/ч	7–11	7–11
Ширина захвата, м	4	8,5
Глубина обработки, см:– лапами – многооперационными катками	6–16 3–6	6–16 3–6
Вычёсывание подрезанных сорных растений, %	не менее 98	не менее 98
Габаритные размеры агрегата, м	5,6 × 4,0 × 1,4	8,5 × 6,8 × 1,5
Масса, кг	1570	3500
Агрегатируется с тракторами тягового класса	3	5

Производитель: Сибирский Агропромышленный Дом (Россия).

Агрегат комбинированный «Centaur». Предназначен для мульчированной обработки почвы без вспашки (от плоской обработки стерни до глубокого рыхления пахотного слоя).

Техническая характеристика

	Centaur 5000	Centaur 6000	Centaur 7500
Производительность, га/ч	до 5	до 7	до 10
Рабочая скорость, км/ч	8–15	8–15	8–15
Ширина захвата, м	5	6	7,5
Масса, кг	9900	10200	10700
Агрегатируется с тракторами тягового класса	3	4	5

Производитель: Amazone (Германия).

10.3. Машины для внесения удобрений

В биологическом земледелии почву удобряют в основном веществами животного или растительного происхождения. Но на первых этапах внедрения системы биологического земледелия возможно применение минеральных удобрений и мелиорантов.

Для разбрасывания твёрдых органических удобрений применяют универсальные прицепы-разбрасыватели грузоподъёмностью 4–10 т и более, снабжённые конвейерами-питателями и разбрасывающими устройствами РОУ-6, ПРТ-7Ш, ПРТ-10, «ТЯТАН», «SUPER ТЯТАН», и др.

Техническая характеристика машин для внесения твёрдых органических удобрений

	МТГ-4	ПРТ-7А	ПРТ-11
Агрегируется с трактором класса	0,9–1,4	1,4	3
Эксплуатационная производительность, т/ч	14	22	36
Расход топлива, кг/т	0,4	0,4	0,5
Рабочая скорость, км/ч	5–10	5–10	5–10
Ширина внесения удобрений, м	4–8	5–8	5–8
Доза внесения, т/га	10–40	10–60	20–60
Вместимость кузова, м ³	3,9	5,3	8,5
Масса, кг	2310	3000	3700

Производитель: Бобруйскагромаш (Белоруссия).

Разбрасыватель органических удобрений РТН-1210 выполнен по новой конструктивной схеме: узкий корпус и одна ось с большими колёсами. Данная схема обеспечивает манёвренность машины и меньшее сопротивление повороту. Широкие шины позволяют машине работать на слабых грунтах, не повреждая их.

Техническая характеристика

Грузоподъёмность, т	10
Объём кузова, м ³	12
Ширина захвата, м	10–12
Рабочая скорость, км/ч	10
Масса с разбрасывающим устройством, кг	4100
Агрегируется с тракторами мощностью, кВт	85–95

Производитель: *LMR Azene LTD* (Латвия).

Для распределения навоза по полю из куч (при двухфазной технологии внесения) используют валкователи-разбрасыватели, типа **РУН-15В**, навешиваемые на гусеничные трактора.

Техническая характеристика

Расчётная производительность, т/ч	46
Норма внесения, т/га	15–60
Рабочая скорость, км/ч	3–7,5
Ширина полосы внесения удобрений, м	до 35
Агрегируемость, тяговый класс трактора	3

Жидкие органические удобрения вносят поверхностно или внутрипочвенно цистернами-разбрасывателями, а также дождевальными установками на поля, расположенные рядом с фермами.

Поверхностное внесение жидких органических удобрений осуществляют машинами: МЖТ-10 (-16, -23), ЗЖВ-Ф-3,2, РЖУ-3,6, РЖТ-4 (-8, -16). Машины ЗЖВ-Ф-3,2, РЖУ-3,6, РЖТ-4 применяют также для транспортировки технической воды, жидких минеральных удобрений и заправки ими подкормщиков и опрыскивателей.

Техническая характеристика машин для поверхностного внесения жидких органических удобрений

Марка машины	Норма внесения, т/га	Расчётная производительность, т/ч	Ширина поливной полосы, м	Рабочая скорость, км/ч	Масса, кг	Тяговый класс трактора
РЖТ-4М	20–60	20	6–12	до 12	2200	1,4
МЖТ-6	20–60	20	6–12	до 12	2500	1,4
МПТ-13	20–60	60	6–12	до 12	5000	3
МЖТ-10	10–20	40	6–12	до 15	3100	3
МЖТ-19	20–60	25	6–12	до 12	7500	5
АВМ-2,8	10–60	20	6–12	6	4550	1,4–2
АВВ-5	5–100	38	6–12	до 12	2000	2–3

Внутрипочвенное внесение жидких органических удобрений производят агрегатом АВВ-Ф-2,8. Он состоит из машины МЖТ-10 и навешенного на неё приспособления для внутрипочвенного внесения удобрений. Приспособление включает четыре секции с дисковыми ножами, плоскорежущими лапами, подкормочными трубами и прикатывающими катками.

Техническая характеристика

Норма внесения, т/га	50–100
Производительность, т/ч	25
Ширина внесения, м	2,8
Рабочая скорость, км/ч	6
Масса, кг	4740
Агрегируемость, тяговый класс трактора	3

Для разброса твёрдых минеральных удобрений по поверхности поля применяют навесные, прицепные и самоходные машины, оснащённые различными распределительными системами.

Навесными разбрасывателями минеральных удобрений являются марки машин Л-116, РДУ-1,5, «Bogballe», ZAM-1500 (-3000) «Евротехника – Amazone» и др. Навесные машины МВУ-0,5А, ЗТВМ-0,8 позволяют не только разбрасывать удобрения, но и высевать семена сидератов, многолетних трав и других культур разбросным способом.

Прицепные машины МВУ-5 (-6) обеспечивают как рассев по поверхности почвы минеральных удобрений, так и их транспортировку на поля. Все вышеуказанные машины имеют центробежные рассеивающие аппараты.

Для более равномерного распределения минеральных удобрений при основном их внесении и подкормке применяют машины со штангово-пневматическим (РУМ-5-0,3, ПШ-21,6), роторным (СТТ-10), шнековым (РШУ-12) распределительными устройствами.

Внутрипочвенное внесение минеральных удобрений осуществляют машинами с туковысевающими системами (катушечными, дисковыми) и рабочими органами (культиваторными лапами) для заделки удобрений в почву лентами или строчками на глубину до 15 см: АВМ-8, МКП-4, культиваторы-растениепитатели.

Пылевидные удобрения и мелиоранты по поверхности поля рассеивают машинами РУП-14 (-10, -8) и АРУП-8, оснащёнными цистернами, пневмосистемами и штанговыми распределяющими устройствами.

Для внесения жидких минеральных удобрений применяют агрегаты: АБА-0,5М; АША-2 — для внесения жидкого аммиака; агрегаты АПВ-5, АВВ-5, опрыскиватели ОП-2000, ОМ-630 — для внесения жидких комплексных удобрений; подкормщики-опрыскиватели ПОМ-630 — для внесения и заделки в почву аммиачной воды.

Техническая характеристика машин для внесения минеральных удобрений

Марка машины	Ширина захвата, м	Расчётная производительность, га/ч (т/ч)	Рабочая скорость, км/ч	Масса машины	Тяговый класс трактора или энергосредство
РГТ-4,2	4,2	3-3,5	9-12	890	0,9-3
1РМГ-4А	10-24	7,4-24,0	12	1800	1,4
1РМГ-4Б	8-14	9-14	12	1400	1,4
РУП-10	25	(48,6)	до 15	5800	3
РУП-14	11	(52,8)	до 15	6700	5
МВУ-5	8-15	(7,9)	11	2050	1,4
МВУ-8Б	8-20	6-25	8-25	3200	3
СТТ-10	10-15	13-18	10-15	2500	1,4
МУП-6	10-24	4-22	до 10	2590	0,9-1,4
ПШ-21,6	21,6	18,7	8-10	2100	1,4
МВУ-16	10-22	4-22	8-15	4000	5
АПМ-5	10-22	(0,1-2)	15-25	-	ЭСВМ-7
АВВ-5	8	(0,1-1)	6-12	-	ЭСВМ-7
АВМ-8	8	(0,1-1)	6-12	-	ЭСВМ-7
АВП-10	10	(0,5-1)	15-20	-	ЭСВМ-7

Навесной разбрасыватель удобрений *Amazone ZA-X Perfekt* предназначен для внесения гранулированных удобрений и семян.

Техническая характеристика

	ZA-X Perfekt 602	ZA-X Perfekt 902	ZA-X Perfekt 1400
Ёмкость, л	600	900	1400
Бесступенчато регулируемая рабочая ширина, м	10-18	10-18	10-18
Ошибка равномерности внесения удобрений, %	2-3	2-3	2-3
d14907581 Масса, кг	198	205	225
Агрегатируемость с тракторами класса	1,4	1,4-2	2

Производитель: *Amazone* (Германия).

Прицепной большегрузный разбрасыватель удобрений **ZG-B** предназначен для внесения гранулированных и порошкообразных минеральных удобрений на больших площадях.

Техническая характеристика

	ZG-B 6001	ZG-B 7001	ZG-B 10001	ZG-B 20001
Ёмкость, л	4200	5200	7200	9000
Рабочая ширина бесступенчато регулируемая, м	10-36	10-36	10-36	10-36
Рабочая скорость, км/ч	до 25	до 25	до 25	до 25
Ошибка равномерности внесения удобрений, %	2-3	2-3	2-3	2-3
Масса, кг	1800	1900	2100	5000
Агрегатируемость с тракторами класса	1,4	1,4-2	2-3	3

Производитель: *Amazone* (Германия).

Двухдисковый прицепной разбрасыватель минеральных удобрений **Bogballe M3plus 4050** имеет следующие отличительные особенности:

- 1) трансмиссия с реверсивной передачей и фрикционной предохранительной муфтой;
- 2) X-дефлектор, уменьшающий дробление гранулированных удобрений и повышающий равномерность разбрасывания удобрений по всей ширине захвата;
- 3) рабочие детали изготовлены из нержавеющей стали;
- 4) объём бункера 1800, 2550, 3300 или 4050 литров;
- 5) ширина захвата 28-36 метров.

Производитель: *Bogballe* (Дания).

10.4. Сеялки

В биологической системе земледелия для посева предусматривается применение комбинированных почвообрабатывающих посевных агрегатов. Использование однооперационных машин для посева допускается только при невозможности использования комбинированных агрегатов по причине снижения качества высева, нарушения технологии и т.п. (например, при использовании специальных сеялок для пропашных культур) или для составления комбинированных агрегатов из однооперационных машин. Применяются также сеялки прямого посева.

По назначению различают сеялки универсальные и специальные. Универсальные предназначены для высева семян различных культур, а специальные (свекловичные, кукурузные и др.) рассчитаны на высев одной или ограниченного количества культур. Специальные сеялки позволяют производить посев более точно, качественно, с заданными параметрами, но их использование в течение года составляет весьма небольшой период; также высок срок их окупаемости.

По компоновке сеялки разделяют на моноблочные, раздельно-агрегатные и секционные. У моноблочных сеялок все рабочие органы смонтированы на одной общей раме. Раздельно-агрегатные сеялки состоят из отдельных модулей: выносного бункера и посевного блока. Секционные сеялки имеют отдельные посевные секции со своими бункерами, высевающими аппаратами, сошниками, соединенными общей рамой.

Почвообрабатывающая посевная машина «Обь-4-ЗТ». Почвообрабатывающая посевная машина «Обь-4-ЗТ» предназначена для проведения предпосевной обработки почвы за один проход по любым фонам, в том числе по стерновым, с одновременным полосовым посевом семян зерновых и зернобобовых культур и внесением стартовой дозы минеральных удобрений; с прикатыванием высеянных семян на глубину их заделки и образованием верхнего рыхлого мульчирующего слоя. Эффективно используется для ухода за парами и на яблечной обработке почвы на глубину до 16 см.

Может комплектоваться сменными плоскорезными лапами и наральниками для чизелевания (глубина обработки до 25 см).

ППМ «Обь-4-ЗТ» обеспечивает:

- 1) благоприятный по площади питания широкополосный посев семян, равномерную их заделку по глубине и, как следствие, дружное созревание, уменьшение полёгкости и улучшение качества зерна, в том числе содержание клейковины;
- 2) повышение урожайности на 15–30%;

- 3) создание уплотнённого семенного ложа и мульчирующего слоя с образованием «гидрозамка», препятствующего испарению влаги из нижних слоёв почвы;
- 4) вычесывание 98–99% сорняков (эквивалентно химпрополке);
- 5) идеальное выравнивание поверхности поля;
- 6) снижение расхода топлива в 2 раза, уменьшение количества тракторов в три раза, снижение трудозатрат;
- 7) уменьшение механического воздействия на почву ходовыми системами тракторов;
- 8) оперативность полевых работ при высоком качестве их выполнения;
- 9) защиту почвы от водной и ветровой эрозии;
- 10) повышение плодородия почвы.

Техническая характеристика

Тип агрегата	прицепной
Ширина захвата, м	4
Производительность, га/ч	1,8–2,9
Рабочая скорость, км/ч	7–11
Ширина полосы посева, см	18–20
Глубина заделки семян, см	4–8
Вместимость бункеров, м ³ :	
–зерновых	0,905
–туковых	0,424
Агрегатирование, класс трактора (цепка из 2–3 агрегатов)	3–4 4–5
Масса, кг	2100

Производитель: Сибирский агропромышленный дом (Россия).

Агрегат универсальный посевной АУП-18. Агрегат универсальный посевной плоскорезный предназначен для безрядкового посева зерновых, зернобобовых культур и семян трав по стерновым фонам и зяби с внесением гранулированных удобрений, одновременной предпосевной культивацией и прикатыванием посева, а также для подготовки почвы для посева с глубиной обработки до 120 мм и культивацией паров. Агрегатируется с тракторами тягового класса 3.

Техническая характеристика

Производительность, га/ч (за 1 час основного времени)	не менее 4
Рабочая ширина захвата, м	4,5
Способ агрегатирования	полунавесной
Количество сошников, шт	18
Расстояние между осями стоек сошников, мм	250

Производительность, га/ч (за 1 час основного времени)	не менее 4
Ширина ленты посева сошника	безрядовый
Рабочая скорость, км/час	до 15
Масса машины, кг (в рабочем состоянии)	3100
Масса загружаемых семян, кг (максимум)	890
Ёмкость зерноуловочных ящиков, л	1000 (500 Ч 2)

Производитель: Сельмаш (Россия).

Посевной комплекс «Кузбасс». Предназначен для работы на парах, на полях, вспаханных обычным путём, и для посева по стерне без предварительной вспашки. Комплекс позволяет производить за один проход обработку и подготовку почвы, посев, внесение удобрений, боронование, прикатывание, выравнивание почвы. За всем технологическим процессом ведётся компьютерный контроль.

Техническая характеристика

	ПК-8,5
Производительность, га/ч	до 9
Способ внесения семян и удобрений	воздушный поток
Привод вентилятора нагнетателя	дизель
Рабочая ширина захвата, м	8,5
Объём бункера, м ³	7
Количество секций рамы	3
Агрегируется с тракторами класса	5
Обслуживающий персонал, чел.	1
Рабочая скорость, км/ч	12

Производитель: Агро (Россия).

Посевной комплекс «Виктория». Посевной комплекс СУЗ «Виктория» предназначен для посева семян различных зерновых и бобовых культур по технологии минимальной или нулевой обработки почвы.

Посевной комплекс «Виктория» за один проход по полю производит следующий комплекс операций:

- 1) создаёт рассадочный ряд;
- 2) обеспечивает точный и равномерный высеv семян;
- 3) закрывает и прикатывает борозду;
- 4) вносит удобрения.

Техническая характеристика

Производительность за 1 час основного времени, га	4,1
Рабочая скорость, км/ч	9–12
Норма высева зерновых, кг/га	2,2–266
Норма внесения удобрений, кг/га	9–300

Производительность за 1 час основного времени, га	4,1
Неустойчивость общего высева, %, не более:	
– для зерновых	2,8
– для бобовых	4
Ширина захвата, м	4,6
Число рядков, шт.	24
Вместимость бункеров, л:	
для семян	1250
для удобрений	400
Масса сеялки, кг	4308
Агрегируемость, тяговый класс трактора	3

Производитель: Болоховский машиностроительный завод (Россия).

Сеялка для прямого посева Amazone DMC 601. Сеялка для прямого, мульчированного и традиционного посева зерновых и зернобобовых культур. Большая дополнительная ёмкость, пневматическое устройство подачи семян и испытанная система дозирования являются отличительными признаками этой машины. Особенная система управления сошниками содержит реверсивный предохранительный механизм от наезда на камни так, что сошники могут уклоняться от камней горизонтально и вертикально. Семена покрываются рыхлым слоем почвы и слегка уплотняются.

Техническая характеристика

Необходимая мощность трактора (минимальная), л.с.	150
Производительность, га/ч	9
Рабочая скорость, км/ч	до 15
Ширина захвата, м	6
Транспортная ширина, м	3
Количество сошников, шт.	32
Ширина междурядья, см	18,75
Ёмкость семенного бункера, л	3000
Масса, кг	5500

Производитель: Евротехника (Россия).

Агрегат почвообрабатывающе-посевной АПП-6. Полунавесная комбинированная машина. Предназначена для предпосевной обработки почвы на глубину 8 см с выполнением за один проход операций рыхления, выравнивания и прикатывания поверхности поля и посева зерновых, зернобобовых, крестоцветных культур, льна и трав. Система высева семян обеспечивается механическим групповым (на 6 рядов) дозированием высева семян и пневматическим транспортированием их воздушным потоком к сошникам.

Техническая характеристика

Агрегируется с тракторами класса	3
Производительность, га/час	4,3–4,8
Рабочая скорость, км/ч	7,2–8
Ширина захвата, м	6
Глубина обработки почвы, см	5–8
99Масса, кг	4920

Производитель: Могилевлифтмаш (Белоруссия).

Посевной комплекс «HORSCH-АГРО-СОЮЗ». Широкозахватный посевной комплекс «Horsch-Агро-Союз» совместного производства компании Horsch (Германия) и корпорации «Агро-Союз» (Украина) состоит из пневматической сеялки с прикатывающей батареей и семенного бункера.

Посевной комплекс «Horsch-Агро-Союз» может осуществлять за один проход посев без предварительной обработки почвы, внесение сыпучих, жидких или газообразных удобрений точно под горизонт посева и прикатывание.

Парный сошник «дует» обеспечивает точный и равномерный широкополосной посев на 18–20 см с глубиной посева до 7 см, в 3–4 раза увеличивает площадь питания каждого ростка и повышает урожайность в целом. Отличительной особенностью данного сошника является то, что он позволяет применять систему одновременного внесения удобрений в грунт точно под полосу посева на глубину 4–5 см ниже её горизонта. При этом исключается вероятность химического ожога семян.

Техническая характеристика

	АТД 18.35	АТД 11.35
Рабочая ширина, м	18,2	11,2
Ёмкость бункера, л	17600	10500
Количество рядов сошников	4	4
Количество сеющих сошников	52	34
Расстояние между сошниками в ряду, м	0,35	0,35
Транспортная ширина, м	5,7	5,7
Транспортная длина, м	14,3	14,3
Вес (кг) без бункера	14800	9650
Необходимая мощность тягача, л.с.	500	410
Скорость обработки, км/ч	10–15	10–15
Полевая производительность, га/сутки	до 540	до 356

Посевной комплекс точного высева УС-1 «Олеся». Современные универсальные сеялки точного высева УС-1 «Олеся» производства Болховского машиностроительного завода предназначены для высева семян кукурузы, подсолнечника, сои, сорго, хлопка и других культур по технологии минимальной или нулевой обработки почвы.

Техническая характеристика

Производительность за 1 час основного времени, га	4,2–5,6
Норма высева зерновых, шт./га	4500–118000
Норма внесения удобрений, кг/га	44–890
Дробление семян, %	не более 0,2
Ширина захвата, м	5,6
Объём бункеров, л: для семян	55
для удобрений	100
Число бункеров, шт.: для семян	8
для удобрений	4
Масса сеялки, кг	3180

Производитель: Болховский машиностроительный завод (Россия).

10.5. Опрыскиватели

Опрыскивание полевых культур в системе биологического земледелия целесообразно проводить штанговыми опрыскивателями: ОП-2000-2, ОП-2000М, ОП-2500М, «Супер-2500Л», ОПШ-3-24, ОН-1, ОПШ-12 (ПУМ-600), ОП-2500М-24 «Булгар», ОПМ-2000, ОНМ-600 и др.

Опрыскиватель прицепной широкозахватный ОП-22 с колёсно-опорной штангой предназначен для обработки пестицидами полевых культур, а также для внесения жидких комплексных удобрений (ЖКУ).

Техническая характеристика

Вместимость ёмкости, м ³	2
Рабочая ширина захвата, м	22,6
Производительность, га/ч: при опрыскивании пестицидами	20–25
при внесении ЖКУ	15–20
Расход рабочей жидкости, л/га: при опрыскивании пестицидами	80–200
при внесении ЖКУ	150–300
Рабочая скорость движения, км/ч	12–18
Агрегируется с тракторами класса	0,6–0,9
Масса машины, кг	850

Производитель: Агро-тех (Россия).

Опрыскиватель модернизированный прицепной штанговый ОМПС-2000Р предназначен для внесения химических средств защиты растений и жидких минеральных удобрений.

Техническая характеристика

Ёмкость бака, л	2000
Производительность, га/ч	10–20
Рабочая ширина захвата, м	18 и 21,6
Расход рабочего раствора, л/га	80–300
Расход жидких минеральных удобрений, л/га	150–1000
Производительность насоса, л/мин	140
Масса, кг	1580

Производитель: Татагрохимсервис (Россия).

Опрыскиватель прицепной ОП-2500М «Булгар» предназначен для транспортировки и внесения химических средств защиты растений в форме суспензий, эмульсий и смесей, а также жидких удобрений.

Складывание и развёртывание всех четырёх звеньев штанг обеспечивается гидравликой. Имеется предохранительное устройство для последних звеньев. Специальная рычажная система подвески рамы штанг со спаренными гидроцилиндрами простого действия обеспечивает плавную регулировку рабочей высоты штанг от нижнего положения — 500 мм и до максимума — 2000 мм. Колёса могут устанавливаться на необходимую ширину колеи путём перемещения полуосей. Штанги изготовлены из стальных гнутых профилей и оснащены гидроцилиндрами с дроссельными устройствами, гидрозамками для фиксации первых и вторых звеньев и гидрокранами для обеспечения последовательного раскрытия звеньев.

Техническая характеристика

Ёмкость основного бака, л	2500
Ёмкость промывочного бака, л	260
Ширина захвата штанги, м	24
Высота сопла от и до, мм	500–200
Производительность, га/ч	17–22
Агрегируется с тракторами класса	3
Масса, кг	2500

Производитель: Казанская сельхозтехника (Россия).

Импортные штанговые самоходные опрыскиватели имеют ширину захвата до 40 м, снабжаются защитными кожухами, аэрожелобами для обеспечения устойчивой работы в ветреную погоду, имеют систему компьютерного позиционирования, навигационную систему GPS.

Мировым лидером в производстве опрыскивателей от ранцевых до самоходных является концерн «Hardi» (Дания).

Техническая характеристика самоходных опрыскивателей «Hardi»

	Alpha 2500		Alpha 3400		Alpha 4100	
	CVA	Twinn Forse	CVA	Twinn Forse	CVA	Twinn Forse
Мощность двигателя (базовая модель)	133 л.с.	167 л.с.	156 л.с.	191 л.с.	156 л.с.	191 л.с.
Дорожный просвет, м	0,8–1 – 1,1, в зависимости от ширины колеи и размера колёс		1,08–1,28 в зависимости от размера колёс			
Ёмкость бака, л	2500+5%	2500+5%	3400+5%	3400+5%	4100+5%	4100+5%
Ёмкость для промывки, л	200	200	410	410	410	410
Штанги	Алюминий	Стальные с воздушными ручками	Алюминий	Стальные с воздушными ручками	Алюминий	Стальные с воздушными ручками
Высота подъёма штанг, м	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
Ширина захвата штанг, м	24,28	18,20,21, 24,27,28	24,28,30, 32,36	18,20,21, 24,27,28	24,28,30, 32,36	18,20,21, 24,27,28
Вес, кг (порожний)	5660–5720	6110–6445	7200–8780	7765–8630	7200–8780	7765–8630

Навесные опрыскиватели Hardi серии Master Техническая характеристика

Модель	Объём бака, л	Ширина захвата, м	Расходсозд. насосом, л/мин	Размеры, см Д × Ш × В	Вес, кг
1302-MA-800-BK/3-12-MB	800	12	114	125×226×245	428

Модель	Объём бака, л	Ширина захвата, м	Расходсозд. насосом, л/мин	Размеры, см Д × Ш × В	Вес, кг
1302-МА-1000-ВК/3-12-МВ	1000	12	114	125×226×245	437
363-МА-1200-ВК/3-12-МВ	1200	12	171	140×226×245	464

Производитель: *Hardi* (Дания).

Опрыскиватель штанговый самоходный UNIPORT 2500/24 предназначен для обработки полей большой и сверхбольшой площади. Оснащён двигателем *Maxion* (Mercedes) или *MWM* (Volvo) мощностью 150–260 л.с., системой *GPS Trimble*, системой автоматического копирования рельефа, противоударным механизмом.

Техническая характеристика

Производительность, га/смену	225
Ширина захвата штанги, м	24
Рабочая высота штанги, м	0,4–2,1
Ёмкость баков, л (для рабочего раствора)	2500
Габаритные размеры, м:	
– длина	7
– ширина	3
– высота	3,7
Масса, кг	7500

Производитель: *Jacto* (Бразилия).

Опрыскиватель прицепной DAMMANN Tandem предназначен для химической защиты полевых культур и сельхозугодий от сорняков, вредителей и болезней растений путём распыления пестицидов по поверхности поля. Управление опрыскивателем осуществляется из кабины трактора посредством компьютера. Оснащён системой автоматического выравнивания стрелы в зависимости от наклона опрыскивателя, а также датчиками контроля расхода рабочей жидкости. Опрыскиватель оснащается различными узлами и оборудованием в зависимости от потребностей заказчика.

Техническая характеристика

Ёмкость, л	6200–7700
Бак для воды, л	310–700
Насос	мембранно-поршневой
Мощность, л/мин	320–500
Привод насоса	от ВОМ трактора
Рабочая скорость, км/ч	до 40
Ширина захвата, м	18–42
Агрегируется с тракторами класса	2

Производитель: *Dammann* (Германия).

Опрыскиватель штанговый навесной FALCON VORTEX 1400 предназначен для обработки полей малой и средней площади. Система *VORTEX* создаёт воздушный поток, который обеспечивает более качественное покрытие растений препаратом, даёт возможность производить обработку в ветреную погоду (скорость ветра до 10 м/с), позволяет экономить до 30% ядохимикатов.

Техническая характеристика

Производительность, га/смену	41
Ёмкость баков для рабочего раствора, л	1400
Рекомендуемая рабочая скорость, км/ч	10
Ширина захвата штанги, м	14
Регулировка высоты штанги, м	0,5–1,3
Масса, кг	780
Агрегируется с тракторами класса	0,9–1,4

Производитель: *Jacto* (Бразилия).

Опрыскиватель прицепной Amazone UG 3000 предназначен для обработки сельскохозяйственных культур от болезней и вредителей. Оснащён устройством для поддержания постоянной высоты опрыскивания, надёжным насосом мембранного типа, индикатором уровня ёмкости, механизмом разложения штанг. Ширина колеи колёс регулируется в диапазоне от 1,4 до 2,2 м.

Техническая характеристика

Необходимая мощность трактора (минимальная), л.с.	от 80 (1,4–2 класса тяги)
Производительность, га/ч	до 30
Рабочая ширина, м	24
Норма внесения, л/га	27–960
Объём ёмкости, л	3000
Масса, кг	1430

Производитель: Евротехника (Россия).

10.6. Уборочные машины

Зерноуборочные комбайны. Одним из главных принципов биологического земледелия является использование растительных остатков в

качестве удобрения. С этой целью все зерноуборочные комбайны должны иметь измельчители соломы или быть оборудованы приставками типа ПУН-5. Допустимо использовать вместо измельчителей капоты для укладки соломы в валок с последующим её измельчением и разбрасыванием косилками КИР-1,5, КПП-2 «Кубань», КЗП-2, но этот способ менее предпочтителен, так как требует дополнительных затрат и лишних проходов измельчающих машин по полю. По этой же причине, по возможности, лучше применять однофазный способ уборки.

Уборку осуществляют как прицепными (ПН-100 «Простор»), так и самоходными комбайнами с классической (барабанной) (СК-5М «Нива», «Енисей-1200», «Енисей-950 (-960)», «Кедр-1200», «Дон-161», «Дон-1500Б», «Дон-091», «Руслан-1200», КЗС-3 «Русь», КЗС-5 «Русь», «Вектор-1200», «Нива-Эффект») или аксиально-роторной молотилкой (СК-10В «Ротор», «Дон-2600», КЗР-10 «Полесье-Ротор»).

Флагманом российской зерноуборочной техники является комбайн «ДОН-1500Б». Он предназначен для уборки зерновых колосовых культур прямым и раздельным комбайнированием, а с использованием дополнительных приспособлений — для уборки зерновых, крупяных, мелкосеменных культур, подсолнечника, семенников трав, сои, кукурузы на зерно. Для уборки незерновой части урожая комбайн может оборудоваться копнителем, универсальным измельчителем, капотом. Обладает повышенной пропускной способностью за счёт использования молотильного барабана самого большого диаметра в мире.

Техническая характеристика

Производительность по зерну, т/ч	14
Ширина захвата жаток, м	6,0; 7,0; 8,6
Диаметр молотильного барабана, мм	800
Ширина молотилки, мм	1500
Площадь соломотряса, м ²	6,15
Площадь решёт очистки, м ²	4,75
Вместимость бункера, м ³	6
Вместимость топливного бака, л	540
Мощность двигателя, л.с.	235
Масса с жаткой 6 м и копнителем, кг	13300

Производитель: Ростсельмаш (Россия).

Зерноуборочный комбайн «ДОН-2600ВД» имеет аксиально-роторный молотильно-сепарирующий аппарат, двухкаскадную ветро-решётную уравновешенную очистку, битерную наклонную камеру,

самоочищающуюся вращающуюся деку, переднее расположение привода ротора.

Техническая характеристика

Производительность по зерну, т/ч	16
Ширина захвата жаток, м	6,0; 7,0; 8,6
Диаметр ротора, мм	762
Длина ротора, мм	2600
Площадь сепарации деки, м ²	7
Площадь решёт очистки, м ²	4,56
Вместимость бункера, м ³	6
Мощность двигателя, л.с.	280
Ёмкость топливного бака, л	516

Производитель: Ростсельмаш (Россия).

Зерноуборочный комбайн «Вектор» имеет центральное расположение кабины с пониженным уровнем шума за счёт размещения двигателя за бункером, электропривод регулировки зазора подбарабанья. На 80% комбайн унифицирован с «ДОН-1500Б».

Техническая характеристика

Производительность по зерну, т/ч	не менее 11
Ширина захвата жаток, м	5,0; 6,0; 7,0; 8,6
Ширина молотилки, мм	1200
Диаметр молотильного барабана, мм	800
Общая площадь сепарации, м ²	9,84
Вместимость бункера, м ³	6,0
Ёмкость топливного бака, л	540
Номинальная мощность двигателя, л.с.	185
Масса с жаткой 6 м, кг	12500

Производитель: Ростсельмаш (Россия).

Самоходный зерноуборочный комбайн «Руслан» создан в ГСКБ «Агромашхолдинг» путём глубокой модернизации комбайна «Енисей-1200 М». Он имеет расположенную по центру кабины, улучшенный дизайн, равномерное распределение нагрузки по колёсам, более мощный двигатель ЯМЗ-236ДК-2.

В самоходном зерноуборочном комбайне «Кедр» воплощены новейшие технические решения и последние достижения комбайностроения: симметричная схема расположения узлов; комфортабельная

кабина; однобарабанное молотильное устройство с двумя отбойными битерами, односекционным решетчатым подбарабаньем с углом охвата 120° и механизмом глубокого (до 110 мм) опускания и др.

Техническая характеристика

	«Енисей-1200»	«Руслан»	«Кедр»
Пропускная способность, кг/с	7	8	5-7
Производительность, т/ч	9	11	10-12
Ширина захвата жатки, м	4,1; 5; 6	5; 6; 7	4,1; 5; 6; 7
Ширина молотилки, мм	1200	1200	1200
Диаметр молотильного барабана, мм	550	550	550
Площадь очистки, м ²	3	3,75	3,5
Ёмкость бункера, м ³	4,5	5	4,5-5
Мощность двигателя, л.с.	140	175	160-180

Производитель: Агроماشхолдинг (Россия).

Самоходные зерноуборочные комбайны «Русь» особенно эффективны при работе на небольших полях сложной конфигурации. Комбайны универсальны, надёжны, экономичны, манёвренны, просты в эксплуатации.

Техническая характеристика

	КЗС-3	КЗС-5
Пропускная способность, кг/с	до 5	5-7
Производительность, т/ч	до 7,5	7,2-10
Тип МСУ	барабанное	аксиально-роторное
Ширина захвата жатки, м	3,2; 4,1; 5,0	4,1; 5; 6
Ширина молотилки, мм	900	-
Длина ротора, мм	-	3150
Диаметр барабана, мм	600	-
Диаметр ротора, мм	-	560
Вместимость бункера, м ³	2	4,5
Площадь очистки, м ²	2	2,84
Мощность двигателя, л.с.	80	136-183
Масса, кг	6500 с жаткой 3,2 м	9000 с жаткой 5 м

Производитель: Таганрогский комбайновый завод (Россия).

Прицепной зерноуборочный комбайн ПН-100 «ПРОСТОР» предназначен для уборки зерновых колосовых культур прямым и раздельным комбайнированием в основных зерносеющих зонах страны на

полях с малой площадью. При оборудовании комбайна специальными приспособлениями он может убирать крупяные, зернобобовые, кукурузу, подсолнечник, а также семенники трав.

В конструкции и технологической схеме комбайна удачно сочетаются новые и хорошо известные, отработанные, серийно выпускаемые технические устройства и технологические органы комбайна СК-5 «Нива».

Жатвенный агрегат максимально унифицирован с жаткой комбайна СК-5 «Нива», как по приводам, так и по основным узлам. Беспальцевый режущий аппарат снижает потери зерна при большой засорённости хлеба и полёглости.

Принципиально новым решением является применение в молотилке комбайна аксиально-роторного молотильно-сепарирующего устройства, заменяющего в технологической схеме целую группу рабочих органов (приёмный и отбойный битеры, молотильное устройство и соломотряс).

Техническая характеристика

Тип комбайна	роторный
Пропускная способность, кг/с	3
Ширина захвата жатки, м	2,85
Длина ротора (барабана), мм	1870
Диаметр ротора (барабана), мм	570
Площадь решёт очистки, м ²	2,36
Ёмкость бункера, м ³	2
Масса комбайна, кг	3500
Энергетическое средство	Колёсный или гусеничный трактор класса 1.4-2.0 тс с независимым ВОМ = 545 об/мин

Производитель: Тульский комбайновый завод (Россия).

На российский рынок поставляют свои комбайны многие известные зарубежные фирмы: «CLAAS», «JOHN DEERE», «MASSEY FERGUSON», «CASE» и др. Ведущее место в мире по производству и реализации комбайнов занимает немецкая фирма «CLAAS» с четырьмя типами машин: «Доминатор», «Медион», «Мега», «Лексион». Комбайны этой фирмы хорошо себя зарекомендовали и на российских полях. Но их стоимость в несколько раз выше, чем отечественных; хуже адаптация к российским условиям. При сравнительных испытаниях, проводимых ВИИТиНом, хорошо подготовленный, правильно настроенный комбайн «Дон-1500Б» не уступал по качеству уборки комбайну «Доминатор-68С». Преимущества немецкой техники наблюдались в

комфортности, удобстве обслуживания, длительности сохранения регулировочных параметров.

Зерноуборочный комбайн Claas Lexion. Зерноуборочные комбайны «CLAAS LEXION» за счёт эффективного использования своего выдающегося потенциала производительности способны заметно снижать стоимость единицы продукции.

Отличительные особенности:

- 1) Жатка VARIO оптимально адаптируется к любым условиям.
- 2) LASER PILOT и AUTO CONTOUR, принимая на себя управление движением, уменьшают нагрузку на водителя.
- 3) Молотильная система APS обладает высокой пропускной способностью и содействует полному использованию заложенной в машине производительности.
- 4) Система ROTO PLUS может выделять остаточное зерно, что недостижимо на машинах с обычными соломотрясами.
- 5) Огромный зерновой бункер и высокопроизводительная верхняя разгрузка минимизируют время простоя для вывоза урожая.
- 6) Современные двигатели обладают большим запасом мощности и даже при экстремальных нагрузках отличаются низким расходом топлива.
- 7) В просторной кабине VISTA-CAB водитель полностью сохраняет работоспособность в течение долгого трудового дня.
- 8) Интенсивная обработка соломы и мякны создаёт предпосылки для дальнейшего оптимального использования зерноотходов.

Техническая характеристика

	Измерение	LEXION 580/ 580 TERRA TRAC	LEXION 570/ 570 MONTANA
Жатка VARIO			
Модификация и ширина захвата жатки	м	V 600 (6,07 м) V 660 (6,68 м) V 750 (7,6 м) V 900 (9,12 м)	V 600 (6,07 м) V 660 (6,68 м) V 750 (7,6 м)
Расстояние между режущим аппаратом и шнеком	мм	480–780 для рапса 1080	480–780 для рапса 1080
Молотильный аппарат MULTICROP			
Ширина барабана	мм	1700	1420
Диаметр барабана	мм	600	600
Частота вращения молотильного барабана	об/мин	362–1050	362–1050
с понижающим редуктором	об/мин	158–457	158–457

	Измерение	LEXION 580/ 580 TERRA TRAC	LEXION 570/ 570 MONTANA
Угол охвата подбарабана	град.	142	142
Площадь основного подбарабана	м ²	1,26	1,06
Число роторных сепараторов ROTO-PLUS	шт.	2	2
Длина роторов	мм	4200	4200
Диаметр роторов	мм	445	445
Частота вращения роторов	об/мин	960/800/640/ (500/300)	800/640/500 (962)
с вариатором	об/мин	360–1050	350–1010
Общая площадь очистки	м ²	5,8	4,8
Зерновой бункер			
Объём	л	10500	10500/9600
Угол поворота выгрузного элеватора	град.	101	101
Производительность выгрузки	л/сек	100	100
Двигатель			
Производитель		Daimler Chrysler	CATERPILLAR
Тип		OM 502 LA	C 12
Схема, кол-во/объём цилиндров	л	V-обр., 8-цил./ 16	рядн., 6-цил./ 12
Управление		электронное	электронное
Номинальная частота вращения	об/мин	2000	2100
Мощность (по EWG 80/1296)	кВт (л.с.)	340 (462)	292 (397)
Объём топливного бака	л	980	800

Производитель: Claas (Германия).

Зерноуборочные комбайны John Deere 2256 серии STS с однороторной молотилкой обладают самой большой мощностью и самым большим зерновым бункером в своем классе. Оснащены двигателем John Deere Power Tech, системами обмолота и сепарации STS, с трёхступенчатым ротором; автоматической установки регулировочных параметров АМЕ; привода барабана Tosi Torq; выравнивания машины при работе на склонах Hillmaster.

Техническая характеристика

Номинальная мощность двигателя, кВт/л.с.	321/430
Ёмкость топливного бака, л	945
Ширина захвата жатки, м	6,10–9,15
Диаметр ротора в зоне обмолота, мм	750

Количество обмолачивающих зубьев ротора	27
Диаметр ротора в зоне сепарации, мм	834
Количество зубьев в зоне сепарации	24
Число оборотов ротора, об/мин	500–1000
Число оборотов ротора с понижающим редуктором, об/мин	210–550
Система очистки	Quadra-Flo, с предварительной очисткой
Объём бункера, л	11000
Общая длина (без жатки), мм	8800
Общая ширина (без жатки), мм	3500
Общая высота, мм	3900
Масса (без жатки), кг	12700

Производитель: *John Deere* (США).

Зерноуборочные комбайны Sampo Rosenlew имеют короткую колёсную базу и предназначены для уборки зерновых культур, кукурузы, подсолнечника на полях небольших размеров сложной конфигурации. Оснащены системой «щадящего обмолота», с отдельным молотильным аппаратом для доработки недомолота, пятью или шестью пятиступенчатыми клавишами соломотряса, устройством контроля потерь «LHAGRO». Верхнее и нижнее решета имеют независимую регулировку.

Техническая характеристика

	SR 2065	SR 2075 TS	SR 2085 TS	SR 3045 NEW	SR 3065 NEW
Мощность двигателя, л.с.	140/150	175/185	185/185	175/200	200/220
Ширина жатки, м	4,2/4,5	4,5/4,8	4,8/5,1	4,8/5,1	5,1/5,7
Производительность по обмолоту, т/ч:					
–зерно	11/11,2	11,5/12	12/14	12/16	16/20
–кукуруза	16,5/17	17,5/18	18/22	18/24	24/30
Расход топлива, л/га:					
–подсолнечник	6–7	6–7	6–7	6–7	6–7
–зерновые	7–8	7–8	7–8	7–8	7–8
–кукуруза	9–10	9–10	9–10	9–10	9–10
Зерновой бункер, л	4200	4600/5100	4600/5100	5200/6200	6200/6500
Высота выгрузки, м	3,4	3,4	3,4	3,9	3,75/4
Соломотряс:					
–количество клавиш	5	5	5	6	6
–площадь, м ²	4,6	4,6	4,6	5,5	5,5
Площадь решётн. стана, м ²	3,4	3,4	3,4	4,1	4,1

	SR 2065	SR 2075 TS	SR 2085 TS	SR 3045 NEW	SR 3065 NEW
Молотильный барабан:					
–ширина, м		1,11	1,11	1,33	1,33
–диаметр, м	1,11	0,5	0,5	0,5	0,5
–количество бичей	0,5	8	8	8	8
–частота вращения, об/мин	8				
Подбарабанье:					
–площадь, м ²	600–1300	600–1300	600–1300	600–1300	600–1300
–угол охвата, град.	0,51	0,51	0,51	0,62	0,62
	105	105	105	105	105

Производитель: *Sampo Rosenlew* (Финляндия).

Зерноуборочный комплекс КЗР-10 «Полесье-ротор» предназначен для прямой и раздельной уборки зерновых колосовых культур, уборки зерновой части кукурузы, подсолнечника, сои, сорго, зернобобовых, крупяных культур и семенников трав. Состоит из комплекта оборудования для зерноуборки и энергосредства УЭС-2-250А «Полесье».

Техническая характеристика

Тип МСУ	Роторное с тангенциальной подачей массы
Мощность двигателя энергосредства, кВт (л.с.)	198 (265)
Диаметр ротора МСУ, мм	750
Длина ротора, мм	3000
Площадь очистки, м ²	4,91
Рабочая скорость, км/ч	10
Пропускная способность по хлебной массе, кг/с	10
Производительность по зерну на уборке пшеницы при урожайности не менее 60 ц/га, т/час	20
Ёмкость зернового бункера, м ³	7
Потери за молотилкой, %	1,5
Содержание сорной примеси в зерновой массе бункера (для колосовых, зернобобовых и кукурузы), %	2
Масса комплекса, кг	16960

Производитель: Гомсельмаш (Белоруссия).

Свеклоуборочные комбайны. Отечественная техника для уборки сахарной свёклы, к сожалению, очень сильно уступает по всем показателям даже не самым лучшим зарубежным образцам. В биологическом земледелии российские машины лучше не применять.

Среди зарубежных производителей лучшие комбайны на сегодняшний день выпускает немецкая фирма «ROPA». Одна из последних моделей этой фирмы — самоходный трехмостовый комбайн «Euro Tiger» — оснащен двигателем мощностью 504 л.с., баком объемом 1440 л, бункером, вмещающим 40 м³ или 28 т, автопилотом, темпоматом (для движения с постоянной скоростью), механизмом осторожного хода (каждое колесо движется по своей колее), ботвосрезающей машиной.

Благодаря трём мостам и механизму осторожного хода комбайн не оказывает большого давления на почву, а объем бункера позволяет разгружать выбранную свёклу в бурты на краях поля без промежуточного когатирования, если не предусмотрен однофазный способ уборки. Основную площадь поля можно сразу начинать возделывать почвообрабатывающими орудиями — разрыв между операциями сокращается, сохраняется влага в почве.

Техническая характеристика

Модель	<i>Euro Tiger</i>
Количество выкапываемых рядков, шт	6
Производительность, га/ч	1,5–1,8
Длина очистки, м	13,5
Мощность двигателя, кВт/л.с.	370/504
Вместимость бункера, м ³ /т	40/28
Высота перегрузочного конвейера, м	3,8
Расстояние между рядами, см	45 или 50
Количество осей ведущих	3/3
Вместимость топливного бака, л	1440
Габаритные размеры:	
Длина, м	15
Высота, м	4
Ширина (при 45 см между грядками), м	3

Производитель: *ROPA* (Германия).

HOLMER Terra Dos — самоходный шестирядный двухосный почвосберегающий свеклоборочный комплекс: комбайн с бункером 24 м³, автоматическая система среза ботвы (шесть регулируемых ботвосрезателей), система очистки свёклы и элеватор. По заказу может быть установлено оборудование для одновременной уборки ботвы на рядом идущие машины, не оставляя её на поле. Способен перегружать свёклу в рядом идущее транспортное средство или принимать свёклу в бункер.

Техническая характеристика

Производительность, га/ч	до 1,5
Двигатель	MAN D2876LF03
Мощность двигателя, л.с.	460
Скорость движения, км/ч	0–25 бесступенчато
Ёмкость бензобака, л	1150
Ёмкость бункера, м ³	24
Высота перегрузочного конвейера, м	3,8
Длина очистки, м	11
Габаритные размеры, м:	
длина	12
ширина	3–3,3
высота	3,98

Производитель: *Holmer* (Германия).

Прицепной свеклоборочный комбайн WIC оснащён регулируемыми дисковыми копачами с изменяемым зазором, что позволяет убирать свёклу без обрыва нижней части корнеплода (хвостов) при плотной сухой почве и с меньшим количеством земли при влажной почве. Транспортёр-очиститель удаляет 50–60 процентов земли, что позволяет установить менее агрессивный режим работы шнекового очистителя. Шнековый очиститель имеет восемь регулировок: скорость вращения вальцов, изменение наклона всего очистителя вниз и вверх, изменение зазора между вальцами, регулировка вальцов по высоте, изменение направления вращения.

Техническая характеристика

Модель	WIC
Количество выкапываемых рядков	6
Производительность, га/ч	2
Ёмкость бункера, т	4,00
Вес, кг	7700
Длина, м	5,8
Ширина в транспортном положении, м	4,57
Ширина в рабочем положении, м	6,15
Высота, м	4,25
Рекомендуемая мощность трактора, л.с.	от 150

Производитель: *Amity* (США).

Прицепной свеклоборочный комбайн **STOLL** имеет выкапывающий механизм с системой ROTALIFT; трёхступенчатую систему

очистки; циклический не повреждающий свёклу самоочищающийся и защищённый от камней элеватор; автоматическую регулировку глубины выкапывания; автоматическое ведение по рядкам.

Техническая характеристика

Модель	V 202
Производительность, га/ч	0,4
Ёмкость бункера, м ³	10
Высота погрузки, м	1,65–3,75
Необходимая мощность трактора, кВт/л.с.	55/75
Расстояние между рядами, м	0,45
Масса, кг	3960
Габаритные размеры, мм:	
Длина	7700
Ширина	3000
Высота	3570

Производитель: *Stoll* (Германия).