

ЛЕКЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

Опорный конспект лекций

Тема 1. Современное состояние науки и отрасли АПК «растениеводство». Основные направления оптимизации производства продукции растениеводства

Развитие растениеводства в 2021-2025 годах предусматривается путем реализации следующих основных направлений:

- внедрение зональных систем земледелия с применением ресурсосберегающих технологий, позволяющих сократить материальные и трудовые затраты, ресурсоемкость продукции, повысить производительность труда и эффективность производства продукции растениеводства;
- сохранение и повышение почвенного плодородия и рациональное использование сельскохозяйственных земель;
- повышение эффективности защиты сельскохозяйственных культур за счет совершенствования технологии их возделывания и оптимизации фитосанитарного состояния обеспечивающих получение стабильных урожаев сельскохозяйственной продукции при разных погодно-климатических условиях;
- использование в сельскохозяйственном производстве республики наиболее интенсивных сортов и гибридов сельскохозяйственных растений;
- развитие интенсивного кормопроизводства, обеспечивающего производство высококачественных травяных кормов и создание устойчивой кормовой базы для животноводства;
- внедрение элементов системы точного земледелия, освоение новых ресурсосберегающих и наукоемких технологий производства.

Реализация настоящей подпрограммы будет способствовать:

- увеличению объемов производства продукции растениеводства в хозяйствах всех категорий на 14,5 процента к уровню 2020 года;
- обеспечению производства зерна в объеме не менее 10 млн. тонн, что позволит удовлетворить потребности в сырье организаций, осуществляющих производство хлебопродуктов;
- обеспечению производства картофеля в объеме не менее 6 млн. тонн, овощей - 1,9 млн. тонн, плодово-ягодной продукции - 687 тыс. тонн, маслосемян рапса - 820 тыс. тонн, льноволокна - 55 тыс. тонн, сахарной свеклы - 5 млн. тонн, комбикормов - 5,8 млн. тонн, свекловичного сахара до 620 тыс. тонн и сохранению его экспортного потенциала на уровне не менее 239 тыс. тонн.

Индикатором развития зернового подкомплекса является достижение к 2025 году:

- производства зерна в объеме не менее 10 млн. тонн;
- посевной площади зернобобовых растений до 350 тыс. гектаров, площади посевов многолетних трав (преимущественно бобовых) на пашне - до 1 млн. гектаров, что позволит увеличить объемы накопления биологического азота в почве до 100 тыс. тонн, обеспечить до 70 процентов потребности отрасли животноводства в растительном белке и минимизировать закупку белкового сырья по импорту;
- урожайности зерновых не менее 40 центнеров с гектара.

На зимне-стойловый период 2019-2020 годов для общественного поголовья скота произведено кормов в пересчете на кормовые единицы 12,3 млн. тонн (106 процентов к уровню 2018 года), в 2020 году произведено 14,4 млн. тонн (117 процентов).

Основными индикаторами подкомплекса кормопроизводства на 2021-2025 годы являются:

- обеспечение общественного поголовья крупного рогатого скота высокоэнергетическими сбалансированными кормами путем производства ежегодно не менее 45 центнеров кормовых единиц на условную голову, из них травяных кормов - не менее 38 центнеров, включая заготовку кормов на зимне-стойловый период в объеме не менее 28 центнеров кормовых единиц на условную голову;

- заготовка сенажа в полимерную пленку ежегодно на уровне не менее 9 процентов от общего объема заготовки;

- увеличение к концу 2025 года площади посевов многолетних трав не менее 1 млн. гектаров, из которых доля бобовых и бобово-злаковых трав должна составлять до 90 процентов;

- перезалужение лугопастбищных угодий, из которых доля бобовых и бобово-злаковых трав должна составлять не менее 50 процентов; повышение продуктивности кормовых угодий;

- обеспечение не менее 70 процентов потребности отрасли животноводства в отечественном растительном белке.

Развитие свеклосахарного подкомплекса.

Среднегодовой объем производства сахарной свеклы за 2016-2020 годы составил 4,6 млн. тонн, или 139,5 процента к 2015 году. В 2020 году сбор сахарной свеклы составил 4 млн. тонн, или 81,1 процента к 2019 году, при средней урожайности 482 центнера с гектара по сравнению с 519 центнерами в 2019 году и 330 центнерами в 2015 году.

Индикаторами развития свеклосахарного подкомплекса на 2021-2025 годы являются:

- достижение объемов производства к 2025 году сахарной свеклы в хозяйствах всех категорий на уровне не менее 5 млн. тонн при средней урожайности 526 центнеров с гектара на площади 93 тыс. гектаров;

- обеспечение сахаристости не менее 17 процентов;

- установление оптимального срока переработки сахарной свеклы – 105-110 суток с отказом от ее заготовки и переработки в ранние (до 20 сентября) и поздние (январь) сроки;

- осуществление заготовки и переработки сахарной свеклы с поддержанием 3-суточного запаса сырья в организациях сахарной отрасли на протяжении всего производственного сезона.

Развитие подкомплекса технических культур.

Рапс является основной масличной культурой в Республике Беларусь, который служит источником производства растительного масла и белкового сырья.

В республике стабилизирована площадь посевов рапса на оптимальном уровне (с учетом требований севооборотов) - не менее 8 процентов от пашни.

Среднегодовой объем производства маслосемян рапса за 2016-2020 годы составил 525,6 тыс. тонн, или 137,6 процента к 2015 году. В 2020 году сбор рапса составил 731 тыс. тонн, или 126,5 процента к 2019 году, при средней урожайности 20,6 центнера с гектара по сравнению с 16,8 центнера в 2019 году и 15,7 центнера в 2015 году.

Отмечается ежегодный рост производства льноволокна с 41 тыс. тонн в 2015 году до 47,8 тыс. тонн в 2020 году. Темп роста к 2015 году составил 116,6 процента, к 2019 – 103,3 процента.

Индикаторами развития подкомплекса технических культур на 2021-2025 годы являются производство к 2025 году объемов маслосемян рапса до 820 тыс. тонн (112 процентов к уровню 2020 года) при урожайности 18,2 центнера с гектара, льноволокна – до 55 тыс. тонн (115 процентов) при урожайности не менее 10 центнеров с гектара.

Развитие подкомплексов плодоовощеводства и картофелеводства.

Среднегодовой объем производства картофеля за 2016-2020 годы составил 5,9 млн. тонн, что соответствует уровню 2015 года. В 2020 году сбор картофеля составил 5,2 млн. тонн, или 85,7 процента к 2019 году, при средней урожайности 206 центнеров с гектара по сравнению с 229 центнерами в 2019 году и 194 центнерами в 2015 году.

Устойчивую положительную тенденцию развития имеет плодоовощеводство. При средней урожайности 279 центнеров с гектара среднегодовой сбор овощей в течение пятилетки составил 1,8 млн. тонн, что на 109,1 процента больше, чем в 2015 году. В 2020 году сбор овощей составил 1,75 млн. тонн, или 95,6 процента к 2019 году, при средней урожайности 277 центнеров с гектара по сравнению с 284 центнерами в 2019 году и 245 центнерами в 2015 году.

Значительное внимание уделяется вопросам наращивания производства отечественной плодово-ягодной продукции. Ежегодно закладывается не менее 500 гектаров садов. За 2016-2020 годы заложено 4,4 тыс. гектаров многолетних насаждений.

Среднегодовой объем производства фруктов и ягод за 2016-2020 годы составил 699 тыс. тонн, или 126,5 процента к 2015 году. В 2020 году собрано 819 тыс. тонн, или 142,5 процента к 2019 году, при средней урожайности 97,4 центнера с гектара по сравнению с 64,7 центнера в 2019 году и 64,2 центнера в 2015 году.

Индикаторами развития подкомплексов плодоовощеводства и картофелеводства на 2021-2025 годы являются:

- производство к концу 2025 года картофеля в объеме 6 млн. тонн в хозяйствах всех категорий, из них в общественном секторе- 1.2 млн. тонн при средней урожайности 305 центнеров с гектара, площадь посадки - 38 тыс. гектаров;

- производство к концу 2025 года овощей в объеме 1,9 млн. тонн в хозяйствах всех категорий, из них в общественном секторе - 0,6 млн. тонн при средней урожайности 335 центнеров с гектара, площадь посева овощей в открытом грунте - 14,8 тыс. гектаров;

- производство к концу 2025 года плодово-ягодной продукции в объеме 687 тыс. тонн в хозяйствах всех категорий, из них в общественном секторе- 240 тыс. тонн при средней урожайности 100 центнеров с гектара, площадь насаждений - 21 тыс. гектаров;

- концентрация производства в организациях, осуществляющих деятельность по производству картофеля, овощей, плодов и ягод, до 80 процентов от общего объема производства в общественном секторе;

- осуществление посадки плодово-ягодных культур и ухода за ними на площади 2,5 тыс. гектаров (500 гектаров в год).

Объем реализации научными и элитпроизводящими организациями республики оригинальных и элитных семян сельскохозяйственных растений под потребность сельскохозяйственных организаций республики составит в 2025 году 52 тыс. тонн.

Общая задача растениеводства как отрасли АПК – используя научные разработки, в условиях производства строить таким образом агротехнику, чтобы добиться максимальной продуктивности растений и посевов; при этом полученный продукт должен быть высококачественным конкурентоспособным, затраты на его производство минимальными, как и минимальное давление применяемых приемов на окружающую природу.

Растениеводство – это системная наука, изучающая морфолого-биологические особенности, систематику и технологию возделывания полевых культур. Для успешного решения задач, стоящих перед отраслью «Растениеводства» Республики Беларусь необходима тесная связь данного предмета с другими дисциплинами и смежными агрономическими науками. Так, например:

Ботаника – предоставляет сведения по систематике и классификации, морфологической характеристике культурных растений;

Биология – изучает биологические особенности, отношение культурных растений к факторам жизни.

Математика – используются математические методы, формулы и т. д. при расчетах норм высева, урожайности, норм внесения удобрений и т. д.

Химия – химические реакции и формулы удобрений, пестицидов и т. д.

Физиология растений – физиологические основы процессов жизнедеятельности растений.

Почвоведение – характеристика почв по гранулометрическому составу, агрохимические свойства почв и их пригодность для выращивания той или иной культуры.

Агрохимия - применение различных форм минеральных и органических удобрений при возделывании с/х культур.

Земледелие – научно обоснованное чередование культур, соблюдение севооборотов, сорные растения, как причина снижения урожайности с/х культур.

Защита растений – вредные объекты сельскохозяйственных культур, мероприятия по защите посевов от сорняков болезней и вредителей.

Селекция - целесообразность выращивания на той или иной территории (страна, область, район) наиболее подходящих сортов с/х культур, которые при одинаковых экономических затратах дают более высокий и качественный урожай.

Механизация (инженерные науки) - правильное и выгодное использование с/х агрегатов для обработки почвы, по уходу за растениями, для уборки той или иной культуры и т. д.

Экономические науки - применение любого агротехнического приема, любого звена технологии возделывания имеет свою экономическую эффективность, влияет на себестоимость продукции и уровень рентабельности производства.

Технологический процесс в растениеводстве - это совокупность операций (способов) и биологических (естественных) процессов, связанных между собой во времени, пространстве и по условиям протекания, посредством которых исходный предмет труда переходит в иное, конечное или промежуточное состояние.

Располагая достаточными знаниями о биологических закономерностях протекания технологических процессов, агротехнических требованиях и порядке выполнения операций, технико-экономических показателях, применяемых средствах механизации, необходимо выбрать наиболее эффективный способ его выполнения. Затем планируются трудовые и материальные ресурсы, намечаются мероприятия по повышению эффективности производства продукции, организуются технологические процессы по принципу непрерывности (поточности) работы взаимоувязанных по производительности отдельных звеньев применяемого комплекса машин. Поэтому организация рабочих процессов с точки зрения технологии - это неукоснительно соблюдение норм и требований, предъявляемых к технологическим процессам.

При всей сложности ситуации задача науки заключается в том, чтобы обеспечить, точнее обосновать производство продукции растениеводства с минимальными затратами на единицу продукции энергии, труда, ресурсов, одновременно создавая задел на перспективу. Говоря о задачах науки растениеводства, мы можем выделить биологический и технологический аспекты, которые можно свести к следующим положениям:

- Глубокое изучение биологических особенностей культурных растений, в первую очередь особенностей роста и развития, отношения и требований к условиям жизни, выявления возможностей регулирования этих явлений и процессов с помощью тех или иных агроприемов, использования регуляторов роста. То есть важнейшей задачей науки в рассматриваемой позиции является управление урожаем.

- Изучение количественных причинно-следственных связей в системе «растение- среда обитания» с той же целью управления урожаем.

- Выявление потенциальных возможностей растений, посевов, культур, сортов

- Выявление «узких мест» в биологии растений, сдерживающих и ограничивающих урожайность и ее потенциал.

- Создание новых сортов растений с более высокими потенциальными возможностями и качеством продукции.

- Разработка новых приемов, технологий возделывания сельскохозяйственных растений на основе применения новых сельскохозяйственных машин, пестицидов, компьютерной техники и др.

- Разработка региональной и микроразональной агротехники, отвечающей местным почвенно-климатическим условиям.
 - Разработка сортовой агротехники.
- Вопросы сортовой агротехники особенно остро встали с появлением сортов интенсивного типа и интенсивных технологий.
- Разработка проблемы повышения качества продукции, особенно увеличения производства продукции с высоким содержанием белка.

Качественное решение поставленных задач невозможно без учета и использования организационно-экономических и социально-экологических аспектов.

Основные направления дальнейшего совершенствования технологических процессов в растениеводстве представлены в табл. 1.

Таблица 1. Основные направления совершенствования технологических процессов в растениеводстве

Селекционно-генетические аспекты	Технико-технологические аспекты	Организационно-экономические аспекты	Социально-экологические аспекты
Новые сорта и гибриды с/х растений Создание растений, устойчивых к болезням и вредителям, неблагоприятным факторам окружающей среды	Использование новой техники Новые технологии возделывания с/х культур Новые удобрения и их системы Новые средства защиты растений Биологизация и экологизация земледелия Новые ресурсосберегающие технологии производства и хранения пищевых продуктов, направленных на повышение потребительской ценности продуктов питания	Научно-обоснованные системы земледелия и севооборотов. Организация структуры посевных площадей, видового и сортового состава по скороспелости. Организация обучения механизаторов перед началом основных этапов работ. Новые формы организации и мотивации труда Новые формы организации и управления в АПК Маркетинг инноваций Создание инновационно-консультативных систем в сфере научно-технической и инновационной деятельности Новые концепции, методы выработки решений	Получение продукции, свободной от нитратов, пестицидов, тяжелых металлов и радионуклидов. Улучшение условий труда, решение проблем здравоохранения, образования и культуры тружеников села Оздоровление и улучшение качества окружающей среды Обеспечение благоприятных экологических условий для жизни, труда и отдыха населения

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию осуществляет научное обеспечение инновационного развития отрасли растениеводства Беларуси. Основными направлениями научной и научно-технической деятельности организации являются:

- Совершенствование систем земледелия и кормов с учетом конкретных почвенно-климатических зон республики, обеспечивающие рациональное использование природных, социально-экономических ресурсов и охрану окружающей среды;
- Создание высокопродуктивных, высококачественных сортов и гибридов зерновых колосовых, зернобобовых, гречихи и кукурузы, кормовой свеклы, льна, крестоцветных культур и многолетних трав с использованием традиционных методов и современных достижений в области биотехнологии, генетики и селекции;
- Разработка экономически обоснованных и экологически безопасных технологий производства продукции растениеводства, позволяющих максимально реализовать

генетический потенциал растений в конкретных экологических зонах республики при минимальных энергетических затратах;

- Разработка новых экономически целесообразных и совершенствование существующих технологий приготовления и хранения кормов.

- В РУП "НПЦ НАН Беларуси по земледелию" осуществляется селекционный процесс по 42 сельскохозяйственным культурам, в том числе по 8 видам бобовых и 11 видам злаковых трав. За последние 15 лет создано 38 сортов многолетних трав, из них 28 включены в Государственный реестр.

- В РУП "НПЦ НАН Беларуси по земледелию" продолжено формирование коллекций генетических ресурсов. Сформирована база данных базовой коллекции, которая является ключевым звеном в системе документирования. Пополнилась новой информацией описательная база данных включающая информацию о хозяйственной полезности, ценности селекционного материала, идентификационных и биохимических признаках и свойствах. Подготовлен национальный электронный каталог генетических ресурсов хозяйственно полезных растений, который включает перечень образцов коллекций зерновых, зернобобовых, крупяных, зерно-кормовых и кормовых культур в количестве 7165 образцов и краткое описание 200 паспортизированных коллекционных образцов.

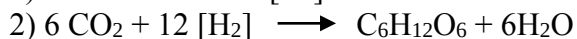
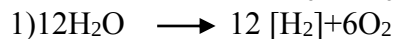
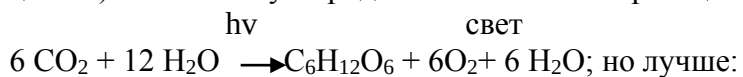
- В Центре проводится адаптация видового состава кормовых культур к изменяющимся климатическим условиям и связанная с этим оптимизация структуры посевных площадей. Выявлены виды многолетних трав, формирующие высокую продуктивность при различных уровнях обеспеченности влагой на пашне и луговых угодьях.

- В производстве осваивается 103 сорта зерновых, зернобобовых, кормовых и технических культур селекции РУП "НПЦ НАН Беларуси по земледелию". Особое внимание уделено освоению новых высокоурожайных сортов сельскохозяйственных культур, отличающихся улучшенными показателями качества растениеводческой продукции.

Тема 2. Научные основы технологий возделывания полевых культур

Органическое вещество (урожай, биомасса) на 45% состоит из углерода. Именно поэтому вопрос об углеродном питании растений является одним из центральных в теории урожая. Синтез органического вещества осуществляется из простых неорганических веществ - углекислого газа и воды.

90-95% органического вещества синтезируется в процессе фотосинтеза - воздушного питания. 5-10% - за счет корневого питания. Как отмечалось, на 45% оно (органическое вещество) состоит из углерода. А вот известная реакция:



Расшифровка уравнения ставит много вопросов:

1. Механизм фотосинтеза –

- его энергетика,
- биофизика фотосинтеза,
- биохимия фотосинтеза.

2. Влияние экологических факторов на фотосинтез.

3. Влияние антропогенных факторов на фотосинтез и управление урожаем.

Количественные характеристики фотосинтеза. Связь с урожаем

Основной орган, в котором протекает фотосинтез, - зеленый лист. Плюс стебли, ости, колосковые чешуи и другие зеленые органы растения. Фотосинтез – это специализация данного органа растения (листа).

Лист покрыт эпидермисом, в котором имеются устьичные щели. Через них внутрь листа попадает (поступает) углекислый газ. Непосредственно к эпидермису примыкает палисадная паренхима, клетки которой расположены перпендикулярно к поверхности листа. В клетках палисадной паренхимы сосредоточены хлоропласты. Число их от 20 до 100 на клетку. Хлоропласты характеризуются сложным строением и химическим составом.

В состав хлоропластов входят: - белки – 35-55%; липиды – 20-30%; углеводы – 10%; хлорофилл – 9%; каротиноиды – 4,5%; РНК – 2-3%; ДНК – 0,5%. В хлоропластах также сосредоточено много ферментов, витаминов, принимающих участие в фотосинтезе. Особая роль в процессе фотосинтеза принадлежит зеленому пигменту - хлорофиллу. Хлорофилл обладает способностью к избирательному поглощению света и к флюоресценции. Поглощает красные и сине-фиолетовые лучи. Желтые и оранжевые пигменты-каротиноиды – каротин и ксантофилл. Каротиноиды способны к окислительно-восстановительным реакциям, поглощают участки света, которые хлорофилл поглощать не может, и передают энергию этих лучей хлоропластам. Таким образом, каротиноиды, принимая участие в фотосинтезе, выполняют вспомогательную роль по отношению к хлорофиллу.

Углекислый газ попадает к хлоропластам в результате непрерывной диффузии, обуславливаемой постоянно возникающим градиентом его концентрации.

В хлоропластах CO_2 поглощается, создавая своеобразный вакуум, дающий начало движению углекислого газа в нужном направлении. Содержание CO_2 в атмосфере – 0,03%. Его содержание в атмосфере пополняется за счет растворенных в воде карбонатов и бикарбонатов, а также за счет окисления [минерализации] органического вещества почвы. (На 1 га за сутки за счет микробиологических процессов, протекающих в почве, поступает 25-30 кг CO_2).

По расчетам А.А. Ничипоровича в период максимальных среднесуточных приростов растений и образования 300-500 кг/га сухого органического вещества растения усваивают до 1000 кг CO_2 . Одновременно из почвы усваивается

1-2 кг N;
0,1-0,2 кг P;
0,8-1,7 кг K.

Следовательно (в самом общем виде) – управление фотосинтезом и урожаем – это непрерывное, постоянное и в достаточном количестве снабжение растений углекислым газом, элементами минерального питания. Основной путь этого – обогащение почвы органическим веществом, создание условий для его минерализации.

Вода, как «сырье» для фотосинтеза, поступает в листья через сеть жилок. По ним же осуществляется отток из листа углеводов, образовавшихся в процессе фотосинтеза.

Энергетика фотосинтеза

Источник энергии, обеспечивающей течение фотосинтеза, - солнечный свет, радиация. Солнечная радиация (и это чрезвычайно важно) представлена двумя составляющими:

- электромагнитное и
- корпускулярное излучение.

Электромагнитная составляющая характеризуется – длиной волны, - частотой колебания, - скоростью распространения.

Благодаря волновой природе свет распространяется. Скорость распространения огромна – $299\,810^{10}$ см/сек. Длина волны измеряется в нанометрах, частота колебаний - в герцах. Видимую часть спектра – собственно свет - составляют лучи с длиной волны от 380-400 нм до 700-750 -780 нм. Интервал лучей с длиной волны 380-710 нм составляет

фотосинтетически активную радиацию (ФАР), поглощаемую пластидами и участвующую в фотосинтезе.

Корпускулярная составляющая солнечной радиации определяет ее энергетику, энергетический потенциал. Это значит, что лучистая энергия излучается и распространяется в виде отдельных дискретных единиц – квантов. Энергия квантов разных областей спектра различна. Чем короче длина волны, тем больше энергия кванта. Выражается энергия квантов в кДж (или ккал) на 1 моль квантов. Образно говоря, кванты света падают на лист подобно каплям дождя.

По современным представлениям фотосинтез протекает в несколько этапов: фотофизический, фотохимический и ферментативный.

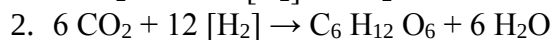
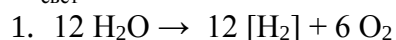
Фотофизический этап включает, прежде всего, поглощение квантов света – хлорофиллом *a*, *b* и каротиноидами. Непосредственно поглощение энергии происходит посредством перемещения электронов на орбиталях атомов молекул хлорофилла. При поглощении света электроны переходят в колебательное движение, возбуждение и переходят на следующую орбиталь с более высоким энергетическим уровнем.

Энергия квантов улавливается всеми молекулами хлорофилла. Группа молекул хлорофилла в количестве 200-250 единиц передает свою энергию одной особой молекуле – молекуле-ловушке. (В одном хлоропласте содержится до 1 млрд. молекул хлорофилла).

Молекулы – ловушки связаны с реакционными центрами, в которых сконцентрированная энергия света используется уже в фотохимических реакциях.

Фотохимические реакции фотосинтеза – это реакции, в которых энергия света преобразуется в энергию химических связей, и прежде всего в энергию фосфорных связей АТФ. В этих реакциях происходит 1) окисление воды до кислорода и 2) восстановление углекислого газа до уровня углеводов, т.е. в процессе фотохимических реакций *происходит превращение энергии и превращение веществ.*

СВЕТ



1. превращение энергии – световая реакция;

2. превращение веществ – темновая реакция

Темновая фаза фотосинтеза, т.е. превращения углерода, может идти по циклу Кальвина – «С-3» путь фотосинтеза или циклу Хетча – Слэка – Карпилова - «С-4» путь фотосинтеза.

Для нас с прикладной агрономической точки зрения очень важно, что у высокопродуктивных сортов:

1) значительно выше фотохимическая активность хлоропластов, обеспечивающая более высокую активность световой стадии фотосинтеза.

2) более высока общая ассимиляционная способность флагового листа.

3) в хлоропластах высокопродуктивных сортов более активны процессы синтеза АТФ.

4) считается – установлено, что активность первичных реакций фотосинтеза может быть повышена за счет улучшения N питания, за счет применения физиологически активных веществ.

Основные показатели и параметры фотосинтетической деятельности

1) **КПД_{ФАР}** – отношение количества энергии, запасенной в продуктах фотосинтеза, к количеству использованной радиации, потраченной на создание единицы этих продуктов. А.А. Ничипорович предложил следующую градацию уровней использования ФАР:

0,5 – 1,5% - низкий,

1,5 – 3% - средний

3,0 – 5,0% - высокий,

5,0 – 7,0% - очень высокий,

7,0 – 10,0% - теоретически возможный,

16 – 18% - теоретически возможный – расчетный.

На основании энергетических реакций фотосинтеза можно рассчитать теоретически возможный КПД_{ФАР}:

1. На усвоение 1^{-й} молекулы CO₂ в процессе фотосинтеза требуется 8-10 квантов света. Энергия поглощенных 10 молей квантов ФАР в среднем равна 500 ккал., а на усвоение 1 грамм-молекулы CO₂ используется 112 ккал, что составляет 22,4% поглощенной энергии:

$$\frac{112 \times 100}{500} = 22,4\%$$

Из запасенной энергии растения расходуют на дыхание 20-30% ее. Следовательно, максимальной КПД_{ФАР} может быть равен:

$$\begin{array}{lcl} 1. \quad 112 - 100 & \rightarrow & 89,6 \text{ ккал} \\ \quad \quad \quad X - 80 & & \end{array} \quad \frac{89,6 \times 100}{500} = 17,92 \%$$

$$\begin{array}{lcl} 2. \quad 112 - 100 & \rightarrow & 78,4 \text{ ккал} \\ \quad \quad \quad X - 70 & & \end{array} \quad \frac{78,4 \times 100}{500} = 15,68 \%$$

$$\begin{array}{lcl} 3. \quad 112 - 100 & \rightarrow & 84, \text{ ккал} \\ \quad \quad \quad X - 75 & & \end{array} \quad \frac{84 \times 100}{500} = 16,8\%$$

Если урожай, выраженный в калориях, разделить на Σ ФАР, приходящей за период вегетации, получим ф а к т и ч е с к о е з н а ч е н и е КПД_{ФАР} или КПД_{ФАР} хоз.

$$\text{фактическое КПД}_{\text{ФАР}} = \frac{Y_{\text{биол.}} \times q}{10^4 \times \Sigma Q}$$

$Y_{\text{биол.}}$ – фактическая урожайность культуры в хозяйстве (выражается в абсолютно сухой биомассе; ц/га;

q – калорийность (теплотворная способность) 1 кг абсолютно сухой биомассы;

ΣQ – суммарный приход ФАР за период вегетации, ккал/га.

2). **Интенсивность фотосинтеза** – количество углекислоты (CO₂) в мг, ассимилированной на 1 дм² листовой поверхности за 1 час. У полевых культур составляет ≈ 17 -20 мг. Иногда интенсивность фотосинтеза выражают в миллилитрах O₂, выделенного 1 дм² листа за 1 час; в миллиграммах сухого вещества, накопленного 1 дм² листа за 1 час. Это видимый фотосинтез он не учитывает дыхания. Чтобы перейти к истинной величине фотосинтеза необходимо вносить поправку, учитывающую интенсивность дыхания.

3). **Площадь листьев** – орт для полевых культур, выращиваемых ради семян, равна 35-50 тыс. м²/га

4). **Отношение площади ассимиляционных органов** растений к единице поверхности поля – 1 га – называется листовым индексом (L) – 3,5-5. Для культур, выращиваемых на зеленую массу, сено - ≈ 7 .

5). Однако показатель площади листьев неполно отражает фотосинтетическую деятельность посевов. Важно знать продолжительность функционирования листовой поверхности для накопления биомассы. Этот показатель получил название

«Фотосинтетический потенциал» (ФП) и представляет собой сумму или произведение. Выражается в млн. м² х дн/га:

$$\text{ФП} = \frac{(Л_1 + Л_2) \times T_1 + (Л_2 + Л_3) \times T_2 \dots (\text{произведение})}{2}$$

$$\text{ФП} = Л_1 + Л_2 + Л_3 \dots + Л_{20} \dots (\text{сумма})$$

Хорошими считают посевы, ФП которых составляет не менее 2 млн м² х дн/га на каждые 100 дней фактической вегетации.

120 дней – 2,5 млн., 80 дней – 1,6 млн.

Хорошие посевы с ФП – 2,2 – 3 млн образуют 12-18 т/га сухой биомассы.

Средние – 1-1,5 млн. → 5-6 т/га.

Плохие – 0,5-0,7 млн. → 2,5-3 т/га

6). **Чистая продуктивность фотосинтеза** отражает результативность фотосинтеза и характеризует эффективность работы листьев за тот или иной отрезок времени, выражается в г/м²х сут. Показатель чистой продуктивности отражает и продуктивную работу листьев в процессе фотосинтеза, и погодные условия, и агротехнику, т.е. это обобщающий показатель.

$$1. \Phi_{\text{ч}} = \frac{B_2 - B_1}{L_1 + L_2} \times t$$

$$\frac{1}{2} (Л_1 + Л_2)$$

где: В₁ и В₂ – количество сухой биомассы произведенной на единице площади поля на дату взятия пробы, г/м², (В₂ – В₁) – прирост сухой биомассы за период между взятием проб;

Л₁ и Л₂ – площадь листьев на эти даты, м²;

t – отрезок времени (сут.) между взятием проб.

$$2. \Phi_{\text{ч}} = \frac{B}{\text{ФП}} ;$$

где В – урожайность сухой биомассы (в г.) за вегетационный период;

ФП – фотосинтетический потенциал за этот период.

7) Важным показателем фотосинтетической деятельности посевов является **коэффициент хозяйственной эффективности (Кхоз)**, выражающий отношение количества сухого вещества хозяйственно-ценной части урожая (зерно, клубни, корнеплоды) к общей или надземной сухой фитомассе. Интересна в исследованиях динамика этого показателя.

Влияние внешних условий на фотосинтез.

1.Содержание СО₂ в атмосферном воздухе – 0,03%. Фотосинтез возможен до 0,008%. Прямопропорциональный рост фотосинтеза наблюдается до 1,5%. При дальнейшем увеличении содержания СО₂ фотосинтез возрастает, но медленнее; при 15-20% - выходит на плато; при 70% наступает депрессия фотосинтеза.

2.Снабжение водой.

Небольшой водный дефицит – 5-15% в клетках листьев оказывает благоприятное влияние на интенсивность фотосинтеза. При полном насыщении клеток листа водой фотосинтез снижается. При дефиците влаги 15-20% наблюдается заметное снижение фотосинтеза.

3. Влияние температуры.

Проявляется в зависимости от интенсивности освещенности. При низкой освещенности фотосинтез от температуры не зависит.

При высокой освещенности скорость фотосинтеза определяется темновыми реакциями. В этом случае влияние температуры проявляется очень четко.

Минимальная температура для растений средней полосы – около 0°C , для теплолюбивых – $5-10^{\circ}\text{C}$.

Оптимальная температура для большинства растений – $30-33^{\circ}$. При более высоких температурах интенсивность фотосинтеза резко падает.

4. Снабжение кислородом.

В анаэробных условиях фотосинтез останавливается. Повышение концентрации O_2 свыше 25% также тормозит фотосинтез.

5. Влияние света.

По характеру адаптации к интенсивности освещения растения делят на: светолюбивые, теневыносливые, тенелюбивые. Различаются по анатомо-морфологическим особенностям, а также по содержанию и составу пигментов.

Внешние и анатомические отличия.

Для **светолюбивых** растений характерна более светлая окраска листьев, ниже содержание хлорофилла. Листья **теневыносливых** растений характеризуются повышенным содержанием хлорофилла *a* и ксантофилла. Зависимость фотосинтеза от интенсивности освещения можно выразить кривой: первоначально увеличение интенсивности освещенности приводит к пропорциональному увеличению фотосинтеза (зона максимального эффекта). Далее фотосинтез возрастает медленнее (зона ослабленного эффекта) и наконец рост интенсивности света на фотосинтез не влияет (зона отсутствия эффекта).

Листья **светолюбивых** растений толще, у них более развита палисадная паренхима. У некоторых видов растений она может располагаться не только с верхней, но и с нижней стороны листа. Сами клетки листьев мельче, мельче также хлоропласты; величина устьиц меньше, число же последних на единицу поверхности листа больше, гуще расположены жилки.

Физиологические отличия.

Та освещенность, при которой фотосинтез и дыхание уравниваются друг друга, называется компенсационной точкой. При очень высокой интенсивности освещенности может наступить депрессия фотосинтеза. Фотосинтез, обеспечивающий накопление органического вещества, может идти только при освещенности выше компенсационной точки. Теневыносливые растения характеризуются более низкой интенсивностью дыхания, следовательно, у них ниже компенсационная точка. У светолюбивых растений интенсивность фотосинтеза при возрастании интенсивности освещения увеличивается в более широких пределах.

6. Влияние минерального питания.

Калий влияет на фотосинтез косвенно. Прежде всего, он усиливает отток продуктов фотосинтеза из листьев, увеличивает степень открытия устьиц, повышает оводненность цитоплазмы. Напрямую принимает участие в процессах фосфолирования.

Фосфор. Энергия света аккумулируется в фосфорных связях. Фосфорные соединения принимают участие во всех этапах фотосинтеза.

Азот – стимулирует фотосинтез, но Φ_4 снижается.

Интенсивность фотосинтеза понижается при недостатке марганца, меди, железа.

Заключение.

Главное, к чему мы должны стремиться, - повышение КПД ФАР.

Согласно количественной теории фотосинтетической продуктивности основные способы его повышения:

1. Создание агроценозов с максимально возможным ассимиляционным потенциалом. Пути управления ФП: - густота стояния растений; сорта; удобрения; защита листьев от вредителей и болезней. Задача - быстро создать и подольше сохранить нужную площадь листьев.

2. Пространственная организация фотосинтеза: обеспечивает распределение ФАР в толще посева, что, в свою очередь связано, с –

- общим габитусом растений; - размерами и формой листовых пластинок; - ориентацией листьев, в пространстве.

Указанные показатели – продукт селекции и выражаются через морфотипы растений. Пространственная организация фотосинтеза реализуется через приемы: посев с севера на юг; через площадь питания растений.

3. Обеспечение продукционного процесса основными ресурсами питания: оптимизация условий программирование урожаев моделирование продукционного процесса строгое дозирование элементов технологии, чем можно обеспечить их чистоту, не нарушая экологического равновесия (удобрения, пестициды обработка почвы и т. д.).

Корневое питание и урожай

Из факторов внешней среды, наиболее влияющих на уровень урожайности, является почвенное питание, обеспеченность растений питательными веществами.

Зависимость между величиной урожая и уровнем обеспеченности питательными веществами может быть выражена в виде кривой – чаще всего параболы. (Рис.). В зависимости от запаса питательных веществ в почве, влияние и количественных значений других экологических факторов абсолютные значения и характер этой кривой могут меняться. А если учесть, что растения способны к саморегуляции, компенсации и приспособлению, то станут понятными трудности создания математических зависимостей между плодородием (удобрением) почвы и урожаем, создания абсолютных констант кривых урожаев.

Однако, в общем виде, - увеличение количества питательных веществ положительно сказывается на урожайности. Но количественные связи носят очень сложный и неоднозначный характер. (Практика расчетов в методе программирования урожаев – более 40 (!) способов расчета). Исследования последних лет, направленные на изучение зависимости между содержанием питательных веществ в почве и урожаем, показали, что это изучение более целесообразно разделять: 1) изучение поглощения питательных веществ корневой системой растений и 2) зависимость между этим поглощением и урожаем. Говоря иными словами более глубокое понимание этой зависимости возможно на основе метода информации о количестве поглощенных корневой системой растений питательных веществ и количеством использованных питательных веществ. (В агрономической практике – диагностика почв и листовая диагностика).

Зависимость между содержанием питательных веществ в почве, их поступлением в растение и урожаем.

Установлено, что растения используют не все, а только часть питательных веществ, вносимых в почву с удобрениями. Средние коэффициенты использования азота от общего внесенного количества составляет 40-60%, фосфора – 10-12%, калия 20-40%. (50%). На эти показатели влияют:

- 1) уровень плодородия почвы, ее обеспеченность питательными веществами;
- 2) физико-химические свойства почвы, прежде всего величина pH;
- 3) влажность, температура почвы, др. экономические факторы;
- 4) уровень агротехники, вид, дозы, сроки, способы внесения удобрений. Например, при внесении на заморзшую почву азотных удобрений озимая пшеница лучше всего использует азот из сульфата аммония и хуже всего – из цианамид кальция; ленточно-локальное внесение удобрений – внесение двумя лентами);
- 5) взаимодействие питательных элементов;
- 6) емкость поглощения растений.

Расшифровка:

1. В посевах недостаточно обеспеченных питательными веществами интенсивное поглощение их корневой системой растений непосредственно из почвенных запасов затруднено. Однако процент усвоения питательных веществ из вносимых удобрений выше на малоплодородной почве, чем на плодородной. Например – на почвах с баллом

бонитета 30-40 – 60-70%, а на почвах с баллом 50-60 – только 40-50% урожая формируется за счет удобрений, на почвах, балл которых выше 60 – 35-40%.

Температура почвы играет важную роль в минерализации азота.

2. Из физико-химических свойств почвы на поглощении питательных веществ, пожалуй, наибольшее влияние оказывает величина pH: во-первых, при повышенной кислотности почвы угнетается усвоение макроэлементов (пример учхоза академии 50 х годов); во-вторых, нарушается поглощение микроэлементов. Особенно чувствителен к кислотности почвы марганец.

Полевые культуры различных ботанических семейств по-разному реагируют на величину pH. Например, диаметрально противоположными в этом отношении являются сахарная свекла и лен.

Систематическое внесение повышенных доз минеральных удобрений всегда оказывает заметное влияние на величину pH. (Есть ведь удобрения физиологически кислые, физиологически щелочные и нейтральные).

Положительно влияет на усвоение питательных веществ аэрированность почвы. На усвоение пит. веществ заметное влияние оказывает гранулометрический состав; хим. состав. Особенно содержание гумуса (гумус и фосфор).

3. Влияние экологических факторов на усвоение питательных веществ.

Факторы среды иногда оказывают на поглощение питательных веществ большое влияние, чем количество вносимых питательных веществ. Например, в опытах с сахарной свеклой отмечены случаи, когда в благоприятные годы из почвы и удобренной «извлекалось» и выносилось больше питательных веществ, чем в неблагоприятные годы из удобренной почвы.

Или, скажем, на большинстве культур установлено, что поглощение и усвоение фосфора в годы с повышенным количеством осадков больше (выше), чем в годы засушливые. Например: (озимая пшеница)

осадки -	соотношение N : P
270 мм	100 : 30
315 мм	100 : 36
414 мм	100 : 44

На водопроницаемых, легких по гранулометрическому составу почвах осадки вымывают питательные вещества (особенно азот в нитратной форме), что не может не сказаться на его усвоении. Низкие температуры в начале вегетации существенно ослабляют поглощение фосфора. Недостаток фосфора в этот период тормозит у растений фотосинтез и дыхание. В нарушении фосфорного питания и проявляется механизм неблагоприятного воздействия низких температур на растения в начале вегетации.

4. Влияние агротехнических факторов на поглощение питательных веществ.

Важнейшее значение имеют чередование культур, севооборот, густота стояния растений, способы обработки почвы, засоренность посевов.

Так, при чередовании культур в севообороте азот, фосфор, калий и микроэлементы усваиваются лучше, чем при постоянном возделывании культуры на одном месте (кукуруза, картофель).

Густота стояния растений – это и взаимодействие корней, и затененность взаимная, и освещенность. Например, при освещении растения затененные. (загущение → калий → крахмал).

5. Взаимодействие питательных веществ.

Взаимодействие макро – и микроэлементов может быть положительным и может носить антагонистический характер.

Так возрастающее усвоение азота положительно сказывается на усвоении и других элементов питания, т. е хороший режим азотного питания повышает метаболическую активность растений, обменные процессы. Микроэлементы (B, Zn), вносимые под сахарную свеклу, лен способствуют лучшему усвоению макроэлементов.

Примеры антагонизма при усвоении питательных веществ: избыточное поступление калия ослабляет поглощение натрия, магния, кальция; избыток хлора тормозит усвоение серы и фосфора. Антагонистическое отношение проявляется только между ионами одного типа, т.е. катионами или анионами. Причем, у катионов (включая H^+) это проявляется резче. Особенно сильно влияние катионов водорода проявляется на почвах с повышенной кислотностью. Этим объясняется влияние величины pH на усвоение питательных веществ.

6. Емкость поглощения (адсорбционная или поглотительная способность корней), аттрагирующая способность корневой системы.

Кроме внешних факторов на усвоение питательных веществ сильно влияет емкость поглощения растений, которая зависит от вида, сорта растений, корневой массы, ее активности и адсорбционной способности, т.е. от внутренних и внешних условий функционирования корней. Среди зерновых культур наибольшей емкостью поглощения обладает корневая система озимой ржи, Несколько меньшей (примерно на 20%) – овес и озимая пшеница. А самой низкой – яровой ячмень (на 35%). Рожь – 29-30, ячмень -25, картофель 35 мг/экв.

Более высокой емкостью поглощения по сравнению с зерновыми злаковыми культурами характеризуются зерновые бобовые (напр. Горох – 70 мг/экв.) культуры, большинство из которых особенно интенсивно усваивают фосфор. Такой же способностью обладает горчица. (С учетом поглотительной способности корней надо подбирать сидеральные культуры!).

Емкость поглощения может уменьшаться при недостатке в почве какого-либо из элементов питания. После устранения дефицита она вновь может возрасти с одновременным увеличением поступления других питательных веществ.

И так, на поглощение питательных веществ почвы при формировании урожая существенное и чисто противоречивое влияние оказывают многочисленные экологические факторы, а также внутренние факторы (емкость поглощения). Следовательно, при возрастающих дозах удобрения рост усвоения питательных веществ идет не пропорционально их количеству, а отстает от него. Поэтому кривая зависимости выноса питательных веществ растением от внесенного их количества может иметь различные формы.

А уже количество усвоенных питательных веществ определяет величину урожая.

Для формирования урожая важно не только поглощение, но еще больше - использование питательных веществ. Если поглощение зависит и от внешних и от внутренних факторов, то использование зависит от условий внутренних.

Зависимость урожая от количества поглощенных питательных веществ

Изучение зависимости урожая от количества поглощенных питательных веществ показало, что линейный характер зависимости можно получить только при учете питательного вещества, которое находится в минимуме. Зависимость урожая от усвоения питательных веществ можно выразить коэффициентом их использования, который представляет собой частное от деления величины урожая на количество усвоенных питательных веществ:

$$K_{\text{и}} \text{ или } \text{ЭП} = U/V$$

Например, окупаемость внесенного азота в опытах с озимой рожью колебалась от 10 до 170 кг сухой надземной массы на 1 кг усвоенного азота, в опытах с озимой пшеницей от 44 до 90 кг, у сахарной свеклы 70-120, у райграса многоукосного 15-65 кг.

Изучение усвоения азота и др. питательных веществ различными культурами и оценка этого процесса через ЭП_N показало, что основным фактором, влияющим на величину ЭП_N ($K_{\text{и}}$) является соотношение питательных веществ в сухом веществе растений, т.е. соотношение усвоенного азота и того питательного вещества, которое в данном случае было в дефиците, в минимуме. Следовательно, при недостатке какого-либо одного

питательного вещества для формирования урожая растение использует остальные вещества, имеющиеся в его распоряжении, в меньшей степени.

В агрономической практике сведения, вытекающие из рассмотренного положения, из рассмотренной модели используются:

1. для рационального применения удобрений;
2. в целях повышения продуктивности растений.

В частности, в агрономической практике находит применение разработка различных прогрессивных систем удобрения, в основу которых положены балансовый подход, проведение подкормкой растений, основанных на диагностических оценках, на анализе растений, а также комплексная система научного управления питанием растений. (В севообороте; соотношении питательных веществ; способ и срок внесения и т.д.).

Изучение любой дисциплины, будь-то растениеводство, программирование урожаев, земледелие, агрохимия, физиология растений и т.д. мы начинаем с определения. «Совершенствование технологических процессов в растениеводстве» – понятие многоплановое. Этот курс – не отдельная самостоятельная наука, дисциплина. Это курс, включающий прежде всего основы растениеводства, а также основы других аграрных наук – земледелия, агрохимии, защиты растений; особое место в практической реализации совершенствования технологий принадлежит техническому их решению – через сельскохозяйственные машины и агрегаты.

Многоплановость курса «Совершенствование технологических процессов в растениеводстве» проявляется и реализуется в нескольких направлениях. А именно.

1. **Энергоресурсосбережение** за счет:

а) использования сложных комбинированных **агрегатов**, выполняющих одновременно несколько технологических операций;

б) за счет более рационального использования природных ресурсов – солнечной радиации, биологического потенциала сортов и гибридов; использования биологического азота; использования возможностей адаптации растений.

2. **Специальные технологии**, решающие определенные частные задачи: выращивание продукции свободной от пестицидов, радионуклидов, нитратного азота, тяжелых металлов и др.

У каждой эпохи своя технология. И определяется она уровнем:

- развития науки (селекция; производство семян; гербициды; физиологически активные вещества; машины и механизмы; мелиорация и т. д.);
- технического прогресса;
- образовательного и культурного уровня развития общества;
- уклада жизни народа.

Таким образом, совершенствование технологических процессов в растениеводстве является результатом научно-технического прогресса, его продуктом.

Наукоемкость технологий надо рассматривать с двух сторон:

1. Каждая из составляющих, которые мы рассматриваем (сорт, селекция, семена, защита растений, механизация, мелиорация и т.д.) несут свою теоретическую нагрузку, развиваются, поднимают свою научную планку и таким образом создают и повышают уровень наукоемкости современных им технологий.

2. Толчок становлению современных технологий дает также, обоснование и оценка, а также общебиологический подход, основанный на изучении и знании закономерностей роста, развития растений, фотосинтеза, корневого питания и т.д.

Совершенствование и периодическая смена технологий возделывания полевых культур – процесс совершенно закономерный. Но это не значит, что происходит радикальная замена одних агроприемов другими, принципиально новыми. Нет, чтобы вырастить урожай необходимо высеять семена в подготовленную для этого почву, появившиеся всходы необходимо взлелеять, а развившиеся растения защитить от сорняков, вредителей, болезней, «довести» до урожая. Убрать его без потерь и бережно

сохранить. Недаром наука, занимающаяся изучением сельскохозяйственных растений, их выращиванием в поле, называется «растениеводство». Т.е. это наука о растениях полевой культуры, наука о том как «вести растения» в течение всей их жизни. А вот собственно технологическое, техническое, организационное решение задач по возделыванию полевых культур в разные эпохи и времена было и есть неодинаковым. Т.е., в принципе, меняется не то, что надо делать, а то, как, с помощью каких орудий выполняется тот или иной агроприем.

Технология – термин, пришедший сравнительно недавно. Он постепенно вытеснил другой термин того же смысла – агротехника. Но ... агротехника – свод агротехнических законов, применение их во многом опирается на искусство агронома. Технология же требует четкого соблюдения нормативов: делай так! Для всех культур разработаны регламенты, которые должны неукоснительно выполняться.

Составляющие технологии возделывания полевых культур.

Понятие «совершенствование технологии» включает такие компоненты:

1. Сорт (гибрид); в ряде случаев система сортов.
2. Семенной материал, его качество и приемы подготовки к посеву.
3. Система обработки почвы.
4. Система удобрения, способы их внесения (подробно остановиться на локальном внесении).
5. Система защиты посевов от сорняков, вредителей, болезней; появляется технологическая колея. Раньше в ней не было нужды.
6. Применение регуляторов роста, физиологически активных веществ.
7. Выбор предшественника, севооборот.
8. Система машин и механизмов.
9. Экономичность.
10. Экологичность.

Разноплановое и разностороннее раскрытие каждого из пунктов может служить материалом не одной лекции. Но однозначно: все отталкивается от биологии культуры и все замыкается на биологии культуры и ее связях с биосферой. Это центральный принцип.

Итак, оценив составляющие «совершенствование технологий» видим, то главное, что выделяет их в ряду дисциплин аграрного профиля. Прежде всего, это научно-теоретическая основа, в которой синтезированы достижения и выводы всех наук и дисциплин агротехнического и многих – биологического профиля. Одним словом это определяется как «**наукоемкость**». Кроме того, «современные технологии» выделяет их **экономическая целесообразность** (не только прямое снижение и сокращение затрат - энергоресурсосбережение, но и повышение производительности, выполнение работ в оптимальные агротехнические сроки), их **экологичность**. Рассмотрим коротко некоторые из названных выше понятий составляющих курс «совершенствование технологических процессов в растениеводстве».

Сорт. Сортовая агротехника. Одно из главных требований к сорту вообще, а применительно к «современным технологиям» в особенности – возможно меньшая зависимость от нерегулируемых факторов внешней среды с одной стороны и высокая отзывчивость на агротехнические факторы с другой.

Начиная с 30-х годов прошлого столетия, была проведена целая серия опытов с сортами и гибридами различных с/х культур. В этих опытах, в частности опытах Д.Н. Прянишникова, была показана различная их реакция на удобрения – дозы, виды, сроки и способы внесения, соотношение NPK и др. Так же в других исследованиях была показана различная реакция сортов и гибридов одной культуры на орошение, химические средства защиты растений.

Большой объем исследований по выявлению различной реакции сортов кукурузы, ячменя, льна-долгунца, картофеля на удобрения на разных типах почв (Горки-Дрибин – связные, легкие) был выполнен на кафедре агрохимии академии (Каликинский А.А.).

Сортовая специфика в реакции на удобрения проявляется в целой серии признаков – «урожайность», масса плодов (семян), количество плодов (семян), содержание сухих веществ, белка, крахмала, витаминов, сахаров, жиров и т.д. Различия в урожайности сортов различных культур порой составляют 1,5-2 раза.

Позже появляются работы по сортовой специфичности в реакции на микроудобрения.

Различные сорта различных культур по-разному реагируют на гербициды, повреждения вредителями, поражение болезнями.

Различия в реакции различных сортов и гибридов культивируемых растений на агротехнические факторы контролируется генным комплексом.

Агрохимически активные сорта под влиянием удобрений могут практически удвоить урожай, в то время как агрохимически неактивные всего на 20-25%.

Сортоспецифичной является реакция сортов на густоту стояния растений, на загущение. Очень удобно показать отзывчивость на загущение на примере картофеля. Загущение сопровождается ростом урожайности за счет увеличения общего количества клубней на единице площади. Число клубней и средняя масса одного клубня (в расчете на куст) снижаются. Но это снижение происходит медленнее увеличения числа растений. Т.е. нарастание общей массы идет активнее, чем снижение индивидуальной. Говоря о реакции сортов полевых культур на густоту стояния важно подчеркнуть, что нет единой, раз и навсегда для всех случаев оптимальной густоты. Например, у сахарной свеклы урожайность, обычно, бывает одинаковой (наивысшей) и при густоте 80 тыс. растений на 1 га (за счет крупности корнеплодов) и при густоте 110-120 тыс. растений на 1 га (за счет количества корнеплодов, но при несколько меньшей их массе).

При разработке сортовой агротехники, и вообще работая с различными сортами, необходимо учитывать, что большую чувствительность к количественным параметрам агроприемов проявляют экологически специализированные сорта, с невысокой экологической пластичностью, т.к. эти сорта отличаются узкими пределами приспособленности к варьирующим условиям внешней среды.

При разработке сортовой агротехники важно знать «критический» период онтогенеза и фазы наибольшей отзывчивости на регулируемые факторы. (Например, подкормки у озимых культур и картофеля).

Для с/х культур вообще, а для таких как клубнеплоды, корнеплоды, силосные культуры – очень важно, обеспечить нормальный динамичный, без резких всплесков и спадов вегетативный рост. При неблагоприятных условиях наступает приостановка роста. Чем она дольше, тем труднее растения выходят из состояния стресса, дольше идет восстановление ростовых процессов. Такие перепады ростовых процессов приводят к снижению качества. Например, трещины на клубнях картофеля. Поэтому у п р а в л е н и е р о с т о м растений является одной из основных задач сортовой агротехники.

И последнее. Рассматривая и оценивая эффективность и влияние на конечный урожай элементов сортовой агротехники, важно помнить, что растения более восприимчивы к тем или иным агроприемам на этапах вегетативного развития, чем репродуктивного. (А раз растения в это время более чувствительны, то и влияние агроприемов на урожай – выше).

Оценивая роль и значение сорта в современных технологиях, следует особо подчеркнуть, что сорт, это тот «стержень», та «ось», на которую нанизываются все остальные приемы возделывания культуры. Если еще не так давно от сорта в первую очередь требовался высокий урожайный потенциал, то в настоящее время в связи с развитием перерабатывающей промышленности от сортов требуются определенные качественные показатели, определяющие их пригодность для производства того или иного продукта, например, пивоваренные сорта ячменя. Или, например, по данным известного селекционера Г.И. Пискуна целевое использование технических сортов картофеля (Здабытак) позволяет снизить себестоимость производства крахмала на 27-28%, а рентабельность производства чипсов при использовании сортов Журавинка и Зарница составляет 83-93%. У многих полевых культур возделывание осуществляется с

использованием не просто сортового семенного материала, а гибридных форм. Так полностью гибридным семенным материалом засеваются поля кукурузы, сахарной свеклы. В последние годы внедрены гибриды ржи, рапса.

Зеленая революция – переход на возделывание низкорослых сортов, отмеченный значительным ростом урожайности и валового производства зерна хлебных злаков, связана с именем Норманна Борлоуга (Международный центр по улучшению сортов кукурузы и пшеницы. Мексика. Тескоко), в 1970 году удостоенного Нобелевской премии.

Выдающиеся селекционеры – П.П. Лукьяненко, В.Н. Ремесло, В.С. Пустовойт, В.С. Козубенко, Н.Д. Мухин, П.И. Альсмик; наши современники – С.И. Гриб, М.А. Кадыров, Л.Н. Каргопольцев, Г.И. Пискун, Л.В. Незаконова, И.И. Колядко, Н.Н. Гончарова, В.Л. Маханько, работавшие и работающие в академии А.М. Богомолов, Г.И. Тарануха, Н.Н. Петрова, Н.А. Дуктова, В.А. Двойнишников.

Семенной материал. О значении семенного материала можно говорить очень много. Выделим два тезиса, две посылки.

1. Семена, семенной материал надо и необходимо выращивать, а не просто отбирать из общей массы урожая.

2. Накануне посева семена должны пройти специальные приемы подготовки: протравливание; обогащение микроэлементами, физиологически активными веществами; инкрустацию; дражирование.

Порой за счет качества семенного материала можно получить (или потерять) больше, чем от смены сортов.

Необходимо четко различать понятия семеноводство и семеноведение. Если семеноводство занимается выращиванием семенного материала, его производством и является самостоятельной отраслью и наукой, то семеноведение – раздел растениеводства, в задачу которого входит изучение биологии семян, оценка их качества и подготовка к посеву. У истоков семеноведения стояли выдающиеся растениеводы Н.И. Вавилов, Н.А. Майсурян, Н.Н. Кулешов, И.Г. Строна.

Удобрения. Производство и использование минеральных удобрений непрерывно растет. По данным института почвоведения и агрохимии в почвах пахотных земель Беларуси (2001-2005 г.г) имел место положительный баланс основных элементов почвенного питания:

	приход, кг/га;	расход, кг/га;	баланс, %
по азоту	116,4	100,6	15,8
по фосфору	33,1	27,6	6,1
по калию	106,1	83,9	22,3

Однако, если учесть те амбициозные задачи по увеличению урожайности полевых культур, которые поставлены перед АПК республики на перспективу, то станет очевидной потребность в увеличении производства и внесения удобрений в почву. А если еще учесть особенности использования каждого из видов основных элементов почвенного питания, то для решения через посредство реализации «современных технологий» встает много задач и проблем. Рассмотрим этот вопрос по видам основных элементов питания. Следует учесть, что использование азота растениями из удобрений составляет 50%. Поэтому даже при положительном его балансе становится очевидным его дефицит. И отсюда острота проблемы использования удобрения. Поэтому необходимо учитывать особенности растений: так соя и люцерна с 1 га выносят наибольшее количество N - 460-475 кг/га. Поглощенный N и K наиболее эффективно использует кукуруза. Поэтому в оценке культур и сортов надо учитывать «поглощение» питательных веществ и «использование» питательных веществ на единицу образующегося сухого вещества. «Поглощение» и «использование» - зависит не только от культуры, но и от почвы, количества осадков (погода, климат). Так в наших условиях «использование» составляет у льна -35% N; у кукурузы, картофеля - 40%; у сахарной свеклы - 45%. В условиях наших

почв и климата -30-40%. В условиях почв и климата Европейских стран 40-60%. У нас нормативная окупаемость 1 кг NPK - 6.2 кг зерна; в Европейских странах - 6-7 кг. В сухой год – 35%, во влажный – 50%. Из всех видов удобрений, в повышении урожайности основная роль принадлежит азоту. Но очень важно соотношение его с фосфором и калием.

Коэффициент использования удобрений зависит от продолжительности вегетационного периода, величины рН, водообеспеченности, срока внесения удобрений, характера размещения их в почве, что связано со способом внесения удобрений. При оптимизации режима почвенного питания за счет внесения удобрений гораздо эффективнее используется влага почвы, снижается ее расходование на единицу урожая. Макро- и микроэлементы, внесенные в оптимальных количествах и соотношении, повышают качество урожая, повышают устойчивость растений к стрессам. Например, фосфор играет важную роль в подготовке озимых культур к зимовке, повышая их морозо- и зимостойкость.

Основной недостаток азотных удобрений - кратковременность их действия.

Все сказанное выше ставит перед агрономической наукой и практикой серьезные вопросы общетеχνологического характера о проблемах утилизации и более широкого использования биологического азота, проблемах бездефицитного баланса гумуса и плодородия почв в целом. Технологически применение удобрений в современных технологиях находит самые разнообразные решения по срокам и способам внесения. Это и основное внесение и подкормки, это и разбросное внесение, и внесение локально лентами или в гнездо, это введение питательных элементов в качестве компонентов при обработке семян, это внекорневые подкормки удобрениями в жидком виде.

А отсюда вытекает необходимость:

- внесения органических удобрений;
- возделывания сидератов;
- посева бобовых культур (однолетних и многолетних);
- рациональной структуры севооборота;
- введения в севооборот культур, сортов с четко выраженной способностью поглощать и использовать элементы питания из труднодоступных соединений (например, люпин, гречиха);
- приемов, предотвращающих водную и ветровую эрозию.

Следовательно, с позиций современных технологий в растениеводстве только решение проблем, связанных с применением удобрений и повышением плодородия почвы, составляет огромный раздел агрономической науки.

Пожалуй, одной из наиболее серьезных работ по рациональному применению минеральных удобрений в современных технологиях является разработка Институт почвоведения и агрохимии, совместно с Гомельским химическим заводом, **комплексных** азотно-фосфорно-калийных удобрений, содержащих необходимые макро-и микроэлементы, а при необходимости и регуляторы роста. Они предназначены для различных полевых культур и для почв с различным содержанием фосфора и калия. Например, для внесения под лен-долгунец, выращиваемый на почвах с повышенным содержанием фосфора и калия, предназначена марка NPK - 7 : 15 : 29 с B, Zn, Fe.

Регуляторы роста растений

У растений выделено 5 классов фитогормонов:

1)Ауксины – индолилуксусная кислота и ее производные, вызывающие растяжение клеток, активизирующие рост частей растений, образование корней у черенков растений. Образуются в апикальной меристеме и растущих тканях.

2)Гиббереллины – гибберелловая кислота и др. (более 50) стимулируют деление или растяжение клеток, активизирующие рост стебля, прорастание семян. Синтезируются в молодых листьях, молодых семенах, плодах и ткани эндосперма.

3) Цитокинины – производные пуринов, стимулирующие деление клеток, прорастание семян; способствуют заложению почек у целых растений или изолированных тканей. Источники – плоды и ткани эндосперма.

Кроме того, стимуляторами роста могут выступать вещества негормональной природы – витамины, некоторые фенолы, производные мочевины и другие вещества. Они образуются в очень малых количествах и являются частью регуляторных свойств фитогормонов. Например, не все витамины могут транспортироваться в растения, а в сочетании с фитогормонами способствуют лучшему росту растений. Т.е. усиливают действие фитогормонов.

Все природные фитогормоны – ауксины, гиббереллины, цитокинины и негормональные соединения имеют общее название – *ростовые вещества*. Все природные ростовые вещества и синтезированные называются *стимуляторами роста*.

4) Ингибиторы роста – соединения, подавляющие физиологические или биохимические процессы в растениях, ростовые процессы, прорастание семян и распускание почек. К ним относятся вещества фенольной или терпеноидной группы гормональной и негормональной природы. Из гормональных это абсцизовая кислота и ее аналоги.

5) Этилен – относится к ингибиторам, но выделяется в отдельную группу как газообразное вещество. Под влиянием этилена происходит опадение листьев, изгибы черешков, торможение роста проростков. Он тормозит действие ауксинов, гиббереллинов, цитокининов.

Существуют и синтетические ингибиторы роста: ретарданты, антиауксины, морфактины, парализаторы, резко приостанавливающие рост всех органов.

Биологическая активность большинства фиторегуляторов обусловлена их способностью влиять на какой-то компонент фитогормональной системы. Это достигается за счет ряда причин: 1) повышение уровня фитогормона при введении извне его аналога; 2) воздействия на биосинтез фитогормона (стимулирование или подавление); 3) блокирование транспорта фитогормона; 4) воздействия на систему инактивации фитогормона (стимулирование или подавление); 5) конкуренции за присоединение к рецептору фитогормона; 6) инактивации фитогормонрецепторного комплекса.

Любые биологически активные вещества, регуляторы роста требуют осторожного обращения с ними. Передозировка этих соединений опасна: можно не только не получить ожидаемого эффекта, но и столкнуться с прямопротивоположным результатом.

Для успешного практического применения всех фитогормонов или их синтетических заменителей необходимо соблюдение определенных основных условий:

- Фитогормоны оказывают влияние лишь тогда, когда в растении их недостает. Это чаще всего наблюдается в особые, переломные моменты жизни растительного организма (прорастание семян, цветение, образование плодов), а также когда нарушена целостность растительного организма (черенки, изолированные ткани). В некоторых случаях условия внешней среды препятствуют образованию гормонов, тогда этот недостаток может быть восполнен их экзогенным внесением.

- Клетки, ткани, органы должны быть компетентны (восприимчивы) к фитогормонам. Компетентность связана с общим состоянием внутриклеточных процессов. Клетка может быть на одной фазе роста компетентна к внесению данного фитогормона, а на другой – нет.

- Необходимо достаточное снабжение растения водой и питательными веществами.

- Действие всех гормонов зависит от концентрации. Повышенная концентрация сверх определенного уровня вызывает не стимуляцию, а резкое торможение роста и даже гибель растений.

- Эндогенные (естественные) фитогормоны локализованы в отдельных компартментах (отсеках) клетки. При внесении извне распределение гормонов будет иным. В этой связи экзогенное внесение не может полностью заменить гормоны, образовавшиеся при естественном метаболизме.

2. Классификация синтетических регуляторов роста. По механизму действия синтетические регуляторы роста растений можно разделить на пять групп:

1) препараты, связанные с метаболизмом ауксинов и реализацией их физиологической активности (аналоги ауксинов, ингибиторы транспорта ауксинов). Структурная и биохимическая общность природных и синтетических ауксинов заключается в том, что их молекулы состоят из системы ароматических колец, к которой через метиленовую или диметиленовую группу присоединена полярная группа, представленная карбоксилем, амидной группой, нитрилом и гидроксильной группой;

2) вещества, связанные с метаболизмом и реализацией физиологической активности гиббереллинов (аналоги гиббереллинов, ингибиторы биосинтеза гиббереллинов);

3) препараты, связанные с обменом этилена;

4) цитокининподобные соединения;

5) активаторы и ингибиторы метаболизма (стимуляторы дыхания, фотосинтеза, ингибиторы синтеза каротиноидов, хлорофилла).

3. Аналоги и антагонисты ауксинов. Среди регуляторных соединений, влияющих на ауксины, наиболее широкое применение нашли синтетические аналоги этих фитогормонов, используемых для стимулирования корнеобразования: ИУК, ИМК (инбендрил-3-масляная кислота), 1-НУК (1-нафтилуксусная кислота), ее соли и амиды. Эти соединения используются при вегетативном размножении растений методом черенкования в биотехнологическом процессе и классическом растениеводстве. Обработку проводят путем введения препарата в питательную среду в концентрациях от 14 до 10 мг/л путем кратковременного погружения базального конца черенка в спиртовой раствор препарата концентрацией около 200 мг/л. Также путем 12-24-часовым замачиванием черенков в водном растворе концентрацией 25-50 мг/л. Все эти соединения малотоксичны и экологически безопасны.

НУК и ее соли, а также 2-(2,4-дихлорфенокси) пропионовая кислота (2,4-ДП) и этиловый эфир 5-хлор-3-индазол-3-уксусной кислоты (этихлорат или фигапон) применяют против предуборочного опадения некоторых плодовых и субтропических культур. Эти же препараты на более ранних стадиях развития растений используют с противоположной целью – для стимулирования опадения избыточных цветков или завязей, что обеспечивает получение более качественной продукции и в ряде случаев сглаживает периодичность плодоношения.

2-Нафтоксиуксусная кислота (НОУК), ее соли и этиловый эфир (коммерческое название – уетин) применяют в качестве средств улучшения плодообразования у томатов, ананаса, винограда, земляники.

Среди аналогов ауксина особое место занимает группа фенилпроизводных соединений: 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота (2,4-Д), 4-хлорфеноксиуксусная кислота (4-Х), 2,4,5-трихлорфеноксиуксусная кислота (2,4,5-Т) и 2-(2,4,5-трихлорфенокси) пропионовая кислота (2,4,5-ТП). Все эти соединения обладают очень высокой ауксиновой активностью в ходе активации протонной помпы. Поэтому эти препараты обуславливают процессы тропизмов, растяжения клеток, дефитинирования. В малых концентрациях (0,52-2,0 мг/л) указанные вещества применяют при получении каллусной ткани, а в больших – как гербициды. Действие гербицидов основано на необратимой разбалансировке гормональной системы растений. Токсичность аналогов ауксинов данной группы несколько выше, чем у представителей других групп. Но они представляют существенную экологическую опасность из-за мощного мутагенного воздействия.

Применяя регуляторы роста ауксинового типа, можно получить партенокарпические плоды у томатов, огурцов, баклажанов, стручкового перца. Для этого в начале цветения цветки опрыскивают раствором 2,4-Д или 2,4,5-Т. В настоящее время чаще используют 2-НОУК и 4-Х (40-50 мг/л). Этот прием, заменяющее ручное опыление, получил наиболее широкое распространение при выращивании томатов в теплицах и на полях, особенно при неблагоприятных условиях.

2,4-Д (5-10 мг/л) и НУК (25 мг/л) нашли широкое применение на ананасовых плантациях для ускорения перехода растений от ювенального состояния к зацветанию и плодоношению. Формирование плодов происходит более дружно, что позволяет ввести механизированную уборку.

Известен ряд фиторегуляторов, которые являются антогонистами ауксинов. Действие их связано с блокировкой транспорта этих гормонов: морфактины, нафтиламиновая кислота и ее соли, а также 2,3,5-трийодбензойная кислота (ТИБК). Действие ТИБК выражается в нарушении апикального доминирования, что выражается в увеличении пробудимости почек и на некоторых культурах, н-р сое, способное привести к значительному повышению урожая за счет увеличения числа продуктивности побегов.

4. Аналоги и антогонисты цитокининов. Препараты, влияющие на уровень и активность цитокининов в растениях, в настоящее время меньше применяются и, соответственно, хуже изучены, чем фиторегуляторы ауксинового действия. Однако в последнее время интерес к цитокининовым препаратам резко возрос в связи с установлением их антистрессового эффекта. Этим свойством обладают близкие синтетические аналоги цитокининов ряда зеатина (кинетин, 6-бензилоаминопурин) и весьма отдаленные (картолины). В меньшей степени антистрессовым свойством обладает аналог цитокининового ряда дифенилмочевины – дропп (тидиазурон).

В биотехнологии растений аналоги цитокининов применяют для активации деления клеток при получении каллусных тканей, индукции дифференцирования побегов в каллусе, а также для снятия апикального доминирования и повышения коэффициента размножения при клональном микроразмножении. особенно часто с этими целями применяют 6_БАП и кинетин.

Аналоги цитокининов, вследствие их атрагирующей способности, применяют для снятия апикального доминирования у плодовых саженцев в питомнике с целью более ранней и качественной закладки кроны. Также применяются для увеличения размера и массы ягоды бессемянных сортов винограда. Наилучшие результаты в этих случаях достигаются при использовании аналогов цитокинина совместно с синтетическими гиббереллинами.

Препарат дропп используется как дефолиант хлопчатника. Его действие основано на стимулировании образования эндогенного этилена, который и обуславливает данный эффект.

Аналоги цитокининов в малых объемах применяется и для задержки старения срезанных зеленых овощей, сдвига пола в женскую сторону, а также для прерывания состояния покоя и стимулирования прорастания семян.

Синтетические цитокинины могут быть использованы для снижения апикального доминирования и получения более кустистых форм растений, для торможения старения, повышения устойчивости растений к неблагоприятным условиям, для индукции цветения и сдвига выраженности пола в женскую сторону. Антогонисты цитокининов известны, но в практике пока не применяются и имеют лишь научную значимость.

5. Аналоги и антогонисты гиббереллинов. Аналоги гиббереллинов получают путем микробиологического синтеза из патогенного гриба – гиббереллы. Они представляют собой точные копии гиббереллинов, продуцируемых растениями. Наиболее распространены в промышленном применении гиббереллины ГК₃, ГК₄, ГК₇.

Основные объемы использования этих веществ связаны со стимулированием роста ягод бессемянных (кишмишных) сортов винограда. Отсутствие семян – ценное качество этих сортов. Однако у бессемянных сортов ягоды формируются сравнительно мелкими. Опрыскивание виноградной лозы раствором гибберелловой кислоты (30г/га) во время цветения или через 5-7 дней после его окончания способствует увеличению размера ягод в 1,5-2,5 раза. Обработка гиббереллинов нашло широкое применение и при выращивании цитрусовых. Опрыскивание апельсиновых деревьев, когда плоды еще зеленые, или

погружение уже отделенных плодов в раствор гиббереллина задерживает их созревание и улучшает механические свойства кожицы.

Другим прогрессирующим аспектом применения гиббереллинов является снятие состояния покоя семян и клубней, что обеспечивает их лучшую всхожесть.

В биотехнологии растений гиббереллины применяют для получения безвирусного посадочного материала для стимуляции деления и растяжения клеток апикальной меристемы, что создает дополнительные благоприятные условия для освобождения от вирусной инфекции.

Антагонисты гиббереллинов применяют в сельскохозяйственном производстве шире аналогов. Практически все антагонисты гиббереллинов обладают ретардантным действием.

6. Аналоги и антагонисты этилена. Применение аналогов этилена в растениеводстве стало возможным вследствие открытия свойств 2-хлорэтилфосфоновой кислоты (2-ХЭФК, этафон) распадаться с выделением этилена при $pH > 4,0$. На основе 2-ХЭФК разработаны многие препараты, в частности: этрел, кампозан, флордимекс, гидрел и дигидрел, декстрел. 2-ХЭФК и препараты на ее основе практически не токсичны для теплокровных. Исключением являются гидрел и дигидрел, при синтезе которых используют несимметричный диметилгидризин. Следовые количества этого вещества в данных препаратах обуславливают их большую токсичность и мутагенность.

Этилен продуценты применяют для самых различных воздействий: 1) как вещество, стимулирующее образование отделительного слоя; 2) как индуктор и стимулятор состояния покоя растений и устойчивости; 3) этиленпродуценты используются для ускорения созревания плодов; 4) повышения выхода латекса из каучуконосов; 5) как индуктор зацветания ананасов.

Плоды многих культур, н-р томатов, в средних или северных районах не успевают достичь полной зрелости из-за похолодания. С другой стороны многие плоды (груши, бананы, томаты) не выдерживают длительного хранения и транспортировке в зрелом состоянии, и поэтому их собирают незрелыми. С давних времен для этих целей использовали окуривание дымом. Действующим началом в продуктах неполного сгорания являются оксид углерода и этилен. В настоящее время закончивавшие, зеленые плоды помещают при температуре 20-22 °C в замкнутые камеры, в которые периодически подается этилен из расчета 0,2-1 л на 1 м³ в зависимости от вида плодов. Помидоры при этом созревают не за 10-12 сут, как обычно, а за 5-6 суток, лимоны и апельсины достигают полной зрелости за 5-6 суток вместо 20-25 суток.

Недостатком этилена является его высокая летучесть. Создание этрела и других ретардантов на его основе позволило разработать более эффективные приемы. Однако при работе с 2-ХЭФК следует иметь в виду ее высокую коррозионную активность, а также зависимость выделения этилена от температуры и гаметоцидное действие высоких концентраций этилена для некоторых зерновых культур. При высокой температуре выделение этилена выше, что может привести к таким нежелательным процессам, как сброс завязи и листьев, а на зерновых – к пустозерности. В связи с этим, обработку растений препаратами на основе 2-ХЭФК следует проводить в прохладное время суток.

Известны и другие этилен выделяющие соединения, используемые для облегчения механизированной уборки. В последнее время разработан ряд этилен продуцентов на основе кремний органики, наиболее перспективным из которых является ситрел. Он практически лишен недостатков, присущих для 2-ХЭФК и менее токсичен для теплокровных организмов.

Иногда необходимо снизить уровень эндогенного этилена в растении. В частности, это необходимо для предотвращения сброса завязи на ряде плодовых культур, а также при некоторых биотехнологических операциях. Для этого используют вещества, блокирующие биосинтез этилена, к ним относятся серебро, аминокислота,

ризобиотоксин и аминоксиксиксиксикс глицин. Однако из-за высокой стоимости препараты не получили широкого распространения.

7. Аналоги и антагонисты абсцисовой кислоты. Структурные аналоги абсцисовой кислоты, обладающие физиологической активностью, не применяются в сельском хозяйстве из-за высокой стоимости. Однако уровень этого фитогормона можно повысить, активировав его образование в растении. В качестве индуктора и стимулятора образования абсцисовой кислоты выступает другой фитогормон – этилен и его продуценты.

Увеличение уровня абсцисовой кислоты представляет интерес в связи с индукцией этим фитогормоном синтеза стрессовых белков, ответственных за связывание воды. Кроме этого этот гормон обладает антитранспирационным действием, а также способностью стимулировать состояние покоя, что обеспечивает сокращение потерь растениеводческой продукции при хранении.

Новые группы фитогормонов.

1. История открытия и химическая природа brassinosteroidов
2. Физиологическое действие БС
3. Жасмоновая кислота и ее физиологическое действие
4. Салициловая кислота и ее физиологическое действие
5. Новейшие достижения в области изучения групп фитогормонов

История открытия и химическая природа БС. Долгое время считалось, что процессы роста и развития растений контролируются 5 группами фитогормонов. Однако многочисленные данные, накопленные к середине 60-х – началу 70-х гг, свидетельствовали о наличии в растениях веществ неуставленной химической природы, обладающих регуляторным действием. Предпринятые в то время попытки выделить и идентифицировать эти вещества оказались неудачными из-за крайне низкого содержания их в растениях. Так японскими учеными из экстракта свежих листьев *Distylium racemosum* были выделены и частично охарактеризованы активные компоненты, которые по ростостимулирующему действию превосходили ИУК. Этот компонент был назван дистиллиевым фактором.

Однако, низкая концентрация вещества в исследуемом материале (ниже 10^{-6} %) и недостаточное их количество, полученное в процессе очистки (менее 1 мг), не позволили провести идентификацию.

В 1970 г Мишель с сотр. Из пыльцы рапса и ольхи методом тонкослойной хроматографии экстракта была выделена маслообразная фракция. При нанесении ее на растение в количестве 10 мг она эффективно стимулировала рост фасоли. Но действие этой фракции отличалось от действия гиббереллина.

Тщательный хроматографический и спектральный анализ фракции показали, что она включает несколько компонентов. Авторы предположили, что обнаруженные вещества неуставленной химической природы составляют новую группу фитогормонов, которые назвали brassinami (от названия одного из источников). Позднее было показано, что вещества с подобной активностью содержатся также в других растениях.

Выделить один из гормонов в чистом виде удалось только в 1979 г: из 40 кг пыльцы рапса, собранной пчелами, было выделено 4 мг кристаллического вещества, названного brassinolidом. Вслед за открытием brassinolida из различных растительных источников был выделен ряд других представителей brassinosteroidов, отличающихся друг от друга структурой и уровнем биологической активности

К настоящему времени известно более 60 БС: из каштана настоящего был выделен кастастерон, из рогоза – тифастерол, из чая – теастерон, из катарантуса – катастерон. Для большинства brassinosteroidов характерен тот же набор заместителей в стероидном скелете и боковой цепи, что и для brassinolida. С химической точки brassinosteroidы родственны гормонам линьки насекомых – экдистероидам. Т.обр., БС – единственные гормоны стероидной природы. Низкое содержание brassinosteroidов в растениях

обуславливает исключительную роль химического синтеза как основного источника этих фитогормонов для всестороннего изучения и практического использования. Первым brassinosterоидом, полученным синтетическим путем, стал эпибрассинолид, абсолютно идентичный природному растительному гормону.

Процессы биосинтеза и транспорта brassinosterоидов слабо изучены. Известно, что малые концентрации этих фитогормонов содержат ткани цветка, листья и молодые стебли растений. Максимальная концентрация brassinosterоидов отмечена в пыльце, из которой они и были впервые выделены.

Физиологическое действие БС. Физиологическое действие БС близко к действию других гормонов. 1) Подобно ауксину, БС стимулируют растяжение клеток; 2) подобно гиббереллину – усиливают ростовые процессы целого растения; 3) подобно цитокинину – стимулируют рост изолированных семядолей огурца; 4) ускоряют созревание плодов, что придает им сходство с этиленом. Т.обр., БС обладают способностью контролировать действие ауксинов, гиббереллинов, АБК и этилена.

5) Специфическое действие БС – регуляция роста семечки. Ничтожно малое количество БС, попадая с пылью в семечку, стимулирует ее развитие и образование семян.

6) БС стимулируют устойчивость растений к стрессам и грибным заболеваниям. Причина такого действия скорее всего связано с повышением образования стрессовых белков, а также фитоалексинов и других компонентов системы фитоиммунитета.

Жасмоновая кислота и ее физиологическое действие. Сообщения о жасмоновой кислоте (ЖК) как о фитогормоне появились недавно. К жасмонам относят жасминовую кислоту и ее эфиры, н-р, метилжасмонат. Жасмонаты синтезируются из линоленовой кислоты, и представляют собой цикlopентаноны. Поэтому они являются аналогами протaглaндинов – гормонов млeкoпитaющих, которые также синтезируются из жирных кислот.

Содержание жасмонатов в тканях растений отличаются на разных этапах развития, и являются ответом на стимулы внешней среды. Высокие уровни жасмонатов обнаружены в цветках и тканях перикарпа, а также в хлоропластах на свету. Уровни жасмонатов быстро возрастают в ответ на механические помехи, н-р , при закручивании усиков и при возникновении повреждения, при изменении тургорного давления в ходе водного дефицита, при взаимодействии корневых волосков с частицами почвы.

Роль жасмонатов в системе фитогормональной регуляции не вполне ясна, однако известно, что это вещество обладает мощным ингибиторным действием: 1) ЖК и метилжасмонат ингибируют прорастание неспящих семян и вызывают прорастание спящих семян; 2) высокие уровни ЖК стимулируют накопление запасных белков и тем самым, оказывают влияние на формирование клубней; 3) экзогенное использование ЖК может вызывать хлороз и ингибировать гены, продукты которых участвуют в фотосинтезе.

4) Большое количество ЖК накапливается в цветках и плодах, однако значение этого факта не известно. Однако, накопление ЖК может быть связано с созреванием плодов и накоплением каротиноидов.

5) Наиболее важной функцией ЖК является ее участие в ответных реакциях при повреждении растений насекомыми и патогенами. Поврежденные ткани отличаются очень высокой концентрацией этого фитогормона, что резко повышает устойчивость растений к вредителям. Повышение содержания жасмоната активирует экспрессию целого каскада генов, которые кодируют:

- белки, формирующие механические барьеры в клеточной стенке на пути инфекции;
- ферменты, участвующие в синтезе фитоалексинов;
- ингибиторы протеаз, обеспечивающие защиту растений от повреждений насекомыми;
- белки, обладающие фунгицидной активностью – тиони, осмотин и др.

Как и в случае ауксинов, система рецепции ЖК действует через убиквитин. Соединение жасмоната с остатком изолейцина приводит к деградации ДЖАЗ-белка, меченного убиквитином и освобождению др. факторов транскрипции.

Салициловая кислота и ее физиологическое действие. Первое сообщение о гормональном действии салициловой кислоты появилось в 1988 г., когда был установлен эффект повышения температуры пробивающего снег крокуса. Было выявлено, что этот процесс контролируется салициловой кислотой. Салициловая кислота синтезируется из бензойной кислоты. Эта реакция катализируется 2-гидроксилазой бензойной кислоты, которая использует кислород для гидроксилирования бензойной кислоты.

СК может образовывать метиловый эфир и (или) связываться с глюкозой под действием глюкозилтрансферазы. Метилсалицилат является летучим соединением и легко превращается в тканях-мишенях в СК.

Физиологическое значение СК: 1) блокирует биосинтез этилена на уровне NO; 2) индуцирует зацветание короткодневного растения, находящегося в условиях короткого дня; 3) СК активирует экспрессию генов (SAR-генов). Продуктами некоторых SAR-генов являются PR-белки, которые образуются в реакциях сверхчувствительности.

4) Салициловой кислоте принадлежит ключевая роль в формировании приобретенного иммунитета. Длительность приобретенного иммунитета – от нескольких недель до нескольких месяцев. Когда растение подвергается инфекции в одном месте, часто происходит формирование устойчивости к последующему нападению во всех тканях и органах организма. Это явление названо системной приобретенной устойчивостью или системным приобретенным иммунитетом.

Внешне формирование приобретенного иммунитета выглядит как реакция сверхчувствительности, только скорость ее гораздо выше. Основным условием для приобретения системного иммунитета является возникновение некроза. Приобретенный иммунитет выражается в повышении содержания таких защитных соединений, как фитоалексины, лигнин, хитиназа и др. гидролитических ферментов. Важным свойством системного иммунитета является его быстрота. При повторных заражениях некрозы появляются гораздо быстрее, чем при первичном. Еще одна особенность приобретенного иммунитета (в отличие от сверхчувствительной реакции) заключается в его неспецифичности, то есть у растений формируется устойчивость к повторному повреждению всеми группами патогенов и фитофагов. Т.е. процесс иммунизации растительных тканей неспецифичен в отношении патогенна.

Заражение растений патогеном индуцирует накопление СК как в инфицированных, так и в неинфицированных тканях. Обработка салициловой кислотой и ее аналогами активирует PR-гены и устойчивость растений без инокуляции патогенам. Не накапливающие салицилат мутантные растения не способны к приобретенному иммунитету.

Пептидные гормоны растений. В настоящее время выделены и охарактеризованы короткие пептиды, которые играют важную сигнальную роль у растений. Они синтезируются в клетках в виде более крупных белков-предшественников, а затем в результате протеолитических реакций происходит созревание коротких пептидов. Они выходят из клетки в апопласт и оказывают физиологическое действие на другие клетки.

Один из первых коротких пептидов с сигнальной функцией был выделен из томатов. Он отвечал за системный ответ на механическое повреждение и проникновение патогенов в растение: индуцировал синтез ингибиторов протеиназ и фитоалексинов. В результате иммунный ответ наблюдается не только в месте повреждения, но и все растение в целом становится устойчивым к инфекциям (системная устойчивость). Отвечающий за системную устойчивость короткий пептид, содержащий 18 аминокислот, был назван системин.

Контроль за синтезом системина осуществляет жасмоновая кислота. Системин сначала синтезируется в виде предшественника длиной в 200 аминокислотных остатков. У томатов

был также обнаружен рецептор, связывающийся с системинном – белок размером 160 кДа. Системин оказался специфичным для томата и картофеля, но не вызывал системного ответа у табака. В дальнейшем из табака был выделен системин, не похожий на томатный.

Из суспензионной культуры аспарагуса был выделен еще более короткий пептид (всего 4-5 аминокислот), в состав которого входил сульфатированный тирозин. Добавление этого пептида вызывало увеличение скорости деления клеток *in vitro*, повышало митотический индекс. Этот пептид был назван **фитосульфаксином**. Он обнаруживается в местах активного деления клеток, способствуя органогенезу (образование листьев, боковых корней). По-видимому, фитосульфаксин достаточно универсальный короткий пептид – он вызывал деление клеток не только у аспарагуса, но и у риса и других неродственных растений.

Другие обнаруженные короткие пептиды регулируют достаточно специфичные функции в растениях. Так, пептид Clavata3, содержащий 78 аминокислот, синтезируется в верхних слоях центральной зоны меристемы. Он необходим для регуляции размера апикальной меристемы побега у арабидопсиса. Этот пептид связывается с белком-рецептором Clavata1, причем рецептор сосредоточен в покоем центре меристемы.

Короткий пептид Clavata3 служит сигналом о количестве делящихся клеток в центральной зоне меристемы: высокая концентрация «говорит» покоему центру о том, что делящихся клеток много, а низкая, что их мало. Покоющийся центр посылает обратно вверх сигнальные молекулы, стимулирующие (ингибирующие) клеточные деления.

Интенсивное взаимодействие короткого пептида Clavata3 с Clavata1 означает, что число делящихся клеток чрезмерно велико. Тогда из покоего центра в центральную зону меристемы направляется сигнал, уменьшающий число делящихся клеток. Вместе с этим падает концентрация короткого пептида Clavata3, а это в свою очередь приводит к тому, что покоющийся центр стимулирует деление клеток в центральной зоне. При мутации в гене рецептора (Clavata1), так и в гене короткого пептида (Clavata3), меристема становится очень крупной (число клеток может оказаться в 1000 раз больше, чем у дикого типа). Это приводит к *фисциации* – стебель становится плоским, расположение листьев нарушается.

Короткий пептид SCR из 53-57 аминокислот выделяется прорастающим пыльцевым зерном у капусты. Для каждой линии капусты характерен свой особый вариант SCR-пептида. Рецепторы к SCR-пептиду находятся в тканях рыльца, и при узнавании развитие пыльцевой трубки останавливается. Таким образом капуста избегает самоопыления.

Олигосахариды. В настоящее время имеются многочисленные экспериментальные данные, свидетельствующие о том, что некоторые олигосахариды обладают регуляторным действием на растение. Эти олигосахариды образуются при частичном гидролизе клеточных стенок растений, грибов и насекомых. Их действие проявляется в повышении устойчивости растений к вредным организмам за счет активации системы фитоиммунитета. Отмечено, что увеличение уровня олигосахаридов способствует усилению образованию этилена в растениях. Однако, до последнего времени остается открытым вопрос о том, оказывают ли олигосахариды действие непосредственно активируя собственную систему ответа, или же индуцируемые ими эффекты связаны с увеличением биосинтеза этилена.

Ингибитор цветения BEND. В конце 80-ых гг. 20 в. большой интерес ученых всего мира вызвало открытие ингибитора зацветания – BEND. Он представляет собой линейную молекулу липида с 18 углеродными атомами и несколькими ненасыщенными связями. Это вещество синтезируется у длиннодневных и короткодневных растений в условиях неиндукционного фотопериода и быстро метаболизируется при переносе растений в индуктивные условия. Имеющиеся экспериментальные данные позволяют утверждать, что BEND способен играть значительную роль в переходе растений к формированию репродуктивных органов.

Фузикокцины – стероидное вещество, ранее известное лишь как продуцент жизнедеятельности грибов. В настоящее время известно, что оно синтезируется у высших растений, регулирует ростовые процессы и является фитогормоном. Важнейшие эффекты фузикокцина:

1) стимуляция растяжения клеток; 2) усиление транспирации, 3) открывание устьиц в темноте; 4) выведение семян из состояния покоя, ускорение их прорастания.

Тема 3. Энерго- ресурсосберегающие технологии и технологии производства биологически чистой продукции растениеводства

Энергосберегающая технология – технология, обеспечивающая снижение затрат ископаемой энергии и живого труда на производство единицы продукции.

Технологически энерго- и ресурсосбережение чаще всего реализуются через использование комбинированных агрегатов, обеспечивающих за один проход агрегата выполнение нескольких технологических операций. За счет совмещения операций экономится от 10 до 30% суммарных затрат, понесенных на раздельное выполнение операций.

Однако основной способ энергосбережения - это применение технологий, основанных на максимальном использовании естественных ресурсов и прежде всего биологического N. Такие технологии представляют собой действительное сбережение (не просто сокращение затрат) энергии. Но это уже **система** мероприятий, осуществляемых в комплексе (набор культур, производимая продукция, севооборот и т.д.). Реализация такой системы мероприятий позволяет снизить энергозатраты в два и более раз.

Обработка почвы влияет, (следовательно позволяет регулировать) - на водный, воздушный, тепловой, питательный режимы почвы, изменяя ее строение и сложение. Одновременно обработка влияет на интенсивность и темпы эрозионных процессов, загрязнение грунтовых вод (нитратами, пестицидами и т.д.). Считается, что влажность почвы едва ли не больше зависит от строения почвы, чем от количества выпадающих осадков.

Обработка почвы должна учитывать тип корневой системы возделываемых растений, культур.

Вопрос обработки - один из наиболее широко дискутирующихся вопросов в земледелии и растениеводстве.

Разнообразие почвенных условий предполагает разнообразие обработок почвы, т.е. самым правильным является дифференцированный подход. Только так можно достигнуть наивысшего эффекта. Необходимы региональные системы. Особенно важен дифференцированный подход на склоновых землях, в районах с пересеченной местностью.

Большой вред наносит уплотнение почвы колесами тракторов. Одним из первых на это обратил внимание, долгие годы работавший в академии на кафедре тракторов, профессор Кононов Александр Матвеевич. Серия опытов, проведенных и на опытном поле кафедры растениеводства (Мухаметов Э.М.), убедительно подтвердила это и показала, что уплотняющее действие колес тракторов распространяется вглубь почвы до полутора метров.

Обработка почвы ведет свое начало от истоков земледелия. (Вдумаемся и осмыслим этот термин!). Земледелие начиналось с рыхления почвы (земли) палкой, мотыгой, сохой, плугом. Все народы, занимающиеся земледелием, прошли этот путь. Вспашку с предплужником теоретически обосновал В.Р. Вильямс. Вспашка, названная им «культурой», была принята и успешно применяется в Нечерноземной зоне. (Своеобразие почв, достаточная обеспеченность влагой).

В засушливых регионах плужная вспашка не срабатывала. Первая ревизия плужной обработки предпринята Овсинским, который в 1899 г. в Киеве издал книгу «Новая система

земледелия». С той поры дискуссии «пахать или не пахать»? не прекращаются. Т.С. Мальцев, А.И. Бараев, Федор Трофимович Моргун.

Фолкнер «Безумие пахаря» – 1943 год.

В Беларуси: – В.С. Леонов – на административном уровне. Серию опытов и внедрение в сельхозпредприятиях минимальной обработки почвы провел В.А. Заленский.

В НПЦ НАН РБ по земледелию исследования по сравнительной оценке способов обработки почвы вел профессор Н.Г. Бачило.

Естественно, минимализация обработки почвы – сокращает энергозатраты. В условиях дерново-подзолистых почв при достаточном увлажнении (Нечерноземье, наш регион) наибольший агротехнический экономический эффект от минимализации обработки почвы достигается при ежегодном чередовании отвальной обработки – вспашки на глубину пахотного слоя, а по мере его окультуривания на 28-30 см и поверхностной дисковой, чизельной, дискаторами обработки почвы на 8-10 см.

Нулевая обработка.

Технология No – Till «ноу-тил».

Программирование урожайности как фактор ресурсосбережения

По определению академика И. С. Шатилова, *программирование урожая* – это разработка научно обоснованного комплекса взаимосвязанных расчетных, организационных, агротехнических, агрохимических, защитных и других мероприятий, своевременное и высококачественное выполнение которых обеспечивает получение предельно возможной запланированной урожайности сельскохозяйственных культур заданного качества. При этом предполагается обеспечение экологической безопасности и повышение плодородия почв, а, собственно, процесс формирования продуктом жизнедеятельности которого является создание органического вещества в виде урожая, представляет собой сложную саморегулирующуюся биологическую систему: в растениях, осуществляя их жизнедеятельность, одновременно протекает множество разнообразных взаимосвязанных и взаимодополняющих друг друга физиологических процессов, биохимических реакций, функционирует система органов. Вместе с тем сообщество возделываемых растений – агрофитоценоз – представляет собой систему экологическую, индивиды которой находятся в ценотической взаимосвязи и во взаимозависимости между собой, с факторами их жизни, подвержены воздействию агроприемов и проявляют соответствующую ответную реакцию на них.

Высокая эффективность и стоимость компонентов, составляющих и обеспечивающих современные технологии (машины, макро- и микроудобрения, пестициды, регуляторы роста и др.) предполагают строгий подход к их назначению, применению и дозированию, в целом возделыванию полевых культур, управлению урожаем и его качеством. Традиционный полевой эксперимент дает очень многое для решения стоящих задач, однако многосложность, многоплановость и многокомпонентность системы ограничивают его (эксперимента) возможности. В определенной мере дополнение, а в определенной – и альтернативу прямому эксперименту при разработке современных технологий для конкретных полей и участков может составить моделирование процессов. Применение моделирования предполагает рассмотрение в качестве сложной системы не только само растение и их сообщество, но и технологию возделывания полевых культур, в которой сочетаются взаимосвязанные между собой приемы и операции, в свою очередь четко привязанные к определенным календарным срокам, физическому состоянию почвы, погодным условиям, фазам роста и развития растений.

Таким образом, внедрение метода программирования урожая сельскохозяйственных культур, не нарушая традиционной логики технологий, значительно повышает их

наукоемкость, четче дозирует назначение отдельных ее элементов, предполагает предсказуемость результата.

Системный подход, составляющий основу метода программирования урожаев, отражает десять принципов, сформулированных академиком И. С. Шатиловым.

Принципы программирования урожаев

Первый принцип состоит в определении биогидротермических показателей продуктивности фитомассы по приходу солнечной радиации, обеспеченности продуктивной влагой, сумме температур и продолжительности вегетации для конкретной географической зоны, региона или даже поля. Так, во влажных тропиках урожайность биомассы достигает около 500 ц/га, а в арктическом климате – всего 2–3 ц/га. Такая разница уровней урожайности и определена различиями гидротермических показателей среды.

Второй принцип учитывается при определении потенциальной урожайности сельскохозяйственных растений и основан на зависимости урожайности от прихода фотосинтетически активной радиации (ФАР) и коэффициента ее использования растениями.

Третий принцип предусматривает определение потенциальных возможностей культуры и отбор для возделывания в конкретных природных условиях сортов по их потенциальным возможностям.

Четвертый принцип заключается во взаимосвязи урожайности со сформированным в агрофитоценозе фотосинтетическим потенциалом (ФП) и предполагает формирование такого фотосинтетического потенциала, который обеспечивает получение высокого урожая.

Пятый принцип предполагает обязательное и правильное применение основных законов научного земледелия и растениеводства.

Шестой принцип состоит в разработке системы удобрений, учитывающей эффективное плодородие почвы, а также потребность растений в питательных веществах, необходимых для выращивания программированного урожая высокого качества.

Седьмой принцип состоит в разработке и применении комплекса агротехнических мероприятий, учитывающего требования культуры (сорта) к условиям произрастания, а также условия агрометеорологической обстановки. Четкая реализация разработанного комплекса агротехнических мероприятий должна обеспечить получение программированного экономически выгодного урожая.

Восьмой принцип предусматривает обеспечение растений влагой в оптимальных количествах; в неорошаемых условиях – определение и поддержание уровня урожайности, исходя из климатических условий и особенностей зоны.

Девятый принцип – принцип обязательной защиты растений от вредителей, болезней, сорняков, обеспечивающей выращивание здоровых растений.

Десятый принцип предусматривает создание банка данных о биологических особенностях полевых культур, условиях их произрастания, возделываемых сортах (гибридах), экспериментальных материалах, оценивающих различные агротехнические приемы и операции, использование современной вычислительной техники и соответствующих компьютерных программ.

Уровни урожайности, принятые в методе программирования

В методе программирования урожайности принято вести расчеты и ориентироваться на следующие ее уровни:

1. **Потенциальная урожайность (ПУ)** – предельно возможный уровень урожайности; лимитируется приходом ФАР, ее КПД и биологическими особенностями возделываемых культур и их сортов.

2. **Климатически обеспеченная урожайность (КОУ)** – урожайность, которая может быть получена в конкретных климатических условиях при оптимизации всех остальных факторов жизни растений. Лимитируется КОУ элементами климата, погодой.

3. **Действительно возможная урожайность (ДВУ)** – максимальная урожайность, которая может быть получена на конкретном поле с его реальным плодородием в складывающихся метеорологических условиях. Лимитируется ДВУ плодородием почвы.

4. **Программируемая (ресурсо- и технологически обеспеченная) урожайность (ПрУ)** – это урожайность, которую планируют получить на конкретном поле в соответствии с комплексом разработанных агротехнических мероприятий. Уровень ПрУ определяется через величину КОУ и ДВУ путем оптимизации питательного режима почвы и совершенствования приемов возделывания выращиваемой культуры.

5. **Урожайность в производстве (УП)** – это фактически достигнутый уровень урожайности в конкретном хозяйстве.

Этапы и последовательность выполнения работ по программированию урожайности

Как следует из изложенного выше, применение метода программирования урожаев при возделывании сельскохозяйственных культур предусматривает четкую логику последовательности выполнения организационных процессов, технологических приемов и операций. Последовательность и содержание работ, составляющих сущность метода программирования, можно представить следующим образом.

1. Сбор и накопление информации об объекте программирования (культура, сорт), а также о количественных параметрах условий выращивания (факторах жизни).

2. Анализ достигнутой в предприятии урожайности возделываемой культуры и определение (прогнозирование) уровней возможной урожайности в перспективе.

3. Разработка модели прогнозируемого урожая по элементам структуры и фитометрическим показателям.

4. Разработка технологии возделывания культуры (агротехническая модель), реализация которой должна обеспечить получение урожая, величина которого рассчитана при его прогнозировании.

5. Воплощение на практике разработанной технологии.

6. Разработка программы и осуществление контроля за формированием урожая возделываемой культуры (агрономический и биологический контроль) и контроля за реализацией и выполнением технологической карты. В случае необходимости – внесение соответствующих коррективов в принятую технологию.

7. Уборка и учет урожая. Определение фактических элементов его структуры. Анализ полученных при учете урожая данных. Оценка степени соответствия фактических показателей прогнозным. Формулирование выводов на перспективу.

Руководствуясь приведенной выше схемой последовательности выполнения работ по программированию урожайности полевых культур, на частных примерах рассмотрим сущность и методику реализации основных этапов.

Условия выращивания возделываемой культуры ее биологические особенности

В реальных условиях сельскохозяйственного производства источниками информации служат: годовые отчеты сельхозпредприятия; перспективные планы его развития; материалы статистической отчетности; текущие и среднесрочные данные агрометеорологических станций; Государственные реестры сортов и древесно-кустарниковых пород, издаваемые ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений»; организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных, кормовых и технических культур, опубликованные в виде сборников отраслевых регламентов Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь; различные справочники.

В учебной работе основными источниками информации будут служить задания, выдаваемые преподавателем, отчеты студентов о прохождении производственной

практики, приложения к настоящему пособию, справочники, а также Государственные реестры сортов, отраслевые регламенты, учебная литература.

Сведения, полученные из указанных источников информации и представляющие собой исходные данные для работы, систематизируются и заносятся в рабочую тетрадь студента. При этом в качестве примерных могут быть использованы формы записей и таблицы 2, предлагаемые ниже.

Почвенные условия и факторы жизни растений, их соответствие биологическим требованиям возделываемых сельскохозяйственных культур

Исходные данные

Место, общая характеристика поля

Район, область _____
 Сельхозпредприятие _____
 Севооборот _____ Поле _____ Площадь _____ га
 Рельеф и конфигурация поля _____
 Предшественник _____ предпредшественник _____
 Удобрения, внесенные под предшественник _____
 Гербициды, использованные при возделывании предшественника _____
 Почвенно-географический и агроклиматический регион. Его характеристика _____

Агрохимическая и агрофизическая характеристика почвы поля

Т а б л и ц а 2. Биологические, агрофизические и агрохимические факторы плодородия почвы и их оптимальные значения (технологическая модель плодородия почвы)

Тип почвы, факторы плодородия	Значение фактора	
	фактическое	оптимальное
1	2	3
Генетический тип и подтип почвы		
Тип почвы по гранулометрическому составу		
Подстилающая порода		
Мощность гумусового горизонта, см		
Содержание гумуса, %		
Мощность пахотного слоя, см		
Водопрочность макроструктуры, %		
Плотность почвы, г/см ³		
Порозность общая, %		
Капиллярная влагоемкость, %		
Кислотность почвы pH солевой вытяжки		
Гидролитическая кислотность Нг, мг/экв на 100 г почвы		
Степень насыщенности основаниями V, %		
Сумма поглощенных оснований S, мг/экв на 100 г почвы		
Подвижный фосфор P ₂ O ₅ , мг/кг почвы		
Подвижный калий K ₂ O, мг/кг почвы		
Микробиологическая активность почвы		
Балл бонитета почвы поля		
Другие особенности почвы (закамененность, окультуренность, обеспеченность микроэлементами и др.)		

На основании данных табл. 2 составляется заключение, представляющее собой качественную оценку почвы поля, на котором планируется возделывание культуры с использованием метода программирования урожайности. Иными словами, почве дается агрономическая оценка, определяющая:

- позитивные и негативные показатели в характеристике почвы;
- класс почв по обеспеченности подвижными формами фосфора и калия, кислотности и потребности в известковании;

- индекс плодородия и окультуренности;
- степень пригодности оцениваемой почвы для выращивания рассматриваемой культуры.

Оценивая данные табл. 2, следует указать, по каким параметрам почва может обеспечить максимальную продуктивность растений, а по каким требуется улучшение и какими приемами.

Фитопатологические показатели

Наиболее распространенные вредители _____
 Порог вредоносности _____

Основные болезни _____

Порог вредоносности _____

Преобладающие виды сорняков _____

Максимально допустимое количество на 1 м² _____

Важным фактором, оказывающим влияние на урожайность и характеризующим один из биологических параметров, определяющих урожайный потенциал поля, являются его фитопатологические показатели. Видовой состав вредных организмов, присущих для поля и возделываемой культуры, может быть позаимствован из отчетов студентов о прохождении практики либо выдан преподавателем в форме задания. Пороги вредоносности наиболее распространенных вредителей, болезней, сорных растений, разработаны Белорусским НИИ защиты растений.

Сравнение фактических показателей, характеризующих фитосанитарное состояние посевов, с примерными критериями их оценки и порогами вредоносности, дает основание для вывода о здоровье почвы и растений возделываемой культуры, а также основание для разработки соответствующих защитных агромероприятий.

Агрометеорологические условия региона и обеспеченность возделываемых культур климатическими факторами

Основными факторами жизни растений, определяемыми особенностями климата региона, являются солнечная радиация, термический фактор, влагообеспеченность. Источником информации о количественных характеристиках названных факторов служат, прежде всего, агроклиматические справочники, а также текущие данные ближайших агрометеостанций. Этих данных достаточно для оценки региона по основным показателям климата и последующих расчетов потенциальной и климатически обеспеченной урожайности.

Определение потенциальной урожайности (ПУ)

Как отмечалось выше, в методе программирования урожаев потенциальной принято считать максимально возможную урожайность, которую способен сформировать высокоурожайный сорт рассматриваемой культуры. При этом подразумевается, что растения оцениваемой культуры (сорта) обеспечены всеми факторами жизни в оптимальных количествах и соотношениях.

В основе прогнозирования ПУ лежит определение соотношения между количеством энергии приходящей фотосинтетически активной радиации и количеством энергии, аккумулированной в биомассе урожая.

Методика расчета ПУ по приходу ФАР и коэффициенту ее использования предложена профессором А. А. Ничипоровичем:

$$П У = \frac{\sum Q_{фар} \cdot K_{фар}}{10^4 \cdot q},$$

где ПУ – потенциальная биологическая урожайность абсолютно сухой биомассы, ц/га;

$\Sigma Q_{\text{фар}}$ – приход суммарной ФАР за период вегетации культуры в данной зоне, млрд. ккал/га (кДж/га);

$K_{\text{фар}}$ – планируемый КПД фотосинтетически активной радиации, %;

q – калорийность 1 кг сухой биомассы урожая, ккал/кг (кДж/кг).

Фотосинтетически активной является видимая (световая) часть (длина волны 380–710 нм) всей приходящей солнечной радиации. Количество приходящей суммарной ФАР зависит от времени года, региона. Выражается в килокалориях или килоджоулях энергии, приходящей на 1 см² поверхности (поля, Земли вообще). Данные о количестве приходящей ФАР по временам года в том или ином регионе находят в агроклиматических справочниках. Коэффициент ($K_{\text{фар}}$) использования в продуктах фотосинтеза энергии приходящей ФАР выражается в процентах. Интервал, в границах которого колеблется этот показатель, достаточно велик. А. А. Ничипоровичем была предложена следующая градация уровней использования посевами ФАР:

0,5 – 1,5 % – низкий;

1,5 – 3,0 % – средний;

3,0 – 5,0 % – высокий;

5,0 – 7,0 % – очень высокий;

7,0 – 10,0 % – теоретически возможный.

Чтобы получить ПУ хозяйственно ценной части урожая (зерно, клубни и др.) стандартной влажности в уравнение вводится дополнительный показатель C :

$$\text{ПУ} = \frac{\text{ПУ}}{(100 - B_{\text{ст}}) \cdot C} \cdot 100,$$

где C – сумма составляющих (слагаемых) урожая (зерно + солома, клубни + ботва, корнеплоды + ботва).

Определение климатически обеспеченной урожайности (КОУ)

Важнейшими климатообразующими факторами являются тепло и влага, т. е. тепловой и водный режимы региона. В условиях Беларуси для традиционно возделываемых на ее территории полевых культур тепла вполне достаточно и для обеспечения физиологических процессов, протекающих в растениях, и для завершения вегетационного цикла развития. Тепловые ресурсы республики позволяют выращивать урожаи, по своему уровню близкие к потенциально возможным. То есть температурный фактор (за исключением аномальных случаев) не является у нас фактором, сколько-нибудь ограничивающим урожайность традиционно возделываемых культур. Поэтому прогнозирование климатически обеспеченной урожайности по ресурсам тепла в наших условиях, по сути, лишено смысла.

Определение КОУ по ресурсам влаги (КОУ_в). Методика определения КОУ_в базируется на установлении соотношения количества влаги, поступающей в распоряжение растений в течение вегетационного периода, и расходования ее на создание единицы урожая. При этом используют следующее принципиальное уравнение элементарного баланса:

$$\text{КОУ}_w = \frac{W}{K_b},$$

где КОУ_в – урожайность абсолютно сухой биомассы, лимитированной запасами влаги, ц/га (т/га);

W – количество фактически доступной для растений продуктивной влаги, мм;

K_b – коэффициент водопотребления, м³/т сухой биомассы.

В качестве показателя количества доступной для растений влаги (W) могут быть использованы:

- 1) данные о сумме осадков за год ($W_{\text{год}}$), мм;
- 2) данные о количестве продуктивной влаги в метровом слое почвы на момент возобновления весенней вегетации озимых культур и многолетних трав или на момент посева яровых культур ($W_{\text{м.с}}$); данные о количестве осадков за вегетационный период ($O_{\text{в.п}}$) с учетом коэффициента их полезности ($K_{\text{п.о}}$); данные о количестве влаги, которую могут получить растения за счет капиллярного подпитывания из грунтовых вод ($W_{\text{гр.в}}$), мм.

Следовательно, во втором случае количество доступной влаги будет равно:

$$W = W_{\text{м.с}} + (O_{\text{в.п}} \cdot K_{\text{п.о}}) + W_{\text{гр.в.}}$$

Коэффициент водопотребления ($K_{\text{в}}$) – суммарный показатель, включающий величину коэффициента транспирации, т. е. количество влаги, расходуемой растениями на создание единицы сухого вещества, плюс количество влаги, испаряемой (непроизводительно) с поверхности почвы, и также отнесенное к единице урожая. Выражается коэффициент водопотребления в метрах кубических на тонну сухого вещества. Величина коэффициента водопотребления непостоянна. Она зависит от биологических особенностей культуры, сорта, погодных условий, плодородия почвы, доз вносимых удобрений, агротехники в целом. По мере улучшения условий произрастания, а следовательно, увеличения урожайности, величина его уменьшается. Для выполнения расчетов по программированию урожайности можно пользоваться средними величинами $K_{\text{в}}$ для различных культур и в разные по степени увлажненности годы. Однако надо помнить, что для выполнения расчетов при прогнозировании максимально высоких урожаев необходимо брать минимальные значения $K_{\text{в}}$, которые для зерновых культур и многолетних трав составляют 250–300 (по данным М. К. Каюмова даже 120–200).

С учетом изложенного выше, а также структуры рабочих формул, применяемых при расчете ПУ, рабочие уравнения для определения величины KOU_w могут быть представлены следующим образом:

$$KOU_w = \frac{100 \cdot W_{\text{год}} \cdot K_{\text{п.о}} \cdot 100}{K_{\text{в}} (100 - B_{\text{ст}}) \cdot C},$$

$$KOU_w = \frac{100 \cdot [W_{\text{м.с}} + (O_{\text{в.п}} \cdot K_{\text{п.о}}) + W_{\text{гр.в}}] \cdot 100}{K_{\text{в}} (100 - B_{\text{ст}}) \cdot C}.$$

П р и м е ч а н и е. Основные показатели числителя (влага почвы, количество осадков) в справочной литературе, равно как и в формулах, приводятся в миллиметрах. А коэффициент водопотребления ($K_{\text{в}}$) выражается в метрах кубических на тонну. Поэтому в уравнения вводятся соответствующие коэффициенты перевода, исходя из того, что 1 мм влаги в расчете на 1 га равен 10 т воды.

Определение климатически обеспеченной урожайности по биогидротермическому потенциалу.

Воздействие на растения факторов жизни проявляется совокупно. Поэтому естественно, что между приходом солнечной радиации, ресурсами тепла, количеством продуктивной влаги, поступающих в распоряжение растений и их количеством энергии, расходуемой на фотосинтез, транспирацию и испарение влаги с поверхности поля, существует тесная взаимосвязь. Эту взаимосвязь и методику расчета климатически обеспеченной урожайности на основании использования биогидротермического показателя продуктивности выражает формула, предложенная профессором А. М. Рябчиковым:

$$ГТП = \frac{(W \cdot K_0) \cdot T_v}{36 \cdot R},$$

где ГТП – гидротермический показатель продуктивности (биогидротермический потенциал), баллов;

W – среднегодовое количество осадков, мм;

K_0 – коэффициент полезности осадков;

T_v – продолжительность периода вегетации, декады (число декад активной вегетации – от всходов до уборки);

R – радиационный баланс за период вегетации, ккал/см²;

36 – число декад в году;

$(W \cdot K_0)$ – характеризует запас продуктивной влаги, т. е. среднегодовое количество осадков за вычетом стока.

В расчетах общего характера, когда требуется выявить возможности климата региона для возделывания тех или иных культур, возможности и эффективность пожнивных и поукосных посевов, за продолжительность вегетационного периода принимают отрезок времени года, в течение которого растения могут активно проявлять свои жизненные функции.

Радиационный баланс (R) представляет собой показатель, характеризуемый разностью между приходящими и уходящими от земной поверхности потоками лучистой энергии.

Таким образом, рассматриваемая методика прогнозирования урожайности базируется на оценке не одного фактора жизни растений, как это имело место в предыдущих случаях, а нескольких. То есть данная методика многопланова, системного характера.

Каждый балл ГТП равен приблизительно 20 ц абсолютно сухой биомассы. Для расчета величины возможной климатически обеспеченной урожайности используют уравнение:

$$КОУ_{ГТП} = 22,0 \cdot ГТП - 10 ,$$

где $КОУ_{ГТП}$ – урожайность абсолютно сухой биомассы, ц/га.

Урожайность абсолютно сухой биомассы пересчитывается на основную продукцию со стандартной влажностью по описанной ранее методике.

Определение действительно возможной урожайности (ДВУ)

Действительно возможной (ДВУ) принято считать урожайность, уровень которой определяет реальное почвенное плодородие конкретного поля.

Белорусским НИИ почвоведения и агрохимии разработан ряд методов определения ДВУ. При этом уровень потенциального плодородия почвы оценивается либо косвенно с помощью бонитировочного балла, либо непосредственно по агрохимическим показателям почвенного плодородия – по содержанию в почве гумуса, подвижных фосфора (P_2O_5) и калия (K_2O).

В агрономической практике уровень потенциального плодородия почвы чаще всего оценивается бонитировочным баллом, который отражает как природные свойства почвы (ее тип, строение, гранулометрический состав, завалуненность, смывость и т. д.), так и степень агрохимической окультуренности. Для каждой сельскохозяйственной культуры установлена своя цена одного балла бонитета. Выражается цена балла количеством продукции, получаемой с одного гектара и приходящейся на один балл. Для определения ДВУ по косвенному показателю качественной оценки почвы используется формула:

$$ДВУ_{пот} = B_{п} \cdot Ц_{б. п} \cdot K ,$$

где $ДВУ_{пот}$ – прогнозируемый действительно возможный урожай, обеспечиваемый потенциальным плодородием почвы, кг/га (ц/га);

$B_{п}$ – балл бонитета почвы;

$Ц_{б. п}$ – цена балла пашни, килограммов продукции;

K – поправочный коэффициент на агрохимические свойства

Определение программируемой урожайности (ПрУ). Приемы достижения

Программируемая урожайность определяется с учетом разницы между $КОУ$ и $ДВУ$, которая компенсируется прежде всего за счет внесения расчетных доз минеральных и органических удобрений. Иными словами, $ПрУ$ рассчитывается как $ДВУ$ с приростом урожайности, которая должна быть получена за счет удобрений, а также

совершенствования технологии возделывания рассматриваемой культуры. Если величины ПУ, КОУ и ДВУ, определяемые расчетным путем, носят характер оценки количественной зависимости продуктивности растений от тех или иных факторов их жизни, то определение ПрУ наряду с расчетами предполагает сравнительную оценку результатов всех расчетов, их агрономический анализ и выбор. Иначе говоря, определение величины ПрУ сопряжено не только с расчетными, но и с общеагрономическими подходами и оценками. Сказанное объективно и справедливо, также исходя из пониманий того, что все расчеты по прогнозированию урожайности, точнее их результаты, не являются абсолютными. Они как бы очерчивают круг (но не ставят геометрическую точку!), в границах которого растения реализуют свой урожайный потенциал. Итак, за счет внесения удобрений урожайность можно значительно повысить. Известно, что отдача от вносимых удобрений во многом зависит от качественной характеристики почвы, ее плодородия.

Учитывая сказанное, введем в предыдущую формулу информацию о возможной отдаче от вносимых удобрений:

$$Y_{\text{п}} = \frac{B_{\text{п}} \cdot Ц_{\text{б. п}} \cdot K \cdot 100}{100 - P_{\text{уд}}},$$

где $Y_{\text{п}}$ – урожайность, которая может быть получена не только за счет потенциального плодородия почвы, но и за счет вносимых удобрений, кг/га, ц/га, т/га;

$P_{\text{уд}}$ – прибавка урожая от удобрений, %.

После определения уровня программируемой (планируемой) урожайности разрабатывается структурная модель урожайности посева, определяются его фитометрические показатели и рассчитываются нормы высева и внесения удобрений. Затем составляется технологическая карта.

Точное сельское хозяйство

Принятое определение понятия «Точное земледелие» - это стратегия управления, использующая информационные технологии обработки полученных из различных источников данных, необходимых для принятия решений по выращиванию сельскохозяйственных культур.

Точное земледелие – это технологии, приспособленные к особенностям отдельных участков поля. Эти технологии позволяют:

- создавать точные карты показателей плодородия в полевых условиях с достаточно высокой детализацией (сетка в 1 га) с помощью портативного оборудования либо установленной на спутниках глобальной системы наблюдения (GPS), которые используют сигналы от системы спутников для моментального определения места на поверхности почвы;

- использовать с/х машины с установленным оборудованием связи с GPS и сенсорами, которые позволяют учитывать уровень обеспеченности питательными элементами, а также способны в процессе движения по полю изменять нормы использования (внесения) удобрений в соответствии с созданными во время движения техники картами;

- создавать с помощью GPS карты урожайности культур.

Стратегические решения:

- выбор типа, специализации хозяйства. – 10 лет – Выбор решения о переходе на технологии точного земледелия.

Тактические решения – схемы севооборотов – 2-5 лет. Учитывают водный режим почв, методы обработки почвы, динамику питательных веществ.

Переход к точному земледелию будет логичным, если тип почвы хозяйства характеризуется значительной вариабельностью. Если в хозяйстве много разных типов почв.

Что дает внедрение точного земледелия? Кроме повышения урожайности?

- экономия удобрений; - рациональное их использование.
- выравнивание плодородия почвы на поле;

Следовательно, в целом – повышение плодородия поля;

- повышение качества продукции за счет выравнивания качественных показателей на разных участках поля. Например, содержание белка в зерне ячменя (пивоваренном – одно, кормовом – другое).

Точное земледелие – это стратегия менеджмента, которая использует информационные технологии, извлекая данные из множественных источников с тем, чтобы принимать правильные решения по управлению сельскохозяйственным предприятием. Данные технологии рассматривают каждое поле как неоднородное по рельефу, почвенному покрову, агрохимическому содержанию и подразумевают дифференцированное применение на каждом участке вариабельных доз удобрений, средств защиты растений. Точное земледелие позволяет проводить мониторинг урожайности по отдельным участкам поля, а также качественно и эффективно выполнять все полевые работы круглосуточно. Внедрение технологий точного земледелия осуществляется в несколько ступеней:

1 ступень.

Картирование сельскохозяйственных угодий – основа повышения плодородия почвы в системе точного земледелия

Использование технологии точного земледелия начинается с построения электронных карт при помощи геоинформационных систем (ГИС) и спутниковых снимков, отражающих ландшафтную дифференциацию условий земледелия. Внедрение ГИС позволяет повысить эффективность менеджмента сельхозпредприятий и более оперативно и профессионально принимать управленческие решения, вести производство с учетом рельефа и всех других особенностей территорий.

Внедрение космических методов съемки позволяет

уточнять размеры полей,

- выявлять земли, потенциально подверженные водной эрозии,
- познавать закономерности и особенности проявления эрозионных процессов,
- получать принципиально новые сведения о структурном плане и динамике развития овражно-балочной сети,
- рационально управлять земельными ресурсами.

Полученные данные могут быть использованы:

для уточнения площади при проведении правильного расчета потребности в расходных материалах: семенах, минеральных удобрениях, средствах защиты растений, ГСМ;

- при планировании направления движения посевных и почвообрабатывающих агрегатов;
- организации орошения;
- проведении противоэрозионных мероприятий;
- выполнении других агротехнических приемов;

Картирование почв на основе систем глобального позиционирования представляет собой составление почвенных карт или картосхем, а также позволяет определять границы полей в зависимости от разрешающей способности прибора. Составной частью является агрохимическое картирование почвы – составление агрохимических карт на основе полевых, лабораторных и камеральных работ. Новый подход к картированию предусматривает точную географическую привязку с помощью систем глобального позиционирования.

2 ступень.

Изучение системы параллельного вождения на примере GPSEZ-GuidePlus

Наиболее простым и доступным элементом точного земледелия, который можно использовать в любом хозяйстве является использование навигационных приборов GPSEZ-GuidePlus для параллельного вождения агрегатов при внесении удобрений и обработке средствами защиты растений.

Учитывая, что большинство полей имеют неправильную форму, механизаторы допускают при применении СЗР, внесении удобрений, посеве большие перекрытия или пропуски до 20%. При использовании EZ-GuidePlus существенно экономятся средства защиты растений, семена, топливо и время. Точность выполнения работ составляет 15-20 см.

Эффект от использования параллельного вождения на примере GPSEZ-GuidePlus:

- избежание «перекрытий» 11% и «пропусков» 4% при обработке посевов;
- сокращение затрат на удобрения до 20% на гектар, СЗР до 20% на гектар, ГСМ до 20% на гектар;
- сокращение инвестиционных затрат на опрыскиватель и разбрасыватель;
- сокращение времени выполнения полевых работ;
- возможность качественно производить работы ночью и при любой видимости;
- увеличение производительности на 13–20%;
- минимизация уплотнения почвы и негативного воздействия на окружающую среду.

В условиях Поволжья система параллельного вождения GPSEZ-GuidePlus обеспечивает экономию денежных средств в пределах 180 руб./га. При стоимости прибора чуть более 150 тыс. руб., срок его окупаемости составит менее одного года.

3 ступень.

Изучение системы параллельного вождения на примере AgGPSEZ-Guide500 с подруливающим устройством EZ-Steer

Еще большую экономию в средних и крупных хозяйствах можно получать при использовании системы параллельного вождения AgGPSEZ-Guide500 вместе с подруливающим устройством EZ-Steer, обеспечивающей любой необходимый уровень точности от 20 до 2 см и предназначенной для проведения всех видов полевых работ – включая обработку почвы, посев и уборку. При этом кроме удобрений и средств защиты растений, экономятся семена и топливо на любых операциях.

Система параллельного вождения AgGPSEZ-Guide500 Lightbar – первая система, сочетающая функции картирования и управления с трех сантиметровой точностью. Качественная графика обеспечивает отображение обработанной площади, показывая, где была проведена обработка.

Экономия при использовании данной системы в условиях Поволжья составила 270 руб./га.

Прибор параллельного вождения с подруливающим устройством стоимостью около 375 тыс. руб. окупается в течение одного года.

Преимущества системы параллельного вождения AgGPSEZ-Guide500 Lightbar

- приемник последнего поколения обеспечивает точность до 2 см;
- цветной, широкий дисплей;
- экранные подсказки;
- встроенная функция картирования с записью на съемный носитель.

4 ступень.

Изучение дифференцированного внесения удобрений

Следующим этапом является применение систем дифференцированного внесения удобрений. Дифференцированное применение минеральных удобрений предусматривает их внесение по площади поля в зависимости от обеспеченности каждого элементарного участка и потребности конкретной культуры. Существуют две методики: «off-line» и «on-line».

Дифференцированное внесение удобрений в системе «off-line»

Режим off-line предусматривает предварительно проведение агрохимического обследования и создания карт обеспеченности почвы элементами питания. Создание карт проводится в соответствующих программных продуктах: SMS, SSToolsbox и др. На карту наносится распределение элементов питания по площади поля, причем пространственно привязанных, их неоднородное количественное содержание.

От этой пространственной неоднородности зависит количество элементов питания, которое будет доступно растениям на данном участке. При этом имеются участки с максимальным содержанием макро и микроэлементов, где дозы удобрений можно снизить и участки с минимальным содержанием, где дозы требуется увеличить.

При традиционном агрохимическом картировании составляются картограммы только по шести классам обеспеченности и неоднородность распределения питательных веществ учитывается гораздо меньше.

Экономия на 1 га составляет 392,8 руб. Экономия на поле площадью 50 га составляет 19,6 тыс. руб.

Далее в этих же компьютерных программах рассчитываются дозы удобрений под планируемый урожай конкретной культуры, а затем нормы в физическом весе вносимых минеральных удобрений. Программа же создает карту-задание для дифференцированного внесения удобрений. В карте-задании содержатся пространственно привязанные, с помощью GPS, дозы удобрения для каждого элементарного участка поля.

Затем карта-задание переносится на чип-карте (носитель информации) на бортовой компьютер сельскохозяйственной техники, оснащенной GPS-приемником и выполняется заданная операция. Трактор, оснащенный бортовым компьютером, двигаясь по полю, с помощью GPS определяет свое местонахождение, считывает с чип-карты дозу удобрений, соответствующую месту нахождения и посылает соответствующий сигнал на контроллер распределителя удобрений (или опрыскивателя). Контроллер же, получив сигнал, выставляет на распределителе удобрений нужную дозу.

Преимущества дифференцированного внесения удобрений в системе «off-line»:

- расчет дозы удобрений на планируемую урожайность для каждого элементарного участка;
- выполнение заданной операции путем считывания необходимой дозы с карты при движении трактора по полю;
- экономия удобрений до 30%;
- возможность работы в ночное время;
- сокращение инвестиционных затрат на технику.

Мобильные почвенные лаборатории Fritzmeier

Последнее время в практике мирового земледелия все большее распространение получает оптимизация доз азотных удобрений по содержанию минерального азота (нитратного и аммиачного) в почве перед посевом (метод Nmhh.). Наиболее доступный способ корректировки доз азота с применением Nmhh. заключается в следующем: допускается одинаковое усвоение растениями минерального азота почвы и удобрений. Зная потребность культурного растения в азоте на планируемый урожай и содержание азота в почве, разницу компенсируют внесением азотного удобрения. Для корректировки доз азотных удобрений в системе off-line широко могут использоваться экспресс-методы определения питательных веществ, в частности, минерального азота. Проводить данную работу непосредственно перед посевом можно с помощью почвенной лаборатории Fritzmeier. В условиях ЗАО «Самара-Солана» экономия азотных удобрений от корректировки дозы азота на планируемый урожай озимой пшеницы составила 9,8%.

Преимущества мобильной почвенной лаборатории Fritzmeier

- позволяет определять реакцию почвенной среды (pH), нитратный и аммиачный азот в почве, воде, компосте, удобрениях;
- простота в использовании;
- взвешивание и обработка почвы;

- наличие всех необходимых реактивов, лабораторной посуды, тест-полосок, многоцелевого измерительного прибора (рефлектометра) в одном удобном корпусе;
- определение одного показателя занимает около 15 минут, включая отбор пробы, зависит от типа почвы;
- возможность дополнительного заказа комплектов тестов для увеличения количества анализов;
- корректировка доз азотных удобрений перед посевом культур;
- экономия азотных удобрений, защита окружающей среды.

5 ступень.

Дифференцированное внесение удобрений в системе «on-line» на примере использования сенсора GreenSeekerRT 200

Режим реального времени (on-line) предполагает предварительно определить агротребования на выполнение операции, а доза удобрений определяется непосредственно во время выполнения операции за один проход техники по полю.

Агротребования, в данном случае, это количественная зависимость дозы удобрения от показаний датчика установленного на сельскохозяйственной технике, выполняющей операцию. Оптический датчик GreenSeekerRT 200 производства фирмы NTechIndustries, Inc в инфракрасном и красном диапазоне света определяет содержание хлорофилла в листьях и биомассу. На основании этих данных, а также данных по сорту и фенофазе растения определяется доза азотных удобрений. Для использования GreenSeekerRT 200 также необходим портативный прибор N-tester, определяющий те же параметры. Результаты выполнения операции (дозы и координаты, обработанная площадь, время выполнения и фамилия исполнителя) записываются на чип-карту. Информация от датчиков также передается на бортовой компьютер Amatron+, который в свою очередь управляет дозирующей системой разбрасывателя минеральных удобрений или опрыскивателя Amazone. В зависимости от интенсивности окраски листьев (то есть от содержания хлорофилла в них), будет повышаться или понижаться норма внесения азотных удобрений.

В настоящее время активно ведутся разработки различных датчиков, позволяющих использовать режим «on-line». Это оптические датчики, определяющие содержание азота в листьях и засоренность посевов; механические, оценивающие биомассу; электромагнитные и прочие.

Необходимое оборудование дифференцированного внесения удобрений в системе «on-line»: Навигационная система (курсоуказатель со встроенным GPS-приемником), датчик определения азота с сенсором, разбрасыватель удобрений с оборудованием для дифференцированного внесения.

Применение сенсора рекомендуется в хозяйствах, где получают высокие урожаи и вносятся дозы удобрений до 90–120 кг/га в д. в., в этих условиях затраты на оборудование для внесения удобрений в режиме «on-line» стоимостью 2,2 млн. руб. окупаются уже за 2–2,5 года.

Преимущества дифференцированного внесения удобрений в системе online:

- снижение затрат на азотные удобрения до 30%;
- уменьшение полегания растений;
- рост производительности труда оператора на 15%;
- увеличение содержания «сырого белка» на 0,5–1,0%;
- подходит для озимой и яровой пшеницы, озимой ржи, ячменя, рапса, кукурузы, картофеля и других культур;
- увеличение эффективности использования удобрений;
- повышение комфортности работы, снижение усталости оператора;
- охрана окружающей среды;
- N-testerность в эксплуатации, подходит для разных культур и сортов, быстрое измерение потребности в азоте без механического повреждения растений.

6 ступень.

Система картирования урожайности на примере использования «InSight»

Оборудование для картирования урожайности устанавливается на комбайны и предназначено для определения урожайности на отдельных участках поля. Прибор способен отображать такие показатели как урожайность, влажность и массу собранного зерна, обработанную площадь. Особенно важным является контроль влажности зерна, поскольку влажное зерно не пригодно к хранению и требует дополнительных затрат на просушку. Показания датчика позволят разделить партию зерна на фракции по влажности и спланировать затраты на просушку.

На комбайне устанавливаются датчики, связанные с GPS приемником, которые определяют влажность и массу зерна. Результаты отражаются на мониторе урожайности InSight.

На основе полученных данных составляют карту урожайности, по которой в дальнейшем агроном может делать выводы об оптимальной или, наоборот, недостаточной обработке конкретного участка поля, чтобы в будущем, изменив соответствующие параметры получить более высокий урожай.

Картирование урожайности позволяет сократить количество почвенных проб при последующем агрохимическом обследовании.

Преимущества системы картирования урожайности InSight:

- получение точных данных об урожайности сразу после уборки;
- контроль влажности зерна с целью определения необходимости в просушке;
- анализ зон с минимальной урожайностью;
- экономия на последующем проведении почвенного обследования (отбор проб только в проблемных местах);
- не влияет на производительность комбайна;
- создание карт урожайности для проведения последующего анализа.

Программное обеспечение точного земледелия

Точное земледелие базируется на современном информационном и техническом обеспечении технологий, поэтому основой использования систем точного земледелия являются такие программные продукты как SMS, SSTools, «Agroview» и «FieldManager».

При помощи многофункциональных программ «SSTools» или «SMS» создается многослойная карта, включающая карту границ полей, топографическую карту, почвенную карту, карту урожайности, на основе систематизированных данных может быть рассчитана карта прибыльности. Информационные слои программы SSTools организуются, хранятся, анализируются и выводятся для принятия решений.

Функционально программы «SSTools» и «SMS» позволяют решить ряд задач эффективного ведения сельскохозяйственного производства:

- составление и ведение цифровых карт полей сельскохозяйственного назначения;
- создание базы данных по истории полей для определения оптимальной структуры посевных площадей и севооборотов;
- определение состояния плодородия почвы и всхожести культур;
- рациональное использование минеральных удобрений и средств защиты растений;
- совершенствование прогнозирования развития сельскохозяйственных культур, их возможной урожайности;
- определение площадей, подверженных водной и ветровой эрозии;
- предоставление сведений, хранящихся в базе данных в табличном виде, составление карт и вывод их на печать;
- оценку рисков и уточнение страховых платежей.

Комплексное использование системы точного земледелия – это реальная экономия денежных средств, рациональное применение средств химизации, защита окружающей среды, забота о сохранении и восстановлении почвенного плодородия, это инвестиции в ваше будущее.

10 «золотых правил» практического внедрения точного земледелия (по материалам компании AGROCOM, Германия):

1. Определите ясные цели, которые вы хотите достичь, внедряя технологии «точного земледелия».
2. Найдите причины, влияющие на неравномерную урожайность ваших полей.
3. Не надейтесь только на себя, консультируйтесь у коллег и у экспертов в сельскохозяйственной отрасли.
4. Утвердите собственную, специфическую для вашего предприятия, концепцию. Учитывайте при этом и материальные возможности вашего предприятия.
5. Нельзя всё сделать сразу. Продвигайтесь вперёд шаг за шагом.
6. Оцените, не стоит ли привлечь в дело предприятия по оказанию подобных услуг или, может быть, работать в кооперации с другими предприятиями.
7. Выбирая технические решения для внедрения технологий «точного земледелия», контактируйте только с профессионалами в данной области.
8. Инвестируйте только в надёжную, перспективную и совместимую технику. Не экономьте на услугах по установке и обучению.
9. Решив внедрять новые технологии, будьте настойчивы и последовательны. Поощряйте мотивацию задействованных работников.
10. Регулярно и объективно оценивайте результаты работы. Выработывайте решения для достижения поставленной цели.

Энергосберегающая технология производства небобовых культур за счет биологического азота

При благоприятных условиях для фиксации азота, бобовые культуры способны обеспечить биологическим азотом не только себя, но и часть фиксированного азота передать культуре, выращиваемой в смеси (бобово-злаковая смесь, вико-овсяная смесь). [Один из первых классических опытов Д.Н. Прянишникова: продуктивность овса, выращенного в чистом виде ниже, чем в смеси с викой]. Частью биологического азота вика «делится с овсом». Такой овес не накапливает нитратный азот. Поэтому может быть использован для детского, диетического питания. Аналогично безнитратный урожай можно получать и для других злаковых культур.

Интересно и важно подчеркнуть, что механизм потребления биологического азота злаками до сих пор не раскрыт. Полагают, что злаки используют его (т.е. азот) отмирающих корневых волосков бобового компонента.

Аналогично корм, не содержащий нитратов, а следовательно и биологически чистый продукт, можно получать, выращивая в смеси многолетние бобовые и злаковые травы.

Если целенаправленно использовать корневые и пожнивные остатки многолетних бобовых трав, а также используя бобовые культуры в качестве сидератов, можно получать биологический азот для последующих культур севооборота. (Т.е. это еще одна технология возделывания полевых культур с использованием биологического азота).

Вот еще несколько вариантов обогащения почвы биологическим азотом и снабжения им с/х растений.

Многолетние травы при урожайности 10-13т/га сена, оставляют в почве от 80 до 110 кг/га биологического азота. Высвобождение биологического азота на следующий год происходит постепенно вначале (весной) медленно, с постепенно нарастающей интенсивностью. Аналогично растет потребность в количестве азота, необходимого для питания последующей культуры (картофель, другие полевые культуры, овощи и т.д.). Т.е. растения получают азот не сразу весь (как азот минеральных удобрений), а равномерно, поэтому накопления избыточного азота в виде нитратов не происходит. Подобная технология позволяет получать биологически чистые продукты питания.

Более эффективные технологии использования биологического азота при возделывании бобовых культур в качестве сидератов. (Парозанимающие, промежуточные или подсевные). Наряду с накоплением биологического азота происходит аккумуляция дополнительной солнечной энергии, создается дополнительное органическое вещество.

В итоге: 1. Урожай без минерального азота; 2. Биологически чистый продукт; 3. Повышение плодородия почвы.

Лучшими парозанимающими бобовыми культурами являются однолетние люпины (желтый, узколистный - сидеральные формы), пелюшка. Могут накапливать на 1 га более 100 (100-120) кг азота + 120-150 ц/га зеленой органической массы. Недостаток - дорогие семена, особенно люпинов.

После уборки озимых на зеленую массу или уборки однолетних трав в ранние сроки те же однолетние бобовые культуры можно высевать в качестве промежуточных культур для запашки поздней осенью.

Наряду с однолетними бобовыми как сидеральные промежуточные культуры можно высевать многолетние бобовые травы ярового типа - донник, сорта люцерны, клевера ползучего.

Экономически более эффективно подсеять, (а не самостоятельно сеять как в предыдущих случаях) сидеральную культуру под основную. Например, белый клевер под озимую рожь - до 200 ц/га биомассы (подземной и надземной) + 150-180 кг/га биологического азота. Норма посева клевера 2-3 кг/га (по снегу).

Рассмотренная технология не исключает внесение минерального азота. Но! Рационально!

- во-первых, исключив его внесение под бобовые культуры;
- во-вторых, под зерновые и другие культуры севооборота - умеренные дозы при детальном их внесении;
- в-третьих, необходимость внесения минерального азота и подкормок определяется по результатам растительной диагностики.

Реализация данной технологии в севообороте, при правильном и высококачественном ее выполнении, позволяет получать высокие урожаи биологически чистой продукции растениеводства, не содержащей недопустимого количества нитратов и одновременно свести к минимуму затраты невозполнимой энергии.

Интегрированная система защиты растений

Мы постоянно подчеркиваем, что современные технологии ориентированы, прежде всего, на ресурсо- и энергосбережение, а также природоохранность. В защите растений это реализуется через сокращение количества применяемых пестицидов и повышение роли механизмов и структур саморегуляции в агроэкосистемах и агроландшафтах. При этом одним из центральных вопросов ставится поддержание экологического равновесия, в т.ч. управление динамикой численности популяций полезных и вредных видов живых организмов, составляющих фауну и флору той или иной агроэкосистемы или агроландшафта.

Дело в том, что в условиях одностороннего насыщения севооборотов зерновыми или техническими культурами, т.е. однотипными культурами, в условиях применения повышенных доз азотных удобрений, почвозащитных способов обработки почвы, орошения, загущения посевов происходит подавление, а то и разрушение механизмов саморегуляции в агробиогенезах. Как результат, несмотря на значительный рост ассортимента и количества применяемых пестицидов, потери сельскохозяйственной продукции в результате поражения посевов болезнями, вредителями, угнетения сорняками, остались в мире практически неизменными, по-прежнему ежегодно составляя 30-40%. Более того, расширился ареал и состав наиболее вредоносных видов (пример колорадского жука и фитофторы 50-40 лет назад! в том же Горьковском районе). Во всех районах интенсивного производства зерна получили распространение септориоз - потери

урожаю 20-30% и качества зерна, - гельминтоспориоз, снежная плесень, злаковые тли, вредная черепашка и т.д. При длительном применении химических средств защиты происходит жесткий отбор устойчивых видов возбудителей, насекомых, сорняков. Погибают и полезные насекомые, структура фауны сдвигается в сторону преобладания вредоносных видов. В мире темпы роста затрат на химические средства защиты в 4-5 раз опережают темпы прироста стоимости дополнительной продукции.

Односторонняя селекция и агротехника на достижение максимальной урожайности приводят к адаптации вредных организмов, росту их численности.

Стратегия и тактика интегрированной адаптивной защиты растений, прежде всего, должна быть направлена на регулирование численности вредных видов. В этом плане наиболее действенным должно быть прерывание обычных циклов развития и репродукции паразитов путем разрушения их пищевой ниши и благоприятных условий обитания за счет: 1. Возделывания видов, обладающих устойчивостью к паразитам; 2. Создания фито- и энтоимунных сортов и гибридов; 3. Увеличения видового разнообразия в севооборотах; 4. Агротехнического разнообразия в возделывании с/х культур; 5. Усиления средообразующей роли культивируемых растений; 6. Усиления механизмов и структур саморегуляции и др.; 7. Управления микроэволюцией (селекцией) паразитов. (Ведь селекция на устойчивость это с другой стороны - селекция паразита на агрессивность). Надо управлять этим процессом, взять под контроль. Например, создание сортов с вертикальной устойчивостью влечет за собой больший селекционный эффект в отношении паразита, чем селекция на полевую (горизонтальную) устойчивость. (Пример с сортом Ласунок). Хотя реализовать этот тезис очень непросто — в природе существует множество факторов, «поддерживающих» паразитирующие организмы. Например, перелет спор стеблевой ржавчины на тысячи километров. Ультрафиолет.

Другое дело — заражение почвенное.

Длительное использование однотипных пестицидов, генетически однородных сортов значительно усиливают и ускоряют отбор паразитов. Поэтому необходим более широкий спектр, разнообразие возделываемых культур и сортов.

Важную роль в определении направления и темпов отбора играют средообразующие особенности культивируемых растений (микроклимат, климат почвы, освещенность и т.д.).

Итак: 1) сорта и виды — устойчивые; 2) создание «здоровых» севооборотов и агроландшафтов; 3) агротехника; 4) избирательное применение пестицидов — прежде всего для подавления первичных очагов; 5) сейчас, применимо математическое моделирование - погода, условия.

Тот комплекс мероприятий, который применяется в настоящее время под названием «интегрированная защита растений» действительно гораздо шире упрощенного «сочетание агротехнических и химических методов борьбы с ...». Современное понятие «интегрированной системы» включает и создание устойчивых сортов и гибридов, снижение численности вредных популяций вредных видов с помощью хищников (био-метод), паразитов, патогенных микроорганизмов (клин-клином), феромонов и т.д. Но это остается - «борьбой». Адаптивная интоксификация предполагает систему русерсознергоэкономного и экологически безопасного природоиспользования. В этой системе интегрированная система получает возможность охватывать все уровни управления агроэкосистемами, начиная с макрорайонирования культивируемых видов растений, конструирования устойчивых агробиогеоценозов и агроландшафтов и заканчивая созданием иммунных сортов с использованием оптимизационных, регуляторных и адаптивных возможностей техногенных факторов и технологий. Таким образом, возводится иерархическая устойчивость.

Технология получения биологически чистой продукции растениеводства.

Экологически чистые технологии- это технологии, применение которых не сопровождается загрязнением почвы, поверхностных и грунтовых вод, воздуха, т.е. всего

комплекса составляющего экологическую среду обитания, токсическими веществами, нарушающими биологическое равновесие экологической среды. Экологически чистые технологии включают:

- применение умеренных (небольших) доз минеральных, прежде всего азотных удобрений. При этом не происходит загрязнения грунтовых вод нитратами. (Современные подходы в агрохимии).

- применение пестицидов, не накапливающихся в растениях и почве, быстро разрушающихся.

Изначально - термины и определения.

Биологически чистая – это продукция, обладающая (характеризующаяся) химическим составом в его первозданной форме. Т.е. полученный урожай имеет химический состав типичный и свойственный данному виду растений.

Дело в том, что продукция, выращенная с применением высоких доз минеральных удобрений, с широким использованием широкого спектра гербицидов, фунгицидов и инсектицидов может накапливать в себе их остаточные объемы. Так многие пестициды медленно разлагаются, постоянно накапливаются в почве и растениях. В результате получаемая продукция может быть биологически опасной, вредной для ее потребителей. Особенно опасны для здоровья человека и животных:

- избыточное содержание нитратов в растениях (накапливаются при внесении высоких доз азотных удобрений);
- тяжелые металлы, попадающие в почву с некоторыми минеральными удобрениями;
- радионуклиды;
- остаточные количества пестицидов.

Производство продукции растениеводства, свободной от нитратов.

Содержание нитратов не должно превышать ПДК.

Аммиачный азот в растениях накапливаться не может, т.к. ядовит. Накапливать же растения могут без вреда для себя нитратный азот и в достаточно больших количествах. Излишки аммиака в растениях переводятся в нитратную форму.

Для человека же и животных, наоборот, аммиачная форма азота является безвредной, а окислы азота, превышающие определенный уровень, весьма вредны. В чем проявляется эта вредность?

1. Присутствием нитратов блокируется гемоглобин крови. Поэтому нарушается и ухудшается питание кислородом отдельных органов и систем, т.е. для них наступает кислородное голодание. А это в свою очередь приводит к нарушению функционирования голодающих органов и систем. Например, нарушается развитие плода в утробе матери в результате чего возможны выкидыши.

2. Нитраты в организме человека и животных восстанавливаются до нитритов с образованием нитрозоаминов, являющихся сильными канцерогенами. Выявлена весьма четкая зависимость: в районах, где давно вносят высокие дозы азотных удобрений, заболевания онкологическими болезнями встречаются значительно чаще, чем в местах, где повышенные дозы азота не применялись.

Допустимая суточная доза нитратов для взрослого человека 300-325 мг NO₃.

Избыток нитратов в растениях имеет место только в случаях, когда вносятся минеральные или органические удобрения, содержащие азот. Но на почвах только с естественным плодородием, без применения удобрений высокий урожай не получить. Поэтому в современных условиях осуществления интенсификации применение повышенных доз удобрений и прежде всего азотных, обеспечивающих высокую отдачу является важнейшей составляющей. Отсюда необходимость контроля за количеством нитратного азота в продуктах питания.

Применение повышенных доз азотных удобрений влечет за собой и другую проблему. Дело в том, что урожайность зерна порядка 60-70-80 ц/га предполагает внесение 300-400

кг азота на 1 га и даже больше. Легкорастворимые соли нитратов вымываются и попадают в грунтовые воды. Насыщенные нитратами воды непригодны для питья. Пригодная для питья вода должна содержать их не более 45 мг/литр.

Применение высоких доз азота сопровождается нарушением биологического равновесия в почвах: усиливается минерализация гумуса и как результат падает плодородие почв.

Итак, высокие дозы азотных удобрений обеспечивают:

- повышение урожайности, но только в определенный момент;
- нарушение экологического равновесия;
- снижение плодородия почв;
- ухудшение качества продукции.

Альтернативой минеральному азоту может быть только биологический азот. Однако в нашем земледелии доля биологического азота составляет примерно 5%, что чрезвычайно мало. Считается, что при создании благоприятных условий для фиксации биологического азота, доля его может быть увеличена в 6-7 раз и достигать примерно 35%. Известно, что азот воздуха фиксируют:

1. Свободно живущие в почве (на корнях, надземных органах, на поверхности почвенных частиц) микроорганизмы;

2. Симбиотические микроорганизмы.

Ни те, ни другие не накапливают нитратный азот, нет загрязнения, плодородие почв с их участием не падает, а растет. Способностью к образованию симбиотических систем обладают, прежде всего, растения из семейства Бобовые. (При определенных условиях могут и растения других семейств).

Как активизировать фиксацию и накопление биологического азота? Пути активизации бобово-ризобиального симбиоза:

1. Для каждого вида бобовых культур, даже сорта, подобрать наиболее продуктивные виды и штаммы микроорганизмов;

2. Клубеньковые бактерии очень чувствительны к реакции почвенного раствора. Поэтому требуется создание оптимальной реакции почвы или необходимо подобрать штаммы и культуры (сорта) соответственно фактической реакции почвы.

3. Необходимо обеспечить оптимальную влажность почвы (Для однолетних бобовых - в период налива семян, для многолетних трав в течение всей вегетации). Либо же надо подобрать системы «растение - азотфиксирующие бактерии», устойчивые к временному недостатку влаги.

4. Оптимальный уровень фосфорного и калийного питания. При недостатке этих элементов питания в почве необходимо внести их в виде минеральных удобрений.

5. Обеспеченность почв микроэлементами не ниже среднего уровня. Особенно важны бор и молибден. При низком уровне их содержания - вносятся с удобрениями. Возможен лимит железа, цинка, кобальта.

6. Азотфиксация аэробный процесс: на 1 см³ фиксированного азота воздуха расходуется 3 см³ O₂. Отсюда необходима оптимальная плотность почвы, обеспечивающая активный газообмен почвенного и атмосферного воздуха.

7. Активность симбиоза снижает все, что снижает фотосинтез - сорняки, болезни, вредители, низкое качество выполняемых агроприемов, низкое качество семян, несвоевременность и низкое качество выполнения работ.

Отсюда задачи:

- технологически создать оптимальные условия среды обитания;
- совершенствование структуры посевных площадей, увеличение доли бобовых культур, но не допустить и перенасыщения (вспомним клеверутомление!, судьбу желтого люпина!).

Технологии производства продукции растениеводства, свободной от пестицидов.

Ущерб урожаю, наносимый вредными организмами (вредители, болезни, сорняки), огромен. Агрономическая практика и наука выработали за многие годы систему различных методов борьбы с ними.

- агротехнические приемы:

- севооборот (прежде всего, снижает запасы вредных организмов);
- своевременная и правильная система обработки почвы;
- механическое уничтожение сорняков - прополка;
- при очень высокой засоренности полей введение в севообороты паровых полей;
- включение в севооборот в качестве промежуточных сидеральных культур растений из семейства капустные, выполняющих санитарные функции;
- устройство ловушек с приманками.

Новый этап — применение химических средств — их многие сотни и тысячи.

Пестициды в той или иной мере опасны для здоровья человека и животных. Наиболее опасны пестициды стойкие, с длительным периодом детоксикации, способные проникать в растения и накапливаться в них.

По современным представлениям «хорошие», что ли, пестициды должны отвечать таким требованиям:

- обладать узкой избирательной способностью;
- иметь короткий период детоксикации (2-8 недель);
- радикалы пестицидов не должны быть токсичными для теплокровных;
- пестициды не должны накапливаться в растениях.

Однако большинство пестицидов, применяемых в настоящее время, этим требованиям не отвечают. Так, период детоксикации - как правило - 5-6 мес, а у некоторых достигает до нескольких лет — (2-3 года). Накапливаясь в растениях, они с продуктами растениеводства, попадают в организм человека и животных, вызывают там нарушение физиологических функций, обмена веществ. Остаточное количество пестицидов в растительных продуктах должно быть под постоянным контролем. (А также в почве, воде, воздухе, как сейчас говорят, необходим «мониторинг»).

В случаях, когда при возделывании тех или иных культур применялись стойкие пестициды, рекомендуется, а точнее необходимо, провести анализ почв на остаточное содержание пестицидов. На основании этого анализа составляется картограмма полей, на основании которой корректируется структура посевных площадей и размещение культур по полям. На загрязненных полях следует возделывать культуры, урожай которых используется на технические цели или семена.

Загрязненные поля должны находиться под постоянным токсикологическим контролем до полной их детоксикации. Ускорению детоксикации способствует внесение повышенных норм органических удобрений — усиливается микробиологическая деятельность почв. Аналогично действие сидератов, соломы, внесенной с минеральными азотными удобрениями.

Мировая практика получения биологически чистых продуктов растениеводства (+ животноводства) предусматривает создание нормативной базы для оценки уровня загрязнения почв. Обычно устанавливают три уровня концентрации в почве вредных химических соединений: фоновый, повышенная концентрация и концентрация пороговая. Разработан регламент содержания различных веществ.

Альтернативу технологиям, основанным на широком применении пестицидов, с целью снижения пестицидной нагрузки на окружающую среду, могут составить:

1. Строго соблюдать дозы, сроки, способы применения пестицидов. Подбирать пестицид для каждого конкретного случая и поля. При этом следует использовать пестициды с узкой избирательной способностью и коротким периодом детоксикации, пестициды, радикалы которых нетоксичны для теплокровных животных и человека.

2. Биологические методы борьбы с вредными организмами. В частности разведение и использование паразитов вредных насекомых, патогенных микроорганизмов, феромонов

(половых гормонов насекомых), растений аллелопатов (овес, крестоцветные), нематод, т.е. санитаров.

3. Агротехнические методы борьбы.

Производство продукции растениеводства, свободной от радионуклидов и тяжелых металлов.

Опыты с радиоактивными изотопами. Повышение урожайности. После аварий, атомное оружие, взрывы атомных станций, нарушения охранных мероприятий - уровень радиации значительно повысился, отдельные территории загрязнены радионуклидами.

Пестрота территорий по степени загрязнения.

Слабозагрязненными считаются территории при загрязнении почвы (цезий - 137) до 5 Ки/км². Такое излучение не оказывает сколько-нибудь (заметного) уловимого отрицательного влияния на растения и животных. На этих почвах можно возделывать все культуры, применяя традиционные технологии.

5-15 - среднезагрязненные. Продукция растениеводства пригодна для пищевого использования. Она подвергается выборочному радиационному контролю.

15-40 Ки/км² - сильнозагрязненные почвы. На этих почвах можно выращивать сельскохозяйственные растения. Однако для получения продукции с содержанием цезия не выше допустимого уровня необходимо обязательно проводить специальные защитные мероприятия. Продукция должна подвергаться строгому радиационному контролю.

больше 40 Ки/км² - высокозагрязненные почвы. Угодья с таким уровнем загрязнения должны выводиться из севооборота. Здесь можно размещать семенные посевы (особенно многолетние травы), культуры, используемые на технические цели (кроме льна).

В зависимости от того, какова степень загрязнения почвы (и воды) радионуклидами, они в разных объемах накапливаются в растениях.

Разработаны ВДУ (временно допустимые уровни) накопления радионуклидов в растениях и продуктах животноводства.

Более опасны радионуклиды стронция 90, чем цезия 137. Поэтому ВДУ на него, на порядок ниже.

Цезий - калий

Антагонист стронция - кальций.

Кормление и реабилитация животных.

Специальные мероприятия.

При содержании радионуклидов 15-40 Ки/км² поступление их в растения можно снизить с помощью известкования: Са антагонист стронция.

Повышение содержания К₂О в почве в несколько раз снижает поступление цезия. Лучше использовать калийные удобрения, не содержащие С1, нежелательно применять 40% калийную соль. (С1-ион уносит в подпахотный горизонт катион Са⁺⁺).

Внесение азотных удобрений, особенно в повышенных дозах, стимулирует усвоение катионов цезия и стронция. Эффективен биологический азот (при условии достаточного содержания в почве Р и К, а также Са, а также В, часто Мо + инокуляция).

Внесение навоза снижает накопление цезия 137 в культивируемых растениях. А вот компост на основе кислого торфа - наоборот увеличивает переход цезия в растения из почвы. Т.е. торф надо в данном случае известковать.

Первоначально глубокая вспашка, а потом чизелевания - чтобы не выворачивать.....

Исключить междурядные обработки - пыль.

Производство продукции растениеводства свободной от тяжелых металлов.

Наиболее опасные для здоровья человека тяжелые металлы: ртуть, свинец, мышьяк, цинк, олово, сурьма, никель, молибден, медь, кадмий, кобальт, барий, хром.

При проведении агрохимических обследований почв анализ на содержание тяжелых металлов не проводится. И, следовательно, таких картограмм нет. Поэтому, при необходимости химический анализ почвы того или иного поля проводится индивидуально

в частном порядке. ПДК подвижных тяжелых металлов установлены. Для большинства из них они составляют 20-60 мг/кг почвы. Хотя для Zn - 230. Также разработаны ПДК концентрации тяжелых металлов в продуктах питания, мг/кг. Для большинства 0,1-0,5 мг (Хотя для Zn - 10-50, Cu - 5-10).

Снизить поступление тяжелых металлов в растения можно:

- за счет известкования снижается поступление двух валентных тяжелых металлов (кобальт, никель, цинк, ртуть, кадмий);
- надо довести pH до 6,5-6,8;
- снизить поступление одновалентных тяжелых металлов (хром, никель) можно за счет значительного повышения в почве содержания K_2O - до 130-150 мг/кг почвы;
- не применять минеральные удобрения, в состав которых входят тяжелые металлы;
- выращивать культуры, которые минимально потребляют тяжелые металлы;
- на сильно загрязненных полях выращивать культуры, предназначенные для получения семян и на технические цели.

Периодически следует контролировать продукцию на содержание тяжелых металлов.

Пестициды. Скажем коротко, необходим дифференцированный подход.

Тема 4. Альтернативные технологии в растениеводстве

Предтечей научно обоснованных альтернативных взглядов на вопросы производства растениеводческой продукции явилась теория адаптивной интенсификации, разработанная Жученко А.А.

Основные отличия техногенной и адаптивной интенсификации представлены в табл.3.

Таблица 3 Основные отличия техногенной и адаптивной интенсификации

Показатель	Техногенная	Адаптивно-интенсивная
Факторы интенсификации	Преимущественно химико-техногенные, базирующиеся на все возрастающем использовании исчерпаемых ресурсов	Биологизация и экологизация интенсификационных процессов, вовлечение качественно новых факторов
Использование ресурсов	Экспоненциальный рост затрат невосполнимых ресурсов, в т.ч. энергии на каждую дополнительную единицу продукции	Максимальное использование воспроизводимых и неисчерпаемых ресурсов в продукционных и среднеобразующих процессах агрофитоценозов.
Землепользование	Уравнительное, истощительное, природоопасное	Дифференцированное почвоулучшающее, природоохранное
Районирование территории	Почвенно-климатическое, природо-хозяйственное	Агроэкологическое, ландшафтно-и биосферoadаптивное
Почвы и удобрения	Почва – субстрат; полный возврат питательных веществ	Почва – «живой организм»; формирование ризосферной среды, в т.ч. для ассоциативной и симбиотической азотфиксации, мобилизации труднодоступных соединений минерального питания
Севообороты	Агроэкологически уравнительные, с короткой ротацией или монокультура	Агроэкологически дифференцированные; полидоминантные
Сорта (гибриды)	Высокая потенциальная урожайность при генетической однородности и экологической уязвимости	Сочетание высокой потенциальной урожайности, экологической устойчивости и средоулучшающих функций; генетический полиморфизм
Средства защиты	Стратегия на уничтожение вредных видов; эффекты «пестицидного бумеранга» и «эволюционного танца» в системе «хозяин-паразит»	Интегрированная система, базирующаяся на управлении динамикой численности популяций полезных и вредных видов фауны и флоры, в т.ч. на основе агробиоценотической регуляции
Использование достижений науки	Ограниченная востребованность; игнорирование важнейших законов развития природы и общества	Научоемкость, многофакторность, интегрированность, технологизации новых, в т.ч. фундаментальных знаний
Экологическая безопасность	Разрушение и загрязнение природной среды, сокращение биоразнообразия	Поддержание биологического разнообразия и экологического равновесия в агроландшафтах; высокое «качество среды обитания» как важнейшее условие повышения «качества жизни» человека
Экономика и организация	Государственный протекционизм и конкуренция экономических блоков на мировом рынке продовольствия; узкая специализация хозяйств	Либерализация и интеграция мирового рынка при «разделении труда» на основе адаптивного размещения производства продовольствия; многопрофильность хозяйств

Рассматривая возможности современной селекции и генетической инженерии, Жученко А.А. определяет принципиально новые приоритеты самой селекции растений, вытекающие из их современного понимания:

- роль интегрированности генома у высших эукариот, проявляющейся в формировании блоков коадаптированных генов и сохранении их status quo при передаче наследственной информации от одного поколения к другому;

- необходимость перехода от управления изменчивостью моногенных признаков к комбинаторике количественных (полигенных) признаков, многие из которых относятся к хозяйственноценным;

- первостепенную роль мейотической рекомбинации (а не мутаций) в формировании потенциальной, свободной и доступной отбору генетической изменчивости у растений, роль абиотических и биотических факторов внешней среды, определяющих не только направление и темпы естественного отбора, но и выступающих в качестве индукторов генетической изменчивости;

- создание источников и доноров хозяйственно-ценных признаков и свойств сельскохозяйственных растений для выведения новых сортов сельскохозяйственных культур, ориентированных на стабильно высокую, на 30-50% выше существующего урожайность;

- создание трансгенных растений картофеля с повышенной устойчивостью к фитопатогенным микроорганизмам; исходного материала для получения сортов картофеля, устойчивых к парше;

- усовершенствование генно-инженерной технологии получения рапса с целевыми генами;

- создание эффективных источников устойчивости пшеницы к септориозу;

- создание ген-источников для селекции ячменя с высокими пивоваренными качествами, зимостойкостью, болезнеустойчивостью, устойчивостью к поражению темно-бурой пятнистостью;

- создание самоопылённых линий сахарной и кормовой свёклы на основе использования ядерного гена стерильности;

- создание коллекции генетических источников рапса на зимостойкость, гибридность и качество;

- разработка генетических основ селекции гибридного подсолнечника, адаптированного для возделывания в условиях республики, устойчивого к белой и серой гнили, мучнистой росе);

- разработка методов комплексной оценки качества зерна ржи, пшеницы и тритикале по белковым маркерам в целях сокращения сроков выведения сортов за счёт повышения точности оценок, выделения ценных, уникальных генотипов;

- создание на основе межвидовой гибридизации и клеточной инженерии нового исходного материала картофеля, устойчивого к фитофторозу, вирусным и бактериальным болезням, с повышенным содержанием сухих веществ. Выведение конкурентоспособных сортов картофеля с высокой биологической ценностью.

Альтернативные системы обработки почвы.

В практике современного земледелия существуют 5 различных технологий обработки почвы: классическая (отвальная), безотвальная, минимальная, нулевая и комбинированная. Как следует из литературных источников, за рубежом все-таки доминирует отвальная обработка почвы. Так, из 1,5 млрд га пашни, которой располагает наша планета, безотвальная обработка используется на 0,4, а нулевая – на 0,1 млрдга, т.е. совокупно на 30% пахотных земель. Географически это в основном степная и полустепная зоны. В Европе минимализация обработки почвы не нашла широкого распространения. Здесь удельный вес классической технологии подготовки почвы составляет 70-75%, безотвальной – 20-25%, прямого посева в необработанную почву – менее 5%.

В традиционной системе (наиболее древней из всех систем обработки почвы) используют основную обработку почвы (вспашка отвальным плугом), культивацию, как предпосевную обработку почвы и посев с прикатыванием. Пашут дважды в год: весной в

конце марта-апреля, в зависимости от возможности «выйти» в поле – после зимы земля напитана водою и колесные тракторы, например, могут начинать качественно работать примерно на 2 недели позже, чем гусеничные, с меньшим удельным давлением на грунт и большей площадью сцепления; и осенью в октябре-ноябре после уборки урожая (зяблевая вспашка). Дополнительно, перед зяблевой вспашкой проводят лушение с целью разрыхлить верхний слой почвы, подрезать сорняки и завернуть в почву их семена. Последующая вспашка позволит решить важный вопрос заделки не только пожнивных остатков в землю и проросших сорняков, но и уничтожается до 50% зимующего запаса проволочников и других вредителей. Одновременно, отвальная система является самой энергозатратной, т.к. связана с применением большего количества орудий.

В современном виде технология полосного вспахивания или в оригинале «Strip-till» является относительно молодой. Впервые этот термин начали использовать около 10 лет назад. По своей сути методика переключается с нулевой обработкой почвы, обеспечивая такую же эффективность, но при этом имеют место преимущества традиционного способа землеобработки.

В качестве главной особенности данной технологии мы бы выделили минимальную обработку почвы. Применение полосного вспахивания предполагает, что фермер сеет семена в определенные ряды, как правило, 20-25 см в ширину, обрабатывая их потом специальной техникой. В итоге появляется возможность затрагивать только те участки земли, куда непосредственно будут закладываться семена. То есть при вспахивании остальные земли останутся нетронутыми и, соответственно, не будут повреждаться. Такая методика позволит вам целесообразно распределить участки почвы. Например, на те, которые будут обрабатываться, или на те, которые будут «отдыхать». Подобное планирование позволит вам составить план посевов, не истощая всю площадь посевных земель.

Следующим фактором-особенностью полосного вспахивания является возможность параллельно с посевом семян использовать химические вещества и удобрения. Достаточно эффективным с экономической точки зрения будет тот факт, что при Strip-till-технологии вы с уверенностью и без нанесения какого-либо вреда почве сможете использовать жидкие формы удобрений. К тому же благодаря рядности посевов можно распределить их количество, не растрачивая удобрения на незасеянные участки земли. А также сделать процесс удобрения довольно точным и целенаправленным, нанося вещества прямо возле корня растений.

К еще одному достоинству полосной обработки причисляют создание отличных аэробных условий и семенных ложе. Как и в случае нулевой обработки, кислород с легкостью проступает в почву, ускоряя таким образом распад органических веществ.

Конечно же, при использовании технологии вам понадобится специальное оборудование. Совместив его работу с посадочной машиной, вы сможете сократить количество выездов на посадочную площадь вплоть до двух или даже одного раза. Данная особенность полосной обработки поможет вам сэкономить как нематериальные (время), так и материальные ресурсы (топливо, оплата труда). Продолжая тему выгоды методики, заметим: одно из научных исследований показало, что урожайность полей после этого типа обработки возросла.

Теперь расскажем о тех особенностях полосной обработки, которые имеют менее позитивные характеристики. Как и любой способ обработки земли, технология имеет и ряд недостатков. Во-первых, если вы выбрали именно Strip-till –технологию будьте готовы к тому, что борьба с сорняками станет занятием еще более сложным и трудоемким. Для этого вам возможно понадобится весь арсенал приспособлений: от смеси запашных культур до гербицидной обработки. Что в свою очередь увеличивает итоговые расходы на обработку земли.

Специфическим является вопрос обеспечения самого процесса полосного вспахивания. Если предполагаемый участок земли под обработку находится на равнинной

поверхности, маленького трактора вполне хватит для передвижения нужного оборудования. Но если ландшафт участка имеет склоны, пусть даже и совсем небольшие, для данной ситуации понадобятся или дополнительные тяговые силы в виде лошадей, или же трактор больших размеров. В идеале данные условности не имеют никаких негативных характеристик, но с точки зрения дополнительных и относительно немалых затрат, могут повлиять на принятие решения о применении полосного вспахивания.

Итак, давайте резюмируем все особенности предлагаемой технологии:

- Полосное вспахивание обеспечивает минимальную обработку почвы, семена сеются в ряд 20-25 см в ширину.
- Применяя технологию, вы сможете использовать химические вещества и удобрения, в том числе жидкие. Существенно при этом их экономя.
- В кооперации с посадочной машиной использование оборудования для полосного вспахивания сохранит ваше время, сокращая количество нужных выездов на участок.
- Обратите внимание, что возделывая землю таким способом, уничтожать сорняки станет довольно трудоемким и затратным занятием.
- В процессе принятия решения об использовании полосного вспахивания учитывайте свойства ландшафта вашей площади для вспахивания. При наличии склонов, вам понадобится большой трактор или достаточное количество лошадей. Данные условия могут вызвать дополнительные затраты. И немалые.

Напоследок хотелось бы отметить, что использование полосной технологии является довольно удобным видом обработки. Кроме возможности планировки посевов по рядам, вы также сможете сэкономить на удобрениях и затратить на порядок меньше времени на обработку вашего участка земли. Впрочем, у способа имеются также и вышеизложенные недостатки, которые обязательно следует учитывать.

Особенности технологии No-till

Десять ключевых факторов для правильного внедрения No-till.

1. Углубляйте знания о системе.
2. Сделайте почвенный анализ на полях и примите меры для достижения баланса между питательными элементами и показателем pH.
3. Не используйте в сельскохозяйственных нуждах почву с плохим дренажем и разберитесь, годятся ваши почвы для метода no-till или нет.
4. Разровняйте почвенную поверхность.
5. Устраните уплотнение почвы перед тем, как начать использовать систему No-till.
6. Создайте самое большое количество мульчи на поверхности почвы.
7. Приобретите сеялку no-till.
8. Начните использовать систему на 10% полей хозяйства.
9. Используйте севообороты культур и сидеральные покровные культуры.
10. Постоянно обучайтесь и следите за нововведениями в данной системе.

Заводское земледелие

Проект первого такого моста предложил ещё в 1861 году (год отмены крепостного права в России) английский инженер Халкотт. Металлическую ферму своего необычного моста он установил на две опоры, но опоры не в виде свай или столбов, а использовал два паровоза (!). До Халкотта до такого безобразия никто не додумался, чтобы мост установить на поле, да ещё на паровозы. Чтобы признать этот чудо-мост изобретением (а Халкотт на это, естественно, претендовал), следовало выяснить: для чего такой мост пригоден и зачем он нужен. Оказывается, Халкотт предложил вдоль поля проложить два железнодорожных пути, установить на них свой чудо-мост, подвесить к ферме моста земледельческие орудия труда, например плуги, и широким фронтом пахать поле. Английская патентная служба в тему «врубилась» и выдала изобретателю патент на чудо-мост, а сам процесс его использования стали называть «мостовым земледелием». Удалось

или нет Халкотту построить свой чудо-мост – история умалчивает. Есть предположение – не удалось. Иначе Халкотт был бы известен широкой мировой общественности так же, как Леонардо да Винчи или Томас Эдисон, а мостовое земледелие широко использовалось бы не только в Туманном Альбионе.

В 1930 году проект моста, установленного на поле, предложил молодой учитель из Подмосковья некто Михаил Правоторов, назвав свой мост «Мостовым станом». Как и Халкотт, металлическую ферму он установил на опоры, но не на паровозы, а на гусеничные ходовые части с электромоторами. На ферму он предлагал подвешивать земледельческие орудия труда, например плуги, и пахать землю широким фронтом в 25, или в 50, или даже в 100 метров шириной. Вычертив довольно примитивный чертёж, Михаил Правоторов стал показывать его сначала своим товарищам, а потом и в Наркомате земледелия молодой Советской республики. В Наркомате земледелия к мостовому стану Правоторова отнеслись доброжелательно и даже собирались выделить на его реализацию 50 тысяч рублей золотом. К этим предполагаемым золотым рублям быстро пристроился голландский инженер Рутгердс в ранге соавтора. Правоторов и глазом не успел моргнуть, как его чертёж был грамотно переоформлен, русские слова заменены немецкими, изготовителем намечен немецкий завод Брумбергера, а фамилия Правоторова из чертежа исчезла совсем. Михаил, естественно, возмутился и пожаловался в Наркомат земледелия. Посмотрев на эти неурядицы, Наркомат земледелия золотых рублей решил на мостовой стан не выделять и с мостовым станом завязать. Михаил ещё какое-то время ходил по инстанциям, предлагал внедрить в земледелие своё детище, возмущался бездушию чиновников. Когда свои возмущения он стал подкреплять крепкими выражениями, соответствующие органы его поставили на место, отправив на долгие годы в места не столь отдалённые. Построить свой мостовой стан даже в виде опытного экземпляра Михаилу Правоторову из Подмосковья не удалось.

В 1977 году молодой инженер из Сибири Юрий Жуков в инициативном порядке предложил свой проект моста для поля, который назвал «АМАК-системой». Работая в современном университете в непосредственной близости к последним достижениям электротехники, электроники и автоматики, Жуков буквально напичкал свой мост этими устройствами. Мост превратился в завод, но в завод не стационарный, как в городе, а завод полевой, динамический, самоходный. Говоря пафосно, он предложил первый в мире проект завода-автомата для земледелия. Можно говорить, что предложил он новый метод земледелия – «заводской». По сравнению с существующей классической «тракторной» системой земледелия, заводское земледелие имеет много существенных и важных достоинств. Главное достоинство заключается в том, что колёса технических средств не касаются поверхности активного угодья, на котором произрастают возделываемые растения. Это значит, что поверхность активного угодья не утрамбовывается, не переуплотняется, и в ней обеспечивается нормальный водный и воздушный режимы, благоприятные для растений и полезных микроорганизмов. Всё это обеспечивает значительное повышение урожайности возделываемых культур, иногда в два и три раза! В АМАК-системе не используется моторное топливо, так как она полностью электрифицирована. В ней не используются ядохимикаты, так как применяются современные методы и устройства борьбы с сорняками и вредителями растений: электромагнитные, ультразвуковые, лазерные и другие. В АМАК-системе имеется ещё более десятка важных и существенных преимуществ по сравнению с существующей тракторной системой земледелия, на основе которых в ней обеспечивается существенное снижение себестоимости и энергоёмкости производимой продукции. Рассмотрение этих преимуществ не позволяют сделать рамки этой статьи. Заинтересованный читатель может познакомиться с ними самостоятельно и в любое время на сайте www.amak-sistema.ru, зайдя в Интернет.

Человечество давно и успешно научилось строить различные мосты. Строят их гениальные и не очень гениальные конструкторы, инженеры и архитекторы. На

строительство мостов затрачено и затрачивается десятки и сотни миллиардов рублей, долларов и евро. Очень странно, что для строительства мостов для земледелия по сей день человечество не рискнуло затратить и миллионной доли тех средств, которые оно тратит для мостов через реки и проливы. Можно подумать, что переправить человека с одного берега на другой важнее, чем его накормить. Конечно же, и мостовое устройство Халкотта, и мостовой стан Правоторова, и АМАК-система Жукова, как мосты для полей, давно должны были бы быть построенными и опробованными в земледелии. Хотя бы для эксперимента, чтобы показать их преимущества или недостатки по сравнению с тракторной системой земледелия. Мосты для земледелия, как представляется, не менее нужны людям, чем мосты через реки и проливы. А может быть – гораздо больше нужны. Пользоваться мостами и ходить с одного берега на другой приходится не всем и не всегда, а каждый день вкусно и сытно есть – хочется всем и всегда.

Тракторная система земледелия пока нас кормит, но требует очень много моторного топлива и живого непосредственного труда. Заводское земледелие на основе АМАК-систем может так же нас кормить, как и тракторное, но потребует для этого значительно меньше энергии и живого непосредственного труда. В этом случае экономия ресурсов (энергии и живого непосредственного труда) может быть весьма значительной и в денежном выражении составить многие сотни миллиардов рублей. И экологи за АМАК-системы скажут большое спасибо, так как жечь миллионы тонн моторного топлива и разбрасывать миллионы тонн ядохимикатов на поля необходимости не будет. Сами травиться не будем, животных и птиц сохраним для наших потомков. Сегодня мы строим мосты через реки и проливы, но пора строить и мосты в полях – заводы-автоматы, которые нас накормят, сэкономят ресурсы и защитят природу. Время подошло.

С точки зрения использования техники, современное земледелие можно представить тремя видами: ручное, тракторное и заводское.

Ручное земледелие технику не использует (применение лопат, вилок, граблей и т. п. – не в счёт).

Тракторное земледелие использует трактора, прицепные агрегаты, комбайны, автомобили, дождевальные машины и т. д.

Заводское земледелие использует АМАК-системы.

Ручное земледелие существует несколько тысяч лет и используется по сей день. Тракторное земледелие существует примерно 200 лет и применяется сегодня повсеместно. Заводского земледелия пока нет – оно лишь запроектировано предложенным проектом «АМАК-система». Первые два вида земледелия в примерах не нуждаются, а вот заводское земледелие требует развёрнутого пояснения. АМАК-система – это динамичный самоходный завод для производства растениеводческой продукции на больших окультуренных угодьях равнинного типа, использующий АМАК – автоматизированный мостовой агротехнический комплекс. Поскольку АМАК-система – это завод, отсюда и название «заводское земледелие». АМАК-система включает: АМАК, навесные агрегаты, технологическую площадку, канал-хранилище и угодье (активное и пассивное с колеями). АМАК предназначен для выполнения всех полевых работ, включая транспортные. Навесные агрегаты предназначены для непосредственного взаимодействия АМАК с растениями и почвой при выполнении различных видов полевых работ. Технологическая площадка предназначена для размещения и хранения навесных агрегатов. Канал-хранилище, как многоцелевое сооружение, предназначено для транспортировки воды (в весенне-летний период), для хранения урожая (в осенне-зимний период), для размещения солнечных батарей, для защиты активного угодья от несанкционированных визитёров (людей и животных). Активное угодье предназначено для выращивания возделываемых растений и размещения постоянных колеи (рельсовых или грунтовых). Пассивное угодье предназначено для размещения технологической площадки, канала-хранилища и постоянных колеи (рельсовых или грунтовых). Необходимость выделения заводского земледелия в самостоятельный вид обуславливается тем, что используется

принципиально новая техника и принципиально новая технология полевых и транспортных работ. И действительно: в заводском земледелии нет ни тракторов, ни комбайнов, ни автомобилей, а есть принципиально иная техника. В заводском земледелии агрегаты (культиваторы, сеялки, разбрасыватели удобрений и т. п.) не волокутся или перекачиваются по активному угодию, как в тракторном земледелии, а переносятся над активным угодем. В заводском земледелии транспортные коммуникации пространственно упорядочены, в то время как в тракторном земледелии они пространственно не фиксированы и носят вероятностный характер. Заводское земледелие имеет ряд новых свойств (качеств), которых не имеет тракторное земледелие. Для примера рассмотрим только три свойства заводского земледелия (их значительно больше). Свойство первое. В заводском земледелии поверхность активного угодия не уплотняется колёсами и гусеницами каких-либо устройств и транспортных средств. АМАК перемещается вдоль активного угодия только в челночном режиме и только по постоянным колеям (рельсовым или грунтовым). Активное угодие, единожды вспаханное, взрыхлённое и окультуренное, в последующие десятилетия не будет утрамбовываться и будет всегда рыхлым и оптимальным для водного и воздушного режимов, необходимых растениям и полезным почвенным микроорганизмам. Почти идеальная структура почвы обеспечивает высокие урожаи выращиваемых культур, что недостижимо в тракторном земледелии. Свойство второе. В заводском земледелии в течение одного лета возможно производить многократную уборку урожая с одних и тех же растений, не повреждая их. Наиболее эффективно это свойство реализуется при выращивании легко осыпающихся зерновых, например, гречихи. Гречиха цветёт и плодоносит в течение почти всего лета. С помощью АМАК и специальных уборочных навесных агрегатов возможна многократная уборка созревших зёрен гречихи, не допуская их потери. Максимальная биологически возможная урожайность гречихи, как показали исследования учёных, составляет 20 тонн с гектара. В заводском земледелии получить такую урожайность гречихи возможно, в тракторном земледелии – невозможно в принципе. Свойство третье. Заводское земледелие является не только механизированным, но и полностью электрифицированным и автоматизированным, чего нет в тракторном земледелии и вряд ли будет в перспективе. Более того, при использовании солнечных полупроводниковых батарей и аккумуляторов (временно пока дорогих и малоиспользуемых), заводское земледелие может быть полностью энергонезависимым производством и работать всецело и полностью только от солнечной (возобновляемой) энергии. В тракторном земледелии это невозможно. В плане науки, конструирования и практической деятельности заводским земледелием ни в России, ни в других странах мира сегодня, по большому счёту, никто не занимается. Все заняты тракторным земледелием. В современных агроуниверситетах молодых студентов учат тому, как пахать и сеять с помощью прицепных агрегатов и тракторов, как конструировать и строить трактора, комбайны и дождевальные машины, как использовать и сжигать в двигателях моторное топливо и многому чему ещё. Почти уверен, что 99,9% этих студентов ничего не знают ни о заводском земледелии, ни об АМАК-системе, проект которой создан сибирским инженером почти 40 лет тому назад. А ведь заводскому земледелию, особенно связанному с зерновым производством, принадлежит будущее. Известный китайский философ и учитель Конфуций (555 – 479 гг. до н. э.), глядя на то, как вручную люди возятся с землёй, а рядом пасутся и бездельничают буйволы и лошади, сказал земледельцам «У вас есть паруса, а вы вцепились в якорь».

АМАК-система включает: АМАК – автоматизированный мостовой агротехнический комплекс (практически, самоходный завод, отсюда и название метода земледелия – заводской), канал-хранилище – универсальное сооружение двойного назначения, навесные агрегаты и контактную линию электропередачи (подробнее – см. сайт amak-sistema.ru).

В заводском земледелии, как и в натуральном, реализуется философия Фукуоку – бережное и нежное отношение к земле. АМАК, двигаясь всегда только по постоянным

колеям, не уплотняет поверхность активного угодья, не травмирует растения, как это делают тракторы, комбайны, автомобили в современной системе земледелия (условно «тракторной»). Более того, поверхности активного угодья и растений не касается даже нога человека, чего не мог сделать даже Фукуока на своём фермерском участке (ходить по участку ему всё равно приходилось).

В заводском земледелии, в отличие от натурального земледелия Фукуока, качественно преобразуется живой труд человека. Метод Фукуоку требует от человека хорошего физического здоровья, любви к здоровому физическому труду непосредственно на земле в активном контакте с растениями, а также необходимых агробиологических знаний. Метод заводского земледелия требует от человека приемлемого здоровья, агробиологических и технических знаний. На ферме Фукуоку могли работать юные студенты и студентки вузов Японии, на АМАК-системе могут работать только инженеры-операторы и инженеры-агрономы с высшим образованием.

В заводском земледелии, в отличие от натурального земледелия Фукуока, многократно повышается производительность непосредственного живого труда. У Фукуока один человек обрабатывает 0,1 га и получает урожай зерновых 0,58 т. Производительность труда при этом можно охарактеризовать как 0,58 т/чел. В АМАК системе один человек обрабатывает 500 га и получает урожай зерна 5000 т, при этом его производительность равна 5000 т/чел. Как видно, производительность непосредственного живого труда в АМАК-системе в 8 620 раз выше, чем на ферме у Фукуока.

Если в России всё зерно производить с помощью АМАК-систем, то потребовалось бы 14,3 млн. га активных угодий равнинного типа, 1430 АМАК-систем и 28 600 высококвалифицированных инженеров-операторов и инженеров-агрономов с высшим специальным образованием. Как это выглядело бы по сравнению с другими методами земледелия – видно из таблицы 4.

Таблица. 4. Основные показатели трёх методов земледелия

Показатель	Земледелие (метод)		
	Натуральное	Тракторное	Заводское
Собрано зерна в год, млн. т	1,16	91,3*	143
Урожайность, т/га	5,8	2,0	10,0
Использованная площадь земли, млн. га	0,2	45,4**	14,3
Количество работников, чел.	2000000	2000000	28600
Площадь земли, обрабатываемая одним работником, га/чел.	0,1	22,7	500
Производительность труда, т/чел.	0,58	45,65	5000
Используемая техника (основная)	0	363200 тракторов; 272400 комбайнов; 317800 автомобилей; 1089600 прицепных агрегатов	1430 АМАК-систем

* валовой сбор зерна в России в 2013 году;

** использованные площади под зерновые в России в 2013 году

Приведённая таблица хорошо демонстрирует известный из диалектического материализма закон перехода количественных изменений в коренные качественные. Переход от натурального земледелия к тракторному примерно на два порядка увеличил производительность живого непосредственного труда, качественно изменив материальную базу. Переход от тракторного земледелия к заводскому примерно на два порядка увеличил производительность непосредственного живого труда, ещё раз качественно изменив материальную базу.

Натуральное земледелие и заводское земледелие – полярные методы. Метод натурального земледелия игнорирует науку, технику и удовлетворяется низкой производительностью непосредственного живого труда. Метод заводского земледелия наоборот – использует все современные достижения науки, техники и обеспечивает высокую производительность живого непосредственного труда. Но, несмотря на кардинальное различие, у них есть очень важная общая часть – они бережно и нежно относятся к земле, в отличие от современной тракторной системы земледелия, которая и сегодня травит землю химикатами, утюжит и утрамбовывает её колёсами и гусеницами сотен тысяч машин и механизмов, от которых и натуральное, и заводское земледелие отказались полностью и бесповоротно. А также, они полностью отказались от ядохимикатов и не используют никакого жидкого топлива.

Экологически чистые волновые технологии в сельском хозяйстве

Технологическая революция XXI века в сельском хозяйстве характеризуется применением высоких технологий, к числу которых следует отнести, в первую очередь, генную инженерию. Также для борьбы с сокращением полезных сельскохозяйственных угодий в Израиле применяется технология создания почвенной массы искусственным путем в течение нескольких суток.

В растениеводстве для сокращения объемов применяемых искусственных минеральных удобрений проводится поиск эффективных стимуляторов роста растений.

Выполненные исследования в области радиофизики позволяют рассмотреть альтернативный способ повышения продуктивности сельскохозяйственных культур на основе воздействия искусственных радиофизических процессов излучения на биологические объекты с учетом экологических требований предельно допустимых норм параметров излучения. Наиболее известными являются экспериментальные и теоретические работы по облучению различных биологических объектов (семена, микроводоросли, дрожжи, бактерии) сверхвысокочастотным, микроволновым и лазерным излучениями. В данной работе рассматривается экспериментальный материал по эффективности воздействия микроволнового излучения на семена, животных и микроводоросли. Это объясняется тем, что высокая стоимость аппаратуры, малый угол рассеяния лазерного излучения и ряд других технических причин делают лазерную аппаратуру менее конкурентной по сравнению с аппаратурой микроволнового (миллиметрового) излучения.

Проблемы электромагнитного облучения биологических объектов

Взаимодействие электромагнитных волн с живыми организмами с давних пор привлекало внимание исследователей, особенно миллиметровых радиоволн (1— 10 мм). Первые публикации по действию коротковолновых электромагнитных излучений (ЭМИ) крайне высоких частот (КВЧ) на организм появились в 1966 году. Затем было установлено эффективное воздействие излучений миллиметрового диапазона КВЧ при нарушении нормального функционирования, а также возможность их использования для повышения сопротивляемости организма.

В медицине КВЧ-терапию применяют при лечении язв желудка и двенадцатиперстной кишки, трофических язв, травм мягких и костных тканей, стенокардии, некоторых онкологических и других заболеваний.

В дальнейшем установили, что КВЧ-излучения разных волновых диапазонов повышали активность биологических объектов и защитных реакций организма при воздействии неблагоприятных факторов. Так, например, количество кишечной палочки, выделяющей колицин, возрастало в 2— 3 раза, грибы рода *Aspergillus* повышали фибринолитическую активность в 2— 2,5 раза, а дрожжеподобный гриб *Endomycopsis* увеличивал на 50% продукцию амилолитического фермента после облучения волнами КВЧ. Под действием на кожу ЭМИ в 2—3 раза снижалось токсическое действие рентгеновского облучения или химиотерапевтических препаратов на костномозговое кроветворение у мышей.

Механизм воздействия КВЧ- излучения биологических объектов и эффектов воздействия

Полученные нами данные по действию КВЧ-излучения на фотосинтезирующие организмы, начиная с первых работ по этому направлению, позволяют сформулировать несколько положений, которые позже дадут возможность предложить общий механизм действия миллиметровых волн на клетки:

- отсутствие O_2 в момент облучения культур фотосинтетиков приводило к снятию выраженного стимулирующего действия КВЧ-излучения;
- исчезновение стимулирующего эффекта КВЧ-излучения после добавления селенита натрия (Na_2SeO_3);
- несоответствие между малой величиной поглощенной энергии при однократном КВЧ облучении культур фотосинтезирующих организмов (про- и эукариотов) и величиной "ответа", выражающегося в значительном увеличении выхода биомассы (200 - 250%), интенсивности фотосинтеза (до 350%), нарастании количества фотосинтезирующих пигментов и уровня экскреции в среду органических соединений,
- изменение проницаемости мембран клеток фотосинтетиков при однократном КВЧ-облучении для ряда ионов,
- пролонгированное стимулирующее действие КВЧ-излучения на культуры фотосинтетиков, наблюдаемое с уменьшением эффекта в последующих пассажах.

На основании анализа литературных данных и собственных исследований выявлен специфический характер воздействия коротковолновых электромагнитных излучений на живые организмы, включающий:

- общность для всех живых объектов — от микробов до млекопитающих — основных закономерностей воздействия на них КВЧ-излучений. Это свидетельствует, что миллиметровые электромагнитные волны влияют на некоторые универсальные процессы, регулирующие жизнедеятельность;
- отсутствие связи между биологическим эффектом и нагревом, радиационным разрушением тканей;
- высокую биологическую воспроизводимость результатов экспериментов.

Отмечено, что ЭМИ соответствующей частоты колебаний могут активно влиять на больной организм до его выздоровления после этого дальнейшее облучение становится недейственным. Однако облучение на других частотах может подготовить организм к последующим неблагоприятным воздействиям, например к побочному действию химических препаратов или ионизирующей радиации, и сделать организм менее восприимчивым к ним.

Данные многочисленных исследований позволили предположить, что выбором рабочих частот (спектра частот) ЭМИ можно добиться благоприятного влияния на ход лечения при многих болезнях, с которыми данный вид организмов может бороться. Воздействие ЭМИ усиливает и ускоряет борьбу с заболеванием, мобилизуя для этого собственные возможности организма в той мере, в которой возраст и различные факторы, нарушающие нормализацию жизнедеятельности, не исчерпали его резервов

Доказано, что сигналы, подобные ЭМИ, вырабатываются и используются в определенных целях самим организмом, а внешнее облучение лишь имитирует их.

Проникая в организм, эти излучения на определенных (резонансных) частотах трансформируются в информационные сигналы, осуществляющие управление и регулирование восстановительными или приспособительными процессами в нем.

Важно также то, что проведение многосекундных облучений не нарушает процесса деления клеток.

Имеются данные, что ЭМИ могут содействовать генным перестройкам, связанным с изменением в геноме положения мобильных генов.

Установлено, что наряду с устранением нарушений или заболеваний, являющихся целью воздействия ЭМИ на определенной частоте, одновременно излечиваются многие

другие болезни. При этом роль КВЧ-излучений сводится к повышению сопротивляемости организма по отношению к побочным токсическим действиям ионизирующего излучения и химиотерапевтических препаратов или к подавлению процесса метастазирования на ранних стадиях.

При проведении экспериментов был получен статистически достоверный стимулирующий эффект интенсивного накопления биомасс, в частности, микроводорослей, имеющий временную, частотную и мощностную зависимости. Кроме того, интенсификация фотосинтетических процессов в облученных клетках микроводорослей сопровождалась повышением выделения кислорода и содержания пигментов, которые необходимы фармацевтической и косметической промышленности.

Механизмы первичного взаимодействия миллиметрового излучения с биологическими объектами еще не расшифрованы, но на основании полученных экспериментальных и литературных данных можно предположить, что в основе стимулирующего воздействия, имеющего резонансный характер, лежат изменения в состоянии клеточных мембран, в первую очередь, их липидной фазы. Так, результаты экспериментов в Израиле и в Украине, выполненные автором, показывают, что рост товарной массы пшеницы составляет 18 - 24%, а биомасса микроводорослей возрастает на 250 -400%. Эти результаты показывают, что облучение семян миллиметровыми волнами способствует всхожести семян и росту растений. Преимуществом облучения семян является то, что облучение не оказывает никакого влияния на генотип растения, сохраняет высокую биологическую активность при повышенных или пониженных температурах, либо при засушливых условиях выращивания растений.

Экспериментальные исследования процессов облучения биологических объектов сельскохозяйственного назначения

Устойчивые в статистическом смысле экспериментальные данные многочисленных экспериментов облучения миллиметровыми волнами различных биологических объектов позволяют говорить о применении миллиметрового облучения биологических объектов в качестве экологически чистой биотехнологии для стимуляции выхода биомассы и ускорения роста. Этот метод наиболее перспективен для фотобиотехнологии. Разработанная микроволновая аппаратура имеет следующие преимущества: низкое собственное энергопотребление, малый вес и габариты, простота и надежность в эксплуатации, пригодность для многоцелевого использования, быстрая окупаемость затрат на приобретение аппаратуры.

Технология и аппаратура биостимуляции и обеззараживания семян растений

В настоящее время обнаружена и экспериментально подтверждена возможность одновременного получения эффектов биостимуляции, дезинфекции и дезинсекции при микроволновом воздействии на семена различных сельскохозяйственных культур. Последние результаты в этой области способны помочь созданию новых микроволновых технологий предпосевной обработки зерна и обеззараживания сельскохозяйственной продукции, а также оборудования для их практического применения.

Ожидаемые эффекты: увеличение биомассы урожая с сохранением качеств продукции, сокращение сроков денофаз, уничтожение насекомых-вредителей, обеззараживание продукции.

В период 1992 – 2004 годы проведены лабораторно-полевые исследования с целью определения рабочих режимов микроволнового воздействия на семена основных культур, районированных в Украине, Молдове, России. При этом получены данные о проявлении эффектов обеззараживания семян в условиях переработки и хранения, а также прямых результатов о воздействии микроволнового (МВ) электромагнитного поля на биохимические свойства продукции. Полученные результаты являются основой для разработки и создания МВ-аппаратуры целевого назначения для обработки семян в стационарных и полевых условиях. Исполнителями данной работы были 4 доктора наук, 5 кандидатов наук, 20 специалистов высокого класса.

Микроволновая обработка семян предлагается как один из способов повышения качественных характеристик сельскохозяйственных культур и, в конечном счете - повышения урожайности. Преимуществами МВ-обработки являются экономичность и простота. Так, на обработку одной тонны зерна затрачивается около 200 кДж электроэнергии. Но главное достоинство МВ-обработки заключается в возможности улучшения показателей роста и развития за счет мобилизации внутренних резервов самих семян, без химической обработки или методов генной инженерии.

Экспериментально определены режимы обработки, которые позволяют добиться максимального эффекта на ряде зерновых культур. В настоящее время можно отметить следующие ответные реакции семян на МВ-обработку: 1. При правильном подборе параметров обработки семян (частота колебаний электромагнитного поля, время, мощность) улучшаются качественные характеристики растений, развивающихся из этих семян. 2. МВ-поле способно повысить жизнеспособность посевного материала. 3. Реакция семян разных культур и сортов различна. 4. Полевые сравнительные испытания показали возможность сокращения фенофаз развития (сроков созревания) и рост количества урожая (увеличение зеленой массы) у обработанных семян по отношению к контрольным.

После обработки семян в режиме биостимуляции с помощью биохимических анализов установлено, что в них происходит заметная стимуляция синтеза белка и активности фермента кислая фосфатаза.

В то же время установлено, что превышение оптимальных параметров обработки ведет к угнетению роста семян.

Попытки объяснить явления, происходящие в биологических объектах под воздействием МВ ЭМП, предпринимаются давно. Однако, ввиду функциональной сложности живых клеток, невозможности непосредственного контроля физико-химических показателей метаболической активности в биологической ткани, а также - сложности проведения точных измерений параметров МВ ЭМП и локальных значений физических параметров обрабатываемого материала (таких как температура, давление, влагосодержание), однозначные ответы до настоящего времени не получены.

Основные результаты воздействия МВ-поля на растительную ткань: лабораторная всхожесть и энергия прорастания значительно повышаются при обработке некондиционного зерна; - полевая всхожесть семян после высева в грунт во всех случаях превышает этот же показатель для контрольных образцов (в абсолютных показателях от 2,4 до 12, 5% в зависимости от сорта и исходного качества семян); - сроки прохождения фенофаз растений сокращаются.

Были исследованы эффекты воздействия микроволнового электромагнитного поля на биологическую ткань растительной клетки с целью определения причин усиления роста и выносливости растений, получаемых из обработанных семян. Основой для определения механизмов влияния микроволнового поля на биологические объекты служили следующие факты: электромагнитное поле может воздействовать только на электрически заряженные частицы либо полярные молекулы, в биологической ткани высокая полярность зарядов присуща только молекулам воды; преобразование электромагнитной энергии МВ-диапазона происходит в основном за счет процесса взаимодействия полярных молекул; изменения, произошедшие в зерне, не мешают длительному консервативному хранению. Анализ имеющихся данных привел к предположению, что наиболее вероятной причиной биостимуляции является механическая "расчистка" молекулами воды капиллярной системы растительной ткани (межклеточные структуры, поры плазматических мембран и т.д.). Проведенные эксперименты на семенах пшеницы твердых и мягких сортов, а также на отрезках ножек гриба *Pleurotus ostreatus*., на ряде режимов подтверждают эту гипотезу. Однако, увеличение экспозиции в конечном счете приводило к исчезновению эффекта, что скорее всего связано с явлениями, вызываемыми ростом энергетического воздействия.

Впервые проведена комплексная работа по изучению влияния МВ-поля на выделенные штаммы фитопатогенов (7 видов). Путем варьирования дозы воздействия МВ-поля определены режимы обработки, которые ведут к угнетению фитопатогенов или их гибели.

Прямые эксперименты показали эффективность воздействия МВ-поля на фитопатогены, причем во многих вариантах (сочетание сорта семян и вида фитопатогена) режимы биостимуляции семян и угнетения фитопатогена совпадают.

В настоящее время для повышения всхожести семян и защиты растений от вредителей производят химическую обработку семян и почвы. Для коренного изменения состояния экологии почвы и воздушной среды предлагается прибор предпосевной обработки семян, в котором засыпанные семена облучаются электромагнитными полями различных частот малой мощности в течение короткого времени..

Проведенные эксперименты показали, что после высева облученные семена быстрее всходят на 15–20%, и при созревании выросшие растения из облученных семян на 10 – 15% меньше болеют и погибают от вредителей, что дает прибавку урожая (например, пшеницы до 14 420 – 16 200 кг на 1 га).

Прибор может быть использован для обработки семян в начале и во время их хранения.

От существующих устройств подготовки семян к посеву данная разработка отличается применением нерадиоактивного электромагнитного излучения низкой интенсивности, малой стоимостью, увеличением биомассы урожая с сохранением качеств продукции (зерен), сокращением сроков фенофаз, уничтожением насекомых – вредителей, обеззараживанием продукции (зерен), экологической чистотой облучаемых семян и выращиваемых растений, а также экономией электроэнергии при обработке семян до 30 – 40% и воды при поливе растений на 23 – 35%, меньшей себестоимостью получаемого урожая.

Лабораторные и полунатурные испытания макетов приставки проведены в России, Украине и в Израиле. Прибор (устройство) состоит из типовых элементов микроэлектроники и стандартных узлов электромеханики и гидравлики. В конструкцию производственной установки входят: 1. Ленточный транспортер, с помощью которого зерно подается в загрузочный бункер машины, и на поверхности которого происходит облучение семян; 2. Источник нерадиоактивного электромагнитного излучения; 3. Блок электропитания; 4. Стойка размещения радиоэлектронной аппаратуры, которая расположена над средней частью ленточного транспортера.

Облучение семян происходит при излучении электромагнитной энергии источника через рупорную антенну непосредственно в процессе работы транспортера по загрузке машины. Режимы облучения определяются геометрическими размерами семян, скоростью движения транспортера и мощностью источника.

Прибор прост и удобен в эксплуатации. Обслуживает прибор один - два оператора. В зависимости от количества облучаемых семян, сорта растений ориентировочная цена домашнего прибора для предпосевной подготовки семян малых объемов равна 500 - 700 долларов и производственного прибора для предпосевной обработки семян больших объемов – 6 000 - 9 000 долларов. Срок окупаемости домашнего прибора - 1,4 – 1,9 года и производственного прибора – 0,8 – 1,2 года.

ЭМ — препараты. Состав. Применение.

ЭМ-технология основана на использовании смешанных культур полезных микроорганизмов, живущих в естественных условиях. Будучи очагами роста для быстрого размножения полезной микрофлоры в почве, они способствуют усиленному росту растений и животных.

Первооткрывателем технологии считается японский ученый Теро Хига. Он изучил свыше 3000 основных штаммов, обеспечивающих всю земную жизнедеятельность микроорганизмов, ему удалось открыть суть их регенеративно-дегенеративной взаимосвязи. Оказалось, что как в среде животворных, так и патогенных

микроорганизмов, около 5% штаммов являются ведущими, остальные могут поменять свою исходную ориентацию в ту сторону, где больше лидеров. Таким образом, если в почве больше регенеративных микроорганизмов, то животворной является и сама среда, в которой растения прекрасно себя чувствуют, дают высокие урожаи. Если же преобладают патогенные микролидеры, растения ослаблены, подвержены болезням и вредителям, урожай их низкий. Теро Хига были отобраны 86 лидирующих регенеративных штаммов, выполняющих весь спектр функций по питанию растений, их защите от болезней и оздоровлению почвенной среды, получивших название ЭМ (эффективных микроорганизмов). Препарат, который разработал Теро Хига, называется «Кюссей ЭМ1».

В зависимости от интенсивности применения новой технологии и степени зараженности почв, урожай увеличивается в 1.5-4 раза. Но главным достоинством ЭМ-технологии стала возможность за 3-5 лет, исключив применение химических удобрений и пестицидов, вернуть почвам высокое естественное плодородие и при этом получать высококачественный, экологически чистый урожай.

Вернадский В.И. определил, что живое вещество в основном обитает в почвенном слое 5-15 см. Верхний слой до 5 см толщиной, в котором живого вещества очень мало и который служит своеобразной защитной коркой, им назван надпочвой. Этот слой можно и нужно обрабатывать любым способом, даже переворачиванием на эту глубину - 5 см. Но все, что расположено ниже, пахать с переворотом пласта нельзя. Можно только рыхлить. Это связано с тем, что верхний слой 8-10 см обеспечивает жизнь аэробных бактерий, для которых необходим воздух. В более глубоких слоях обитают анаэробные бактерии, для которых воздух губителен. Поэтому вспашка с переворотом пласта приводит к массовой гибели и аэробных, и анаэробных бактерий и, как следствие, снижению плодородия.

Суть плодородия почв заключается, как утверждает Слащинин Ю.И., в "кормлении бактерий и прочих живых существ", обитающих в почве. Необходимо накормить сначала микробов и червей, а они, в свою очередь, накормят растения. Ни минералы, ни органика сами по себе не переходят в усвояемую форму. Эту функцию выполняют обитатели почв, о которых и необходимо заботиться в первую очередь.

Российский ученый Ю. А. Слащинин очень удачно изложил роль почвенных бактерий и суть главного агротехнического приема: "...В почве, не отравленной химией, обитает громадное количество бактерий: более 20 тонн на гектаре. Примерно столько же в ней проживает червей и прочей живности. По массе это равно стаду коров в сто голов. Так как жизнь бактерий коротка, длится в среднем 20 минут, то после смерти их белковая масса поступает растениям, формируя урожай. Чем больше бактерий и червей в почве, тем выше ее плодородие.

То есть для получения высоких урожаев требуется не удобрение, а кормление! Кормление и ускоренное воспроизводство максимально возможного объема бактерий почвы и прочего «живого вещества».

Впервые это удалось в 1988 году японцу Теро Хига. Он изучил свыше 3000 основных штаммов, обеспечивающих всю земную жизнедеятельность микроорганизмов, ему удалось открыть суть их регенеративно-дегенеративной взаимосвязи. Оказалось, что как в среде животворных, так и патогенных микроорганизмов, около 5% штаммов являются ведущими, остальные могут поменять свою исходную ориентацию в ту сторону, где больше лидеров. Таким образом, если в почве больше регенеративных микроорганизмов, то животворной является и сама среда, в которой растения прекрасно себя чувствуют, дают высокие урожаи. Если же преобладают патогенные микролидеры, растения ослаблены, подвержены болезням и вредителям, урожай их низкий.

Теро Хига были отобраны 86 лидирующих регенеративных штаммов, выполняющих весь спектр функций по питанию растений, их защите от болезней и оздоровлению почвенной среды, получивших название ЭМ (эффективных микроорганизмов).

Сложной задачей было объединение всех ЭМ в концентрированном растворе, в котором они могли бы долгое время содержаться при их полной сохранности, при этом

условия жизнедеятельности некоторых из них прямо противоположны, например, наличие или отсутствие кислорода. Но сложная задача была успешно решена.

Успех оказался ошеломляющим: с созданием ЭМ-препарата была создана новая технология земледелия - ЭМ-технология, и с ее появлением началась новая эра экологического земледелия. В зависимости от интенсивности применения новой технологии и степени зараженности почв, урожай увеличивался в 1,5-4 раза.

К наиболее крупным группам микроорганизмов, входящих в состав ЭМ-препарата, относятся:

Фотосинтезирующие бактерии - они синтезируют полезные вещества, используя солнечный свет и тепло почвы, синтезируемые вещества включают в себя аминокислоты, биологически активные вещества и сахара, способствующие развитию и росту растений.

Молочнокислые бактерии вырабатывают молочную кислоту из органических веществ, произведенных фотосинтезирующими бактериями и дрожжами. Молочная кислота - сильный стерилизатор, подавляющий вредные микроорганизмы и ускоряющий разложение органического вещества. Молочнокислые бактерии разлагают лигнины и целлюлозу, ферментируют эти вещества, подавляют *Fusarium*, нематод.

Азотфиксирующие бактерии поглощают атмосферный азот и закрепляют его в виде азотных соединений, увеличивая запас азота в почве.

Дрожжи синтезируют биологически активные вещества из аминокислот и сахаров, продуцируемых фотосинтезирующими бактериями и корнями растений. Секреты дрожжей - полезные субстраты для молочнокислых бактерий и актиномицетов.

Актиномицеты производят антибиотические вещества - антибиотики, которые подавляют рост вредных грибов и бактерий.

Ферментирующие грибы рода *Aspergillus* и *Penicillium* быстро разлагают органические вещества, производя этиловый спирт, сложные эфиры и антибиотики. Они предотвращают заражение почвы вредными насекомыми и личинками.

Около 10 лет в мире не было аналогичных Теро Хиго разработок. Но в 1998 году в России П.Шабалину удалось также создать ЭМ-препарат - Байкал ЭМ-1, он не уступает японскому, а по некоторым показателям даже превосходит, к тому же цена на него намного ниже.

Между препаратами много общего, различие только в процентном соотношении различных штаммов и в том, что в препарате Теро Хиго основную роль играют фотосинтезирующие штаммы, а у Шабалина - молочнокислые. Препарат Шабалина быстрее способствует очистке почв от вредных веществ и патогенных микроорганизмов. Были проведены многочисленные эксперименты и промышленные испытания препарата во многих российских регионах и странах СНГ, показавшие высокую его эффективность.

Представьте себе: обнаружилась главная причина плодородности перегноя и компоста, квинтэссенция плодородия и здоровья. Теперь представьте, что она выделена и многократно усилена. Речь идет о полезных микроорганизмах.

Сейчас изучено примерно 3000 видов микробов. Одни из них в целом помогают живым существам, а другие их **угнетают** или ими питаются. Первые делают массу полезных дел: вырабатывают органику путем фотосинтеза (все виды одноклеточных водорослей и фотосинтетических бактерий – именно они насыщают питанием воды океанов, рек, озер и прудов, и "кормят" всех других их обитателей. Вспомните: зацветшая, зеленая вода – прекрасное удобрение и стимулятор роста!); превращают азот воздуха в азотное питание для растений (бактерии – азотфиксаторы, в частности и те, что живут в клубеньках на корнях бобовых); разлагают органические остатки до простых веществ (целый легион гнилостных, бродильных и сквашивающих бактерий, дрожжей и прочих грибов, благодаря которым и образуется почва, и к корням возвращается все, что растения когда-то взяли из нее).

Именно эта группа микробов производит компост и перегной; многие из них активно очищают воду и почву от всяких остатков и отходов; освобождают минералы – элементы

питания – переводя их в свободное состояние (эти микробы используют энергию распада неорганических соединений, встречаются и в горячих источниках, и на больших глубинах в земной коре); наконец, перерабатывают вредные и ядовитые вещества в безвредные, если только сами не гибнут (масса бактерий, применяемых для очистки сточных вод, животноводческих помещений и проч.). Многие из перечисленных микробов создают фон, неприемлемый для жизни вредных микробов, и вытесняют их из среды. Эти микробы **никогда** не вредят живому, напротив, их работа создает для здоровья растений, животных и человека наилучшие условия. Около сотни видов их населяют наш желудочно-кишечный тракт, и без них невозможно нормальное пищеварение. Это – **саногенные** (здоровье рожающие), или регенеративные микробы, для простоты назовем их **полезными**.

Другая группа микробов либо выделяет вредные и ядовитые вещества (например, зловонные газы – метан, аммиак, сероводород и прочие; или **токсины**, вызывающие расстройства организма, как это делают болезнетворные микробы), либо используют живые клетки для жизни и питания (все болезни животных и растений), если их слишком много, они могут вытеснять из среды полезных микробов. Это – **патогенные**, или дегенеративные микробы, далее будем называть их просто **вредными**.

Теперь факты. В стерильной среде **невозможна никакая жизнь**. Процветание растений и чистота среды, а отсюда и здоровье животных и человека, обуславливаются не стерильностью (самый жуткий и преступный миф нашего времени!), а **обилием полезных микробов** в среде. В нашей же среде – все наоборот, потому что у нас, "милочка", "Комет" и микробов убивает!", а антибиотик – лучший друг. Полезные микробы преобладают в **естественной**, живой среде, а в среде **искусственной**, насыщенной ядами, промышленными отходами, лекарствами и удобрениями – могут преобладать вредные микробы. Помните, зло это наш страх?.. Мы слишком боимся микробов. Травим их нещадно. Гибнут и вредные, и полезные, и среда "обескровливается". Теперь она больше подходит для вредных, да и вытеснить их некому – как, например, в постоянно вспахиваемой почве или в кишечнике, расстроенном полуядовитым кормом и антибиотиками.

Избавиться от проблем можно одним способом: **насытить среду полезными микробами**. Микробы, как и другие живые существа, склонны "идти за лидером". В любой среде быстро завоевывают лидерство несколько основных видов микробов, а все остальные подлаживаются под них. Если обеспечить перевес полезных микробов, они начинают лидировать и изменять свойства среды в лучшую сторону. Нужно только периодически добавлять их.

Вот почему компост и перегной так разительно увеличивают силу растений. Вот почему настои навоза или травы так стимулируют рост растений – это же жидкая культура полезных почвообразователей!

А теперь представьте: взять весь набор разных полезных микробов, усилить их свойства отборкой, подобрать уникальный набор видов, способных сосуществовать вместе в одной среде, и предоставить это каждому человеку. Придумали и воплотили это, конечно, японцы. Эффект оказался просто фантастическим.

Препарат назвали ЭМ – эффективные микроорганизмы. В него входит **80 штаммов** полезных микробов. Размножаются они в обычной трехлитровой банке с добавлением пары ложек меда или патоки. Через неделю можно разводить в сто или в тысячу раз. Получается 3 тонны раствора – хватит, чтобы трижды за лето выливать по ведру на каждый квадратный метр грядки, что дает очень сильный эффект. Японцы вот уже 15 лет окружают ЭМ-технологиями свой быт и хозяйство.

Регулярное добавление препарата в почву в виде полива усиливает ее плодородие и структурность так, что отдача растений повышается не на 30–50%, а в 3–5 раз. Такие данные уже получены в теплицах и на огородах Улан-Удэ. Выращены кочаны капусты по 24 кг; плоды томатов и перцев достигали 800 г при том, что их количество не

уменьшалось, а увеличивалось. То же наблюдали и в подовых садах и на полях. Двукратный полив картофеля увеличил выход клубней в 2,5 раза, и из десяти мешков только полтора ведра подверглось сухой гнили. Японцы отказались от пахоты: в ЭМ-почву уже на 4-й год легко входит почти целиком метровая бамбуковая палка.

Смешивание ЭМ с органическими остатками быстро превращает их в целебный ЭМ-компост. В Японии домохозяйки так заполняют кухонными отходами специальные контейнеры. Отходы обмениваются на ЭМ и продукты, выращенные с помощью ЭМ. Местные фирмы делают из таких отходов сухой компостный ЭМ-порошок, который в огромных количествах добавляется в грунт и почвы, им посыпаются сады и плантации. Благодаря ЭМ, с одного куста томатов в теплице снимают до 100 кг отборных плодов. Это кажется чистым вымыслом, но ЭМ-растения не похожи на обычные – настоящие деревья! В 1998 г. в Бурятии урожай томатов увеличился в 5 раз – при агротехнике, очень далекой от уровня Японии. Так же отзываются на ЭМ и другие овощи. В тех же теплицах урожай огурцов на ЭМ-грядках оказался выше контроля в 3,5 раза.

Эффективно работает ЭМ и в животноводстве. Опрыснул свинарник или птичник – исчезают неприятные запахи. Добавка в воду и в корм заметно оздоравливает животных. Поросята начинают усваивать 90% пищи вместо обычных 50–60%, и помет их перестает быть зловонным. У кур увеличивается выход и качество яиц. Только за счет уменьшения падежа цыплят ЭМ окупился в 20 раз. Бройлеры и свиньи остаются настолько живыми и подвижными, что не набирают вес во время откорма, что придется учитывать впредь: в этот период ЭМ давать не следует.

ЭМ на японском столе – как обычная приправа. Пища, даже тяжелая, переваривается без проблем. Быстро снимает последствия отравления и возлияний. Нормализует работу кишечника при любых расстройствах. Считается самым эффективным средством от дисбактериозов. Даже носки, обработанные ЭМ, становятся противогрибковыми!

Особенно велика роль ЭМ в очистке среды. Распространены биотуалеты, которые совершенно не пахнут и быстро превращают все в отличный компост. В домах есть небольшие отстойники с ЭМ, и по каналам вдоль улиц течет чистая вода – а ведь это просто открытая канализация! Весь сток крупного жилого дома – с кухонь, из туалетов и ванн – ЭМ может превратить в чистую воду за 24 часа. Такая установка демонстрируется в Публичной библиотеке города Гусикава. Теперь там платят за потребление воды в 20 раз меньше, чем до ввода установки.

ЭМ и в других вариантах приготовления наносится и на листья растений. Если это делается "смолоду" – почти полностью сдерживаются болезни. Если же обработать полумертвые кусты,

ЭМ мгновенно их "переваривает" - отбраковывает.

Применяют ЭМ и против вредителей. Замечено, что бродильные микробы сильно расстраивают пищеварение насекомых, и они часто гибнут. Это же происходит с юными насекомыми, особенно с их личинками. Здесь много необычных эффектов, которые нужно изучать. Но характерно то, что работают с ЭМ без всяких средств защиты.

Уже более ста стран мира активно покупают ЭМ-технологии. Сейчас препарат стали производить в Бурятии, недавно он появился в Краснодаре. Хочу отметить: высшие инстанции не заинтересованы в распространении препарата, и он распространяется через дистрибьюторов. Если у нас и появится ЭМ-культура, то только снизу. Нам, дачникам, ее и осваивать! Ведь для личного оздоровления, **для частного сада**, ЭМ подходит как нельзя лучше. Уже сейчас я начинаю применять ЭМ и наблюдать за результатами, и приглашаю всех присоединиться, чтобы следующим летом поговорить об этом детально.

М-технология это биотехнология, использующая свойства различных групп, видов микроорганизмов. Эта группа получила общее название - эффективные микроорганизмы (ЭМ) Effective Microorganisms (EM).

На основе ЭМ были разработаны уникальные ЭМ-препараты такие, как:

японские **ЕМ-1, ЕМ-А, ЕМ-5, ЕМ-X Gold, Bokashi, ЕМ Ceramics**
русские: **Байкал ЭМ-1, Сияние-1, Сияние-2, Сияние-3, Бокаши, ЭМ-керамика**
украинские: **Байкал ЭМ-1-У, Эмочки, ЭМ-А, Бокаши, ЭМ-керамика**

Органическое растениеводство

Это метод ведения сельского хозяйства, который исключает применение пестицидов, гербицидов, химических удобрений, различных регуляторов роста растений, а так же генномодифицированного посевного материала.

Органическое земледелие, (природное земледелие, биологическое земледелие, точное земледелие) – это метод ведения сельского хозяйства, который исключает применение пестицидов, гербицидов, химических удобрений, различных регуляторов роста растений, а так же генномодифицированного посевного материала.

Экологически чистая технология производства продукции растениеводства предполагает исключение загрязнения почвы, поверхностных и грунтовых вод, воздуха токсическими веществами, нарушающее биологическое равновесие экологической среды. Она предусматривает применение небольших норм азотных удобрений, не загрязняющих грунтовые воды нитратами. Будущее, безусловно, за такими технологиями. Однако эти технологии не исключают применения быстро детоксицируемых гербицидов, прочих пестицидов, не накапливающихся в растениях, а также умеренных норм азотных удобрений.

Биологически чистая продукция – это продукция естественного химического состава, свойственного данному виду растений.

Органические продукты — продукция сельского хозяйства и пищевой промышленности, изготовленная без использования синтетических пестицидов, синтетических минеральных удобрений, регуляторов роста, искусственных пищевых добавок, генетически модифицированных продуктов. В переработке и производстве готовой продукции запрещены рафинирование и минерализация, добавление искусственных ароматизаторов и красителей.

Традиционно (после Второй мировой войны) пользуются спросом продукты растениеводства, животноводства и пчеловодства. Более новые виды органического хозяйства — виноделие, сбор дикоросов и разнообразная переработка органического сырья, которая не должна испортить его качество. Растениеводство до сих пор остаётся своего рода каноном, базой для всех остальных видов продукции.

Органические продукты – это такие продукты, при производстве которых:

в **растениеводстве** запрещено использовать ядохимикаты для борьбы с сорняками, вредителями и болезнями растений, а также минеральные удобрения синтетического происхождения, при этом защита растений осуществляется преимущественно препаратами натурального происхождения, а для питания почвы и растений используются органические удобрения;

категорически запрещено использование генетически модифицированных организмов;

В специализированных магазинах. Они получили различные названия: «**Органические продукты**» (США Англия) «**Биопродукты**» (Швейцария Германия) «**Экопродукты**» (Норвегия Голландия) и.т.д

В среднем оргпродукты в Европе стоят всего лишь на 20-40% дороже, чем обычные, за счёт высокой производительности труда, и сбыта продукции на месте.

Преимущества органических продуктов. Отличные вкусовые качества, отсутствие вредных примесей, высокие стандарты качества органической продукции, имеют положительное влияние на Ваш организм, охраняют Ваше здоровье.

Органические продукты безопасны для человека и окружающей среды, они не загрязнены нитратами, тяжелыми металлами, остатками пестицидов, гербицидов и других веществ химического синтеза.

Органические продукты не содержат болезнетворных микроорганизмов, паразитов и аллергенных компонентов.

Органические продукты не содержат генетически модифицированных организмов и веществ, произведенных на их основе.

Органические продукты сохраняют питательные свойства, качество, безопасность и натуральный состав при переработке, поскольку используются только натуральные методы переработки и традиционные рецепты, природные вещества и материалы для упаковки, запрещено использование синтетических ароматизаторов, консервантов, добавок и т.д.

Употребление органических продуктов косвенно способствует сохранению окружающей среды, а именно положительно влияет на воспроизводство естественного плодородия почв, способствует увеличению природного биоразнообразия; улучшает здоровье животных, поскольку применяются такие методы их содержания, которые согласуются с их природными потребностями и не причиняют страдания животным.

Первый органический стандарт появился в 1967 году, первый сертификат на пяти страницах — в 1973-м. Органические стандарты на уровне Евросоюза стали приниматься в 1991 году, и сейчас объём некоторых из них превышает 100 страниц. Первая в истории Ассоциация органических фермеров была организована в Германии.

В странах Западной Европы рынок таких продуктов существует с конца семидесятых годов и особенно бурное развитие получил после 1993 года, когда Европейским союзом был принят закон об экологическом агропроизводстве. В 1998 году экологические продукты появились на прилавках супермаркетов и стали продуктами массового потребления (до этого они продавались в маленьких специализированных магазинчиках для небольшой группы потребителей). В настоящее время имеется ряд международных стандартов по экологической маркировке: **ИСО 14020 – 99, ИСО 14021 – 2000, ИСО 14042 – 2000**. Согласно требованиям этих стандартов производители должны декларировать экологические характеристики своей продукции на всех стадиях жизненного цикла

Международной федерацией органического сельскохозяйственного движения (FOAU) для оптимизации минерального питания растений в качестве удобрений разрешено применять навоз КРС, перегной, вермикомпост, рыбную муку, побочную продукцию растениеводства, субстраты грибов, сорбенты, ионообменники, минеральные удобрения естественного происхождения без заводской химической переработки (фосфоритная мука, зернистые фосфориты, сульфатные калийные соли). В органическом производстве подлежат строгому запрету любые виды минеральных удобрений промышленного производства.

В частности, агропроизводителям стоит обратить внимание на новое поколение органоминеральных удобрений (ОМД, принципом изготовления которых является обязательное применение процессов компостирования, а органической основой - разрешены стандарты органического земледелия подстилочный навоз, птичий помет, а также агроруды природного происхождения: торф низинный, переходный и верховой, сапропели озерные, бурый уголь.

Органическое Сельское Хозяйство Замкнутого Цикла (ОСХЗЦ) основано на экологических принципах использования возобновляемых ресурсов, переработки и биоразнообразия, которые делают фермы частью экосистемы.

ОСХЗЦ объединяет органическое растениеводство и животноводство. Число животных уравнивается в соответствии с имеющейся землей сельскохозяйственного назначения. В сочетании с выращиванием бобовых пастбищ в рамках севооборота хозяйство может достигать высокой степени самообеспеченности кормом и удобрениями

С помощью ОСХЗЦ можно:

- снизить выведение азота и фосфора в окружающую среду через рециркуляцию питательных веществ
- сократить выбросы парниковых газов за счет малого ввода внешних ресурсов и поглотителей углерода
- повысить плодородие почв и природных заповедников и обогатить их азотом за счет увеличения выращивания бобовых
- избежать синтетических пестицидов и применить методы естественной борьбы с вредителями с помощью севооборотов
- повысить биоразнообразие посредством разнообразной системы земледелия и методов ведения сельского хозяйства с малыми затратами

Органическая система землепользования не только исключают необходимость в синтезированном азоте, но и способствуют улучшению качества почвы, благодаря чему уменьшаются потери азота за счет инфильтрации. Просачивание нитратов из традиционной системы на 50% выше, чем из систем органического землепользования.

В обеих органической системе отмечается хорошая способность поглощать и удерживать углерод, а значит, увеличивается вероятность того, что сельскохозяйственные методы могут сыграть роль в сокращении эффекта глобального потепления.

Хотя трудовые затраты в среднем примерно на 15% выше в органических системах земледелия (колеблясь примерно от 7% до 75% выше), они распределяются на протяжении всего года в органических системах земледелия более равномерно, чем в традиционных системах производства.

Поскольку экологически чистые продукты зачастую приносят более высокие цены на рынке, чистый экономический доход на 1 га часто равняется или выше, чем доход от урожая, выращенного традиционным способом.

Севооборот и запашное растениеводство, типичное для органически чистого сельского хозяйства, уменьшает эрозию почвы, проблему вредителей и применение пестицидов.

Переработка отходов животноводства снижает загрязнение окружающей среды, принося при этом пользу органическому сельскому хозяйству.

Обильная биомасса как наземная, так и подземная (органическое вещество почвы) также увеличивает биологическое разнообразие, которое помогает в биологической борьбе с вредителями и увеличивает опыление сельскохозяйственной культуры насекомыми.

Технологии традиционного органического земледелия могут быть внедрены в обычное сельское хозяйство, чтобы сделать его более устойчивым и экологически целесообразным.

Органическое вещество почвы (почвенный углерод) и азот были выше в органических системах земледелия, принося много выгод для общей результативности органического сельского хозяйства.

Хотя более высокие уровни органического вещества почвы и азота были установлены в органических системах, такая же интенсивность вымывания нитратов была обнаружена для них в традиционном производстве кукурузы и сои.

Более высокие уровни органического вещества почвы помогали сохранять почву и водные ресурсы и оказались полезными в засушливые годы.

Расход энергии ископаемого топлива на органическое растениеводство был примерно на 30% ниже, чем для традиционного производства кукурузы.

В зависимости от культуры, почвы и погодных условий, урожайность культур, выращиваемых органическим способом, на гектар, может равняться урожайности традиционного сельского хозяйства, хотя возможно, что экологически чистые товарные культуры нельзя выращивать так часто со временем из-за зависимости от обычной практики добавлять питательные вещества и бороться с вредителями.

Пока внутренний рынок органических продуктов в Беларуси развит мало, производители вполне могут ориентироваться на рынок ЕС. Что для этого нужно?

В первую очередь, сертификат органического продукта; гарантия минимальных объёмов поставок; стабильность перевозок и высокая репутация поставщика. При наличии сертификата со всеми остальными позициями можно работать: покупатель ищет свой товар, он готов выехать на место и познакомиться с вами, готов взять русскоговорящего сотрудника.

Тем не менее, несистемные поставки вызовут недовольство, поскольку при самом лояльном отношении ваш партнер работает на конкурентном рынке и должен вести себя адекватно.

Этапы внедрения органического земледелия

Что нужно делать, если вы решили, что он должен быть органическим?

- Выбрать нужный для вас стандарт.
- Выбрать аккредитованную сертифицирующую организацию под конкретный стандарт. В Беларуси это «Kvira BCS» (Германия), «Ecoglobe» (Армения), «Albert AG» (Германия), «Органик стандарт» (Украина). Последняя аккредитована в 9 странах, но выходит ещё в 6-ти: стратегически планирует только те, где нет собственных сертифицирующих органов. На сайтах всех компаний размещены стандарты, с которыми они работают.
- Оформить заявку.
- Согласовать требования и стоимость.
- Заключить контракт.
- Начать работу и готовиться к первой проверке. Обязательные проверки проводятся один раз ежегодно и есть ещё дополнительные. Часть из них не анонсируется. Одна обязательная проверка проводится, если вы начинаете экспортировать продукцию за границу.

Принципы органического земледелия

Принцип здоровья. Органическое сельское хозяйство должно поддерживать и улучшать здоровье почвы, растения, животного, человека и планеты как единого и неделимого целого. Этот принцип показывает, что здоровье индивидуума и общества не может существовать отдельно от здоровья экосистем – на здоровых почвах растут здоровые растения, которые поддерживают здоровье животных и людей. Здоровье – это единство и целостность живых систем. Это не просто отсутствие болезней, это сохранение физического, психического, социального и экологического благополучия. Иммуитет, устойчивость и способность к восстановлению являются ключевыми характеристиками здоровья.

Принцип экологии. Органическое сельское хозяйство должно основываться на принципах существования естественных экологических систем и циклов, работая, сосуществуя с ними и поддерживая их. Этот принцип «укореняет» органическое сельское хозяйство среди живых экологических систем. Он утверждает, что производство основывается на экологических процессах и переработке. Поддержка и благополучие достигаются через экологизацию среды производства. Например, для растений – это живая почва, для животных – экосистема фермы, для рыбы и морских организмов – это водная среда.

Принципы ведения органического земледелия, выпаса скота и использование природных систем в дикой природе, с целью получения урожая, должны соответствовать природным циклам и балансам. Эти циклы универсальны, но при этом характер их протекания зависит от места расположения. Управление органическим сельским хозяйством должно быть адаптировано к местным условиям, среде, культуре и масштабам. Воздействие должно быть снижено путем повторного использования, утилизации и эффективного управления материалами и энергией с целью поддержки и улучшения экологического качества и охраняемых ресурсов.

Органическое сельское хозяйство должно достигать экологического баланса путем проектирования систем землепользования, создания мест обитания и поддержания

генетического и сельскохозяйственного разнообразия. Производители, переработчики, торговцы, потребители органических продуктов, должны защищать и охранять окружающую среду, включая ландшафты, климат, среду обитания, биологическое разнообразие, воздух и воду.

Принцип справедливости. Органическое сельское хозяйство должно строиться на отношениях, которые гарантируют справедливость с учетом общей окружающей среды и жизненных возможностей. Справедливость характеризуется объективностью, уважением, корректностью и хозяйственным отношением, общими для всего мира, как в отношениях между людьми, так и с другими живыми существами.

Этот принцип подчеркивает, что все, кто вовлекается в органическое сельское хозяйство, должны придерживаться принципов гуманности в форме, которая гарантирует справедливость на всех уровнях и для всех сторон – фермеров, рабочих, переработчиков, распространителей, продавцов и потребителей.

Органическое сельское хозяйство должно предоставлять каждому вовлеченному субъекту, высокий уровень жизни и делать вклад в продовольственную суверенность стран и преодоление бедности. Оно направлено на производство достаточного количества высококачественных пищевых и иных продуктов.

Природные ресурсы, которые используются в производстве и потреблении, должны рассматриваться с позиций социальной и экологической справедливости с учетом интересов будущих поколений. Справедливость требует, чтобы системы производства, распределения и торговли были открытыми, равноправными и учитывали реальные экологические и социальные затраты

Принцип заботы. Управление органическим сельским хозяйством должно носить предупредительный и ответственный характер для защиты здоровья и благополучия нынешних и будущих поколений и окружающей среды.

Органическое сельское хозяйство - это живая и динамичная система, которая реагирует на внутренние и внешние потребности и условия.

Те, кто использует методы органического сельского хозяйства, могут улучшить эффективность и повысить продуктивность, но при этом здоровье и благополучие не должны подвергаться риску.

Поэтому должны оцениваться новые технологии, а существующие методы следует постоянно пересматривать. В случае неполного понимания принципов существования экосистем и ведения сельского хозяйства, должны предприниматься соответствующие меры.

Этот принцип утверждает, что предосторожность и ответственность являются ключевыми компонентами в выборе методов управления, развития, а также приемлемых технологий в органическом сельском хозяйстве.

Научные исследования необходимы как гарант того, что органическое сельское хозяйство является здоровым, безопасным и экологичным. При этом, однако, отдельно взятых научных знаний недостаточно.

Органическое сельское хозяйство должно предотвращать риски путем применения соответствующих технологий и отказа от тех из них, последствия которых трудно предсказать, например, генетической инженерии.

Тема 5. Зерновые культуры. Совершенствование технологических процессов

Основные направления совершенствования технологических процессов выращивания зерновых культур:

1. Селекционно-генетические аспекты: Новые сорта и гибриды с\х растений. Создание растений, устойчивых к болезням и вредителям, неблагоприятным факторам окружающей среды.

2. Техничко-технологические аспекты: Использование новой техники. Новые технологии возделывания с/х культур. Научно-обоснованные системы земледелия и севооборотов. Новые удобрения и их системы. Регуляторы роста. Новые средства защиты растений. Биологизация и экологизация. Новые ресурсосберегающие технологии уборки.

3. Организационно- экономические аспекты: Организация структуры посевных площадей, видового и сортового состава по скороспелости. Научно-обоснованные системы земледелия и севооборотов. Использование методов программирования урожайности. Новые формы организации и мотивации труда. Создание инновационно-консультативных систем в сфере научно-технической и инновационной деятельности. Новые концепции, методы выработки решений.

4. Социально-экологические аспекты: Получение продукции, свободной от нитратов, пестицидов, тяжелых металлов и радионуклидов. Улучшение условий труда, решение проблем здравоохранения, образования и культуры тружеников села. Оздоровление и улучшение качества окружающей среды. Обеспечение благоприятных экологических условий для жизни, труда и отдыха населения.

На рис. 1 представлены основные причины недобора урожая зерновых



Рис. 1. Основные причины недобора урожайности зерновых культур

Внедрение в производство новых сортов – самый дешевый путь повышения урожайности. Ниже представлена краткая характеристика новых сортов зерновых культур.

Ячмень озимый

БУСЛИК Среднеспелый сорт озимого ячменя кормового направления использования. Разновидность – pallidum. За годы испытания (2017-2020) в ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений» урожайность сорта Буслик (54,9 ц/га)

оказалась выше средней по опыту на 4,3 ц/га (8,5%). Максимальная урожайность получена в предварительном межстанционном испытании в Польше в пункте Modziszewo — 109,3 ц/га. Средняя зимостойкость 4,5 балла. Сорт отличается высокой устойчивостью к полеганию. Средняя масса 1000 зерен у сорта Буслик – 43,0 г, натура зерна 535 г/л, плёчатость 11,0%. Вегетационный период от 259 до 291 дня. Сорт относительно устойчив к основным листовым болезням. Содержание белка в зерне от 13,0 до 16,3%, выравненность — 82,4%. С 2020 года сорт проходит Государственное испытание в Российской Федерации в 3 регионе.

Рожь озимая

КАМЕЯ 16. Тетраплоидный сорт с доминантным типом короткостебельности, среднеспелый, вегетационный период 315-325 дней (на уровне контроля). Зимостойкость высокая. Сорт среднестебельный, устойчивость к полеганию выше стандарта на 0,5-1,0 балла. Высота растений 1,35-1,45 м. Озерненность на уровне 70,0%, масса зерна со среднего колоса – 1,87-2,12 г, масса 1000 зерен 49,7-51,4 г, содержание белка 10,8-11,9%, перезимовка – 87,5-95,5%. Средняя урожайность в конкурсном сортоиспытании - 70,0 ц/га. Устойчив к основным болезням. Сорт может возделываться для хлебопекарных, кормовых и технических целей.

РОСАНА. Год включения в государственный реестр сортов: 2019. Тетраплоидный сорт продовольственного и кормового направления. Средняя урожайность зерна за 2016-2018 годы испытания составила 53,8 ц/га, максимальная — 82,7 ц/га получена в 2017 году на ГСХУ «Лепельская СС». Средняя масса 1000 зерен 44,7 г, натура зерна 652 г/л. Вегетационный период в среднем составил 291 день. Зимостойкость оценивается в 4,9 балла, устойчивость к полеганию — 3,8 балла. Сорт устойчив к мучнистой росе, слабовосприимчив к снежной плесени и спорынье, средневосприимчив к корневым гнилям. Содержание белка в зерне 11,7%, сбор белка с гектара 5,3 ц, число падения 227 сек, высота амилограммы 395 единиц амилографа.

Пшеница мягкая озимая

ГИРЛЯНДА. Внесен в Госреестр РБ в 2017 году. Среднепоздний, короткостебельный, устойчивый к полеганию сорт. Максимальная урожайность — 108,0 ц/га, средняя — 74,1 ц/га.

ЭТЮД. Внесен в Госреестр РБ в 2017 году. Среднепоздний сорт. Короткостебельный, устойчивый к полеганию и прорастанию. Максимальная урожайность — 102,0 ц/га, средняя — 73,6 ц/га.

ВЕЛЕНА (2021 г.). Сорт среднеспелый, вегетационный период 290-292 дня. Устойчивость к полеганию высокая (8 баллов), высота растений 80 см. Средняя за 3 года урожайность зерна в конкурсном сортоиспытании составила 84,1 ц/га, что на 4,3 ц/га выше контроля Элегия. Характеризуется высокой зимостойкостью, устойчив к основным видам грибных заболеваний. Сорт продовольственного использования. Крупнозерный, масса 1000 зерен 44,5 г. Содержание сырого протеина - 13,6%, клейковины - 25,3%, стекловидность 63%. Хорошие хлебопекарные качества. Максимальная урожайность составила 110,0 ц/га (Каменецкий ГСУ, 2020 г.). Включен в Госреестр Беларуси на 2021 г. по Минской, Брестской и Гродненской областям.

АМЕЛИЯ (2018 г.). Выделяется высокой адаптивностью, хорошей перезимовкой (зимостойкость более 94%), толерантностью к болезням. Устойчив к листовым болезням — на инфекционном фоне обладает комплексной толерантностью к мучнистой росе, бурой ржавчине, септориозу листьев и фузариозу колоса. Относится к среднеспелой группе спелости, высота растений 100 см. Содержание белка - 12,6%, содержание клейковины в зависимости от года варьирует в интервале 24,8-29,1%. Масса 1000 зерен 42,2–54,2 г. Максимальная продуктивность в ГСИ в 2017 г. составила 112,0 ц/га.

Тритикале озимое

АТЛЕТ 17. Сорт среднеспелый, вегетационный период 310-312 дней. Зимостойкость высокая. Сорт среднестебельный. Устойчивость к полеганию выше контрольного сорта (Динамо). В конкурсном испытании на интенсивной технологии возделывания в среднем за 3 года урожайность сорта Атлет 17 превысила сорт Динамо на 6,4 ц/га. Максимальная урожайность 94,7 ц/га получена в 2020 году на ГСХУ «Лепельская СС». Сорт Атлет 17 менее восприимчив к поражению снежной плесенью и мучнистой росой. Сорт зернофуражного использования. Масса 1000 зерен 44,8 г, натура - 670 г/л, Содержание сырого протеина в зерне 10,0-12,0%, крахмала - 67,7%.

ГРОДНО. Сорт среднеспелый, вегетационный период 312-315 дней. Зимостойкость высокая. Сорт среднестебельный. Устойчивость к полеганию выше контрольного сорта (Динамо). В конкурсном испытании на интенсивной технологии возделывания в среднем за 3 года урожайность сорта Гродно превысила сорт Динамо на 7,3 ц/га. Максимальная урожайность 97,8 ц/га получена в 2020 году на ГСХУ «Лепельская СС». Сорт Гродно менее восприимчив к поражению снежной плесенью и септориозу колоса. Сорт зернофуражного использования. Масса 1000 зерен 43,8 г, натура - 680 г/л, Содержание сырого протеина в зерне 9,7-11,0%, крахмала - 69,3%.

БЕРЕЗИНО. Год включения в государственный реестр сортов: 2019. Сорт зернофуражного направления. Средняя урожайность зерна за 2016-2018 годы испытания составила 61,5 ц/га, максимальная — 93,1 ц/га получена в 2016 году на ГСХУ «Несвижская СС» и в 2017 году на Щучинском ГСУ. Средняя масса 1000 зерен 41,4 г, натура зерна 689 г/л. Вегетационный период в среднем составил 289 дней. Зимостойкость оценивается в 4,9 балла, устойчивость к полеганию — 4,5 балла, к засухе — 3,6 балла. Содержание белка в зерне 11,7%, крахмала 67,1%, сбор белка с гектара 5,8 ц, сбор крахмала 36,6 ц, число падения 107 сек.

ЗАРЕЧЬЕ. Год включения в государственный реестр сортов: 2019. Сорт зернофуражного направления. Средняя урожайность зерна за 2016-2018 годы испытания составила 64,5 ц/га, максимальная — 106 ц/га получена в 2017 году на ГСХУ «Горецкая СС». Средняя масса 1000 зерен 39,2 г, натура зерна 677 г/л. Вегетационный период в среднем составил 289 дней. Зимостойкость оценивается в 4,9 балла, устойчивость к полеганию — 4,7 балла, к засухе — 3,7 балла. Содержание белка в зерне 11,8%, крахмала 65,9%, сбор белка с гектара 6,4 ц, сбор крахмала 38,8 ц, число падения 94 сек.

КОВЧЕГ. Год включения в государственный реестр сортов: 2019. Сорт зернофуражного направления. Средняя урожайность зерна за 2015-2017 годы испытания составила 69,5 ц/га, максимальная — 104 ц/га получена в 2017 году на ГСХУ «Горецкая СС». Средняя масса 1000 зерен составляет 43,9 г, натура зерна 659 г/л. Вегетационный период в среднем составляет 291 день. Зимостойкость оценивается в 4,7 балла, устойчивость к полеганию — 4,9 балла. Содержание белка в зерне 11,5%, крахмала 65,2%, сбор белка с гектара 7,0 ц, сбор крахмала 40,9 ц, число падения 89 сек.

УСТЬЕ. Год включения в государственный реестр сортов: 2019. Сорт зернофуражного направления. Средняя урожайность зерна за 2016-2018 годы испытания составила 66,2 ц/га, максимальная — 106 ц/га получена в 2016 году на Каменецком ГСУ. Средняя масса 1000 зерен 43,7 г, натура зерна 685 г/л. Вегетационный период в среднем составил 289 дней. Зимостойкость оценивается в 4,9 балла, устойчивость к полеганию — 4,6 балла, к засухе — 3,6 балла. Содержание белка в зерне 11,8%, крахмала 66,2%, сбор белка с гектара 6,5 ц, сбор крахмала 39,5 ц, число падения 100 сек.

Пшеница мягкая яровая

МОНЕТА. Внесен в Госреестр РБ в 2017 году. Среднеранний, крупнозерный, продовольственного использования. Устойчив к мучнистой росе. Максимальная урожайность — 105 ц/га, получена в 2014 году на Каменецком ГСУ.

МАДОННА. Включен в Госреестр с 2018 года по Республике Беларусь. Сорт среднеспелый, вегетационный период 92-93 дня. Устойчивость к полеганию высокая (8 баллов), высота растений 85-86 см. Средняя за 3 года урожайность зерна в ГСИ составила 51,3 ц/га. Максимальная урожайность – 92,9 ц/га, получена в 2015 году на Молодечненской СС. Обладает полевой устойчивостью к мучнистой росе. Сорт продовольственного использования. Крупнозерный, масса 1000 зерен 41,1 г, натура — 750 г/л. Содержание сырого протеина — 14,1%, клейковины — 31,5%, объем хлеба из 100 г муки — 730 мл. Стекловидность 63%.

НАГРАДА. Включен в Госреестр с 2018 года по Республике Беларусь. Сорт среднеспелый, вегетационный период 88-92 дня. Устойчивый к полеганию, высота растений на уровне 80 см, что на 12-15 см короче контрольного сорта Рассвет. Средняя за 3 года урожайность зерна в ГСИ составила 53,4 ц/га. Максимальная урожайность – 104,0 ц/га, получена в 2014 году на Каменецком ГСУ. Обладает полевой устойчивостью к мучнистой росе. Сорт продовольственного использования. Крупнозерный, масса 1000 зерен 44,1 г, натура — 760 г/л. Содержание сырого протеина — 13,1%, клейковины — 30,1%, объем хлеба из 100 г муки — 740 мл.

ЛАДЬЯ. Год включения в государственный реестр сортов: 2019. Среднеспелый сорт. Средняя урожайность за 2016-2018 годы испытания составила 45,1 ц/га, максимальная — 81,1 ц/га получена в 2016 году на Каменецком ГСУ. Вегетационный период составил в среднем 87 дней. Средняя масса 1000 зерен 38,0 г, натура 746 г/л. Устойчивость к полеганию высокая и оценивается в 4,9 балла. Сорт устойчив к мучнистой росе, слабовосприимчив к фузариозу колоса, средневосприимчив к септориозу и корневым гнилям. Содержание белка в зерне 15,9%, стекловидность 82%, клейковины 29,6%, ИДК 67 усл. ед. (I группа качества). Выход муки составил 71%. Показатель белизны 56,7 усл. ед. Объем хлеба из 100 г муки 679 мл. Хлебопекарные качества отличные, общая хлебопекарная оценка 4,0 балла.

ЭВРИКА. Год включения в государственный реестр сортов: 2019. Среднеспелый сорт. Средняя урожайность за 2016-2018 годы испытания составила 48,1 ц/га, максимальная — 82,5 ц/га получена в 2016 году на Каменецком ГСУ. Вегетационный период составил в среднем 87 дней. Средняя масса 1000 зерен 42,0 г, натура 751 г/л. Устойчивость к полеганию оценивается в 4,9 балла. Сорт высокоустойчив к мучнистой росе, слабовосприимчив к септориозу и фузариозу колоса, средневосприимчив к корневым гнилям. Содержание белка в зерне 14,7%, стекловидность 87%, клейковины 26,8 %, ИДК 67 усл. ед. (I группа качества). Выход муки составил 71%. Показатель белизны 54,7 усл. ед. Объем хлеба из 100 г муки 668 мл. Хлебопекарные качества отличные, общая хлебопекарная оценка 4,1 балла.

ВЕНА. Сорт среднеспелый, вегетационный период 90-93 дня. Устойчивость к полеганию высокая. Средняя урожайность за годы испытания составила 49,6 ц/га. Максимальная урожайность 76,5 ц/га получена в 2020 году на ГСХУ «Лепельская СС». Обладает полевой устойчивостью к мучнистой росе. Сорт продовольственного использования. Масса 1000 зерен 40,8 г, натура — 785 г/л. Содержание сырого протеина в зерне 13,6%, клейковины 29,4%. Стекловидность 71%. Объем хлеба из 100 г муки 760 мл, общая оценка хлеба 4,0 балла.

ВЕСТОЧКА 17. Сорт среднеспелый, вегетационный период 92-93 дня. Устойчивость к полеганию высокая. Средняя урожайность за годы испытания составила 49,2 ц/га. Максимальная урожайность 76,2 ц/га получена в 2020 году на ГСХУ «Лепельская СС». Обладает полевой устойчивостью к мучнистой росе. Сорт продовольственного использования. Масса 1000 зерен 36,9 г, натура — 750 г/л. Содержание сырого протеина в зерне 14,3-14,5%, клейковины 32,0-33,0%. Среднее за число падения 429 с, что выше стандарта на 87 с. Показатель альвеографа 226 ед., объем хлеба из 100 г муки 800 мл. Стекловидность 71%.

Ячмень яровой

АВАНС. Внесен в Госреестр РФ в 2017 году. Яровой пивоваренный сорт. Отличные пивоваренные качества. Относительно устойчив к полеганию и листовым болезням. Максимальная урожайность — 95,3 ц/га. Содержание белка в зерне — 11,3%, экстрактивность — 81,3%.

КОРНЕТ. Среднеспелый сорт, кормового направления использования. За годы испытания (2018-2020) в ГСИ превысил по урожайности средний контроль (сорта Магутны и Добры) на 6,5 ц/га (13,1%). Средняя масса 1000 зерен 50,8 г, натура зерна 640 г/л, плёчатость - 7,6%. Вегетационный период от 74 до 90 дней. Сорт отличается высокой устойчивостью к полеганию. Иммуность к мучнистой росе обусловлена высокоэффективной аллелью гена mlo11. Среднее содержание белка в зерне 13,44%, что ниже, чем у контролей Добры и Магутны. По сбору белка и крахмала (ц/га) сорт Корнет превосходит контроли, соответственно, на 0,4 и 8,8 ц/га. Выравненность - 86,9%. С 2020 года сорт проходит Государственное испытание в Российской Федерации в 3-7 регионах.

ДЕВА. Среднеспелый сорт ярового голозерного ячменя кормового и продовольственного направления использования. За годы испытания (2018-2020) в ГСИ превысил по урожайности контроль Адаманти на 3,8 ц/га (8,9%). Средняя урожайность 46,9 ц/га, максимальная - 74,4 ц/га. В среднем по 14 пунктам испытания сорт Дева оказался по абсолютной урожайности ниже плёчатого сорта контроля Добры на 2,7 ц/га (5,85%). При этом вес цветковой чешуи у сорта Добры составляет 4,7 ц/га (9,0%). Средняя масса 1000 — 50,4 г, натура зерна 706 г/л. Вегетационный период от 73 до 90 дней. Сорт отличается высокой устойчивостью к полеганию. Содержание белка в зерне от 12,6 до 17,8%, что выше, чем у плёчатых сортов. Выравненность - 86,8%. С 2020 года сорт проходит Государственное испытание в Российской Федерации в 3-7 регионах.

КОЛДУН (2021 г.). Среднеспелый сорт, пивоваренного направления использования. За годы испытания (2018-2020) в ГСИ превысил по урожайности средний контроль на 7,2 ц/га (15,5%). По средней и максимальной урожайности зерна (53,8 и 95,6 ц/га) сорт Колдун оказался выше иностранных сортов КВС Бекки, СВ 16-8001 и Фандага. Средняя масса 1000 зерен 50,1 г, натура зерна 633 г/л, плёчатость - 7,5%. Вегетационный период от 74 до 89 дней, что на 1-2 дня короче, чем у контроля Аванс. Сорт отличается высокой устойчивостью к полеганию. Иммуность к мучнистой росе обусловлена высокоэффективной аллелью гена mlo11. Пивоваренные характеристики солода отличные. Среднее содержание белка в зерне 11,74%, экстрактивность солода 82,7%, фриабильность 67,6%. Крупность зерна 94,7%. С 2020 года сорт проходит Государственное испытание в Российской Федерации в 3-7 регионах.

АДАМАНТ. Год включения в государственный реестр сортов: 2019. Среднепоздний голозерный сорт кормового и продовольственного направления. Средняя урожайность за 2016-2018 годы испытания составила 39,0 ц/га, максимальная - 74,3 ц/га получена в 2016 году на Каменецком ГСУ. Средняя масса 1000 зерен 43,3 г, натура зерна 679 г/л. Вегетационный период в среднем составил 84 дня. Устойчивость к полеганию оценивается в 4,9 балла, к засухе — 3,4 балла. Сорт устойчив к стеблевой ржавчине, мучнистой росе и ринхоспориозу, слабовосприимчив к пыльной головне, средневосприимчив к корневым гнилям. Содержание белка в зерне 15,0%, крахмала 61,3%, сбор белка с гектара 5,0 ц, крахмала 20,9 ц. Обладает хорошими крупными свойствами: показатель выравненности полученной крупы 81,0%, выход перловой крупы 61,1%, органолептическая оценка каши 4,3 балла.

КУФАЛЬ. Год включения в государственный реестр сортов: 2019. Среднеспелый сорт пивоваренного направления. Средняя урожайность за 2016-2018 годы испытания составила 46,7 ц/га, максимальная — 82,4 ц/га получена в 2017 году на ГСХУ «Несвижская СС». Средняя масса 1000 зерен 50,5 г, натура зерна 648 г/л. Вегетационный период в среднем составил 81 день. Устойчивость к полеганию оценивается в 4,8 балла, к засухе — 3,8 балла. Сорт устойчив к стеблевой ржавчине, мучнистой росе и

ринхоспориозу, практически устойчив к пыльной головне, средневосприимчив к гельминтоспориозу и корневым гнилям. Содержание белка в зерне 12,0%, крупность зерна 95%. Экстрактивность солода 80,0%, фриабиальность 68%. Пивоваренные характеристики солода хорошие. Включен в Перечень сортов ячменя пивоваренного по Республике Беларусь на 2019 год. Обладает отличными крупяными свойствами: показатель выравненности полученной крупы 96,3%, выход перловой крупы 49,6%, органолептическая оценка каши 4,8 балла. Включен в Перечень сортов зерновых, крупяных и зернобобовых растений, имеющих наиболее ценные показатели качества по Республике Беларусь на 2019 год.

РЕЙДЕР. Год включения в государственный реестр сортов: 2019. Среднеспелый сорт кормового и продовольственного направления. Средняя урожайность за 2016-2018 годы испытания составила 48,8 ц/га, максимальная — 90,8 ц/га получена в 2016 году на Каменецком ГСУ. Средняя масса 1000 зерен 49,5 г, натура зерна 652 г/л. Vegetационный период в среднем составил 83 дня. Устойчивость к полеганию оценивается в 4,8 балла, к засухе — 3,7 балла. Сорт устойчив к стеблевой ржавчине, мучнистой росе, ринхоспориозу, практически устойчив к пыльной головне, средневосприимчив к корневым гнилям. Содержание белка в зерне 13,9%, крахмала 58,7%, сбор белка с гектара 5,7 ц, крахмала 25,0 ц. Обладает хорошими крупяными свойствами: показатель выравненности полученной крупы 91,7%, выход перловой крупы 56,2%, органолептическая оценка каши 4,4 балла.

Овес яровой

МИРТ. Внесен в Госреестр РБ в 2017 году. Сорт среднеспелый, устойчив к полеганию. Максимальная урожайность — 95,2 ц/га.

ШАНС. Год включения в государственный реестр сортов: 2019. Среднеспелый сорт. Средняя урожайность за 2016-2018 годы испытания составила 48,0 ц/га, максимальная — 76,6 ц/га получена в 2016 году на Каменецком ГСУ. Средняя масса 1000 зерен 36,8 г, натура зерна 470 г/л, пленчатость 25,4%. Vegetационный период составил в среднем 87 дней. Устойчивость к полеганию оценивается в 4,9 балла, к засухе — 3,7 балла. Содержание белка в зерне 13,7%, масличность 5,0%. Сорт не рекомендуется возделывать на торфяно-болотных почвах.

Тритикале яровое

НОВОЕ. Сорт среднеспелый. Vegetационный период 90-95 дней (на уровне контрольного сорта). Средняя урожайность за годы испытания составила 55,4 ц/га. Максимальная урожайность 87,9 ц/га получена в 2020 году на ГСХУ «Лепельская СС». Сорт зернофуражного использования. Масса 1000 зерен 44,8 г, натура - 710 г/л. Содержание сырого протеина в зерне 12,8-14,7%, крахмала - 67,7%.

ГЕЛИО. Год включения в государственный реестр сортов: 2019. Сорт зернофуражного направления. Средняя урожайность зерна за 2016-2018 годы испытания составила 48,7 ц/га, максимальная — 67,1 ц/га получена в 2017 году на ГСХУ «Горецкая СС». Средняя масса 1000 зерен 41,9 г, натура зерна 684 г/л. Vegetационный период в среднем составляет 88 дней. Устойчивость к полеганию оценивается в 4,9 балла, к засухе — 4,1 балла. Содержание белка в зерне 13,4%, крахмала 64,4%, сбор белка с гектара 5,4 ц, сбор крахмала 25,9 ц, число падения 129 сек.

Просо обыкновенное.

ДУБЛОН. Год включения в государственный реестр сортов: 2019. Среднеспелый сорт, предназначен для выращивания на зерно и зеленую массу. За 2016-2018 годы испытания средняя урожайность зерна составила 42,3 ц/га, максимальная урожайность 65,9 ц/га получена на Каменецком ГСУ в 2018 году. Масса 1000 семян 8,9 г. Сорт

устойчив к осыпанию семян и полеганию. Выравненность зерна 94,3%, пленчатость 16,6%, выход пшена 69,8%, содержание белка в крупе 14,18%, вкус каши 4,6 балла.

Гречиха тетраплоидная.

АЛЬФА. Год включения в государственный реестр сортов: 2019. Среднеспелый, тетраплоидный сорт. Средняя урожайность зерна за 2016-2018 годы испытания составила 25,6 ц/га, максимальная урожайность 36,9 ц/га получена на Каменецком ГСУ в 2016 году. Сорт устойчив к полеганию и осыпанию семян. Масса 1000 семян 42,5 г. Технические и крупяные качества хорошие, выравненность зерна 99,2%, плёнчатость 26,5%, выход крупы 61,5%, крупяного ядра 86%, содержание белка в крупе 14,0%. Вкус каши 5,0 баллов.

Организация землепользования и севооборотов

С целью рационального использования почвенного покрова все разнообразие почв объединяется в 30 агропроизводственных почвенных групп, которые в свою очередь объединены в 10 укрупненных групп, для которых подобран специальный набор сельскохозяйственных культур (табл. 5).

Таблица 5. Агропроизводственная группировка пахотных почв Республики Беларусь и рекомендуемый набор зерновых культур

Агрогруппа	Баллы бонитета	Рекомендуемый набор культур
Дерново-карбонатные почвы, развивающиеся на суглинистых и супесчаных породах	78	Пшеница, ячмень, горох, вика, кукуруза.
Дерново-подзолистые глинистые и тяжелосуглинистые	58	Пшеница, ячмень, горох, вика, пелюшка
Дерново-подзолистые легко- и среднесуглинистые мощные и подстилаемые мореной или песком с глубины около 1 м	71	Пшеница, ячмень, горох, вика, пелюшка
Дерново-подзолистые супесчаные, подстилаемые мореной около 0,5 м	63	Озимая рожь, пшеница, горох, кукуруза,
Дерново-подзолистые супесчаные, подстилаемые мореной с глубины около 1 м; около 0,5 м; суглинистые, подстилаемые песками с глубины до 0,5 м	54	Озимая рожь, овес, ячмень, пелюшка, люпин, гречиха, кукуруза
Дерново-подзолистые оглеенные внизу и временно избыточно увлажненные на мощных песках и супесчаные, подстилаемые песками	39	Озимая рожь, овес, люпин, кукуруза
Дерново-подзолистые временно избыточно увлажненные на глинах и суглинках; супесчаные, подстилаемые с глубины 0,5 м мореной	65	Ячмень, яровая пшеница, горох, вика, пелюшка, озимые (ограничено)
Дерново-подзолистые глееватые и глеевые на всех породах	38	однолетние бобово-злаковые смеси
Дерново-глеевые и торфяно-болотные с мощностью торфа менее 1 м	53	однолетние культуры при перезалужении
Торфяно-болотные с мощностью торфа более 1 м	73	озимая рожь, ячмень

В табл.6 представлены хорошие, возможные и недопустимые предшественники для зерновых культур.

Таблица 6. Классификация предшественников под зерновые культуры

Культура (срок возврата на прежнее место, лет)	Предшественники		
	хорошие	возможные	недопустимые
1	2	3	4
Озимая рожь (1–2)	Люпин кормовой, викоовсяная, горохоовсяная и бобово-крестоцветные смеси обычных и поукосных посевов после озимой ржи на зеленую массу, подсевная сераделла под озимую рожь на з/м, клевер 1 г. п., клеверо-злаковая смесь 2 г. п., люцерна, горох, люпин на зерно, картофель ранний, озимый рапс	Многолетние злаковые травы, лен, ячмень и овес по бобовым и пропашным, гречиха, кукуруза на зеленый корм	Озимая рожь, озимая и яровая пшеница
Озимая пшеница, озим. тритикале (2–3)	Люпин кормовой, викоовсяная, горохоовсяная и бобово-крестоцветные смеси обычных и поукосных посевов после озимой ржи на зеленую массу, подсевная сераделла под озимую рожь на з/м, клевер, люцерна, горох, люпин на зерно, картофель ранний, озимый рапс	Кукуруза на зеленый корм, овес по бобовым и пропашным, гречиха	Пшеница, тритикале, озимая рожь, ячмень, многолетние злаковые травы
Яровой ячмень (1–3)	Картофель, кукуруза, кормовая и сахарная свекла, клевер, люцерна, зернобобовые, бобово-злаковые смеси на корм, крестоцветные	Лен, овес, гречиха, озимая рожь + пожнивные на зеленое удобрение	Ячмень, пшеница, озимая рожь, многолетние злаковые травы
Яровая пшеница (2–3)	Пропашные, зернобобовые, однолетние бобовые и бобово-злаковые смеси на корм, клевер, люцерна, крестоцветные	Гречиха, овес, лен	Пшеница, озимая рожь, ячмень, многолетние злаковые травы
Овес (1–2)	Пропашные, зернобобовые, однолетние бобовые и бобово-злаковые смеси на корм, клевер, клеверозлаковые смеси, люцерна, озимая рожь	Многолетние злаковые травы, лен, гречиха, озимая и яровая пшеница, ячмень	Овес
Гречиха (1–3)	Пропашные, зернобобовые, бобовые на корм, озимые зерновые, крестоцветные	Ячмень, яровая пшеница, лен, озимая рожь на зеленый корм в промежуточных посевах	Гречиха
Горох (3–4)	Пропашные, озимые зерновые, ячмень, яровая пшеница, гречиха	Лен	Однолетние и многолетние бобовые, овес (опасность поражения нематодой)
Вика на зерно (3–4)	Озимые и яровые зерновые, гречиха	Многолетние злаковые травы, лен	Однолетние и многолетние бобовые, рапс
Люпин на зерно (3–5)	Озимые и яровые зерновые, гречиха	Многолетние злаковые травы, гречиха, лен	Однолетние и многолетние бобовые, рапс
Лен (3–4)	Озимые и яровые зерновые по пласту клевера, клевер, клевер+злаки 2 г. п., зернобобовые, картофель, кукуруза, гречиха	Овес, яровая пшеница, ячмень, многолетние злаковые травы	Лен
Рапс озимый (3–4)	Однолетние бобово-злаковые травы на зеленый корм, ранний картофель	Ячмень, озимая рожь, пшеница, тритикале более ранних сортов	Рапс, другие крестоцветные, горох, клевер, подсолнечник
Рапс яровой (3–4)	Яровые зерновые культуры	Озимые зерновые	Рапс, другие крестоцветные, горох, клевер, лен, сах. свекла

Окончание табл. 6			
1	2	3	4
Картофель (3–4)	Озимые зерновые, зернобобовые, клевер, однолетние бобово-злаковые культуры на корм, кормовые корнеплоды, крестоцветные	Яровые зерновые, гречиха, лен, кукуруза, сахарная свекла, люцерна	Картофель, многолетние злаковые травы
Сахарная свекла (3–4)	Картофель, кукуруза, зернобобовые, озимые зерновые	Ячмень, яровая пшеница, лен, гречиха	Сахарная и кормовая свекла, многолетние злаковые травы
Кормовая свекла (3–4)	Озимые зерновые, зернобобовые, картофель, бобовые и бобово-злаковые смеси на корм	Ячмень, яровая пшеница, лен, гречиха	Кормовая и сахарная свекла, многолетние злаковые травы
Кукуруза (0–1)	Картофель, корнеплоды, кукуруза (повторный посев), клевер, люцерна, однолетние бобовые, озимые зерновые	Яровые зерновые, лен, гречиха, озимые на з/корм в данном году, как промежуточные культуры	Многолетние злаковые травы

Роль предшественников в формировании урожайности зерновых культур также представлена на рис.2

Влияние предшественников на урожайность озимых зерновых культур

Предшественник	Урожайность		Предшественник	Урожайность	
	ц/га	%		ц/га	%
Озимое тритикале			Озимая пшеница		
Люпин на з/массу	62,7	100	Клевер	54,4	100
Клевер	62,5	100	Люпин кормовой на з/массу	54,2	100
Горох	58,3	93	Однолетние бобово-злаковые травы	52,0	96
Клевер + тимopheевка 2 г.п.	54,0	86,1	Горох на зерно	52,6	97
Овес	54,4	86,8	Овес	50,1	92
Озимая рожь	46,7	74,5	Многолетние злаковые травы	42,3	78
Ячмень	46,5	74,2	Озимая рожь	35,7	64
Озимая рожь	46,3	73,8	Ячмень	33,6	62
Озимое тритикале бессменно	35,6	56,8	Озимая пшеница	33,1	61
			Озимая пшеница бессменно	14,2	26

Рис. 2. Влияние предшественников на урожайность

Обработка почвы. Современная техническая база сельхозорганизаций уже сейчас позволяет внедрять энергоресурсосберегающие элементы в обработке почвы и посеве за счет:

- применения оборотных плугов, почвообрабатывающих машин с активными рабочими органами,
- комбинированных почвообрабатывающих и почвообрабатывающе-высевающих агрегатов,
- агрономически обоснованного сочетания отвальных и бесплужных обработок,
- применения энергонасыщенных тракторов и широкозахватных почвообрабатывающих и посевных машин и агрегатов, совмещения основной и предпосевной обработки почвы.

Это позволит хозяйствам сократить расход топлива, времени и затраты труда на 30–50 %, сохранить и расширенно воспроизводить плодородие почв, значительно уменьшить эрозионные процессы при увеличении урожайности основных сельскохозяйственных культур.

Экономия ресурсов при обработке почвы возможна также за счет:

1. Использование комбинированных, широкозахватных машин повышает производительность труда в 1,5 раза. Экономия топлива – 20–50 %.

2. Замена вспашки безотвальным рыхлением чизельными агрегатами, тяжелыми дисковыми боронами, дискаторами снижает расход топлива на 7–15 кг/га, повышает производительность в 1,5–2,0 раза.

3. Применение почвообрабатывающе-посевных машин при возделывании озимых зерновых культур по сравнению с однооперационными технологиями позволяет сократить расход топлива на 25–30 % без снижения уровня продуктивности культур.

4. Применение бесплужных (мелкая, глубокая безотвальная) технологий обработки почвы при возделывании озимых ржи и тритикале в сочетании с применением комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин при отсутствии многолетних сорняков и на фоне благоприятных предшественников обеспечивает получение урожайности зерна на уровне отвальной вспашки и экономию топлива от 14 до 44 %.

5. Разуплотнение подпахотных горизонтов глубокорыхлителями один раз в четыре года на глубину до 45 см обеспечивает прибавку урожая различных (яровые зерновые, зернобобовых и крестоцветные) культур в севообороте на 5,7–10 %.

Проведенные расчеты показывают, что внедрение комбинированной обработки почвы, предусматривающей чередование в севообороте вспашки с бесплужными обработками с использованием широкозахватных орудий, позволят сэкономить республике в год около 30 тыс. тонн топлива и обеспечить дополнительный сбор 500 тыс. тонн кормовых единиц. А при доведении численности почвообрабатывающе-посевных агрегатов до 1 единицы на 1000 га потребление топлива сократится примерно на 10 тыс. тонн, затраты труда уменьшаться вдвое. За счет сокращения сроков на обработке почвы и посеве комбинированными агрегатами дополнительный сбор зерна составит около 210 тыс. тонн.

При внедрении минимальной обработки почвы в хозяйствах Республики Беларусь необходимо учитывать следующие условия, позволяющие эффективно применять данный технологический прием без возможных отрицательных последствий, либо их снижения.

1. Нецелесообразно применять минимальную обработку на:

- суглинистых и глинистых полугидроморфных почвах, приуроченных к выровненным территориям;

- почвах с неблагоприятными агрофизическими свойствами пахотных горизонтов и содержанием водопрочных агрегатов менее 40 %;

- склоновых почвах, подверженных водной эрозии, из-за усиления поверхностного стока воды;

- почвах с низкими показателями плодородия, а также почвах с баллом плодородия менее 25 баллов, так как в этих случаях будет формироваться низкая урожайность возделываемых культур.

2. Применение минимальной обработки должно предусматривать:

- предварительное уничтожение многолетних двудольных и злаковых сорняков при помощи глифосатсодержащих гербицидов с нормами расхода 6–8 л/га;

- выравнивание поверхности обрабатываемых участков;

- разуплотнение подпахотного горизонта с использованием биологических и механических приемов.

3. Эффективному применению минимальной обработки почвы в Беларуси будут способствовать:

- строгое соблюдение технологии с соблюдением качества всех операций от обработки почвы до уборки;

- применение измельченной равномерно по ходу движения комбайна соломы предшественников в качестве органического удобрения и мульчирования верхнего слоя для защиты от ветровой эрозии, сохранения почвенной влаги;

- чередование культур с большим и малым количеством послеуборочных остатков для равномерной переработки почвенными микроорганизмами без накопления соломы в верхнем обрабатываемом слое 0–10 см;

- применение системы машин (отечественного производства), предназначенных для минимальной обработки почвы.

В табл. 7 представлены рекомендации по основной обработке почвы под зерновые культуры.

Исходя из вышеуказанных данных, а также на основе многолетних стационарных исследований наиболее рациональной системой в севообороте, благоприятной для почвенно-климатических условий Республики Беларусь, является комбинированная обработка почвы, которая основана на чередовании с учетом биологических особенностей культурных растений по годам отвальной вспашки и бесплужных (минимальной либо безотвальной) обработок почвы.

Таблица 7. Основная обработка почвы в Беларуси в зависимости от почвенных условий и культуры

Обработка почвы	Культуры	Тип почвы, гранулометрический состав, периодичность вспашки	Примечание
Отвальная вспашка	Озимые пшеница, ячмень, озимая тритикале – семеноводческие посевы, яровая пшеница, ячмень пивоваренный и на семена	Дерново-подзолистые суглинистые: тяжелые, средние – ежегодно; легкосуглинистые – 1 раз в два года; супесчаные и песчаные – 1 раз в четыре года	При условии отсутствия многолетних сорняков, соблюдения севооборотов
Безотвальная обработка (чизельная, до 20 см)	Озимая тритикале, озимая рожь, люпин, горох, вика, кукуруза, яровые зерновые после пропашных	Дерново-подзолистые легкосуглинистые – 1 раз в два года; супесчаные – 3 раза в четыре года	
Минимальная (мелкая до 10–12 см)	озимая рожь на фураж, яровые зерновые после пропашных	Дерново-подзолистые легкосуглинистые – 1 раз в два года; супесчаные и песчаные – 3 раза в четыре года	
Прямой посев	Пожнивные, поукосные, озимые зерновые	Дерново-подзолистые супесчаные и песчаные (гумус более 2, содержание РК не ниже 150–200 мг/кг почвы)	

Данный вид обработки почвы применительно к условиям нашей республики, с учетом машинно-тракторного парка, в отличие от ежегодной отвальной обработки либо полностью минимальной обработки, позволяет:

- сократить расход топлива в севообороте на 1–30 %;
- сохранить или увеличить продуктивность как отдельных культур, так и севооборота в целом;
- предотвратить увеличение засоренности посевов многолетними и однолетними сорняками;
- сдерживать минерализацию гумуса;
- сохранять почвенную влагу (особенно на супесчаных и песчаных почвах).

Важнейшее условие эффективной энергосберегающей обработки почвы – высокий уровень общей культуры земледелия, строгое соблюдение технологической дисциплины, проведение полевых работ в оптимальные сроки и с отличным качеством, правильное использование эффективных гербицидов, применение достаточных доз удобрений, чистота полей от сорной растительности, особенно многолетней, постоянный поиск и использование экономически более выгодных приемов.

Посев. Урожайность сельскохозяйственных культур является интегральным показателем, величина которого определяется комбинацией не регулируемых и регулируемых факторов. В свою очередь регулируемые факторы при программировании урожайности имеют системный характер и поэтому их нельзя рассчитывать и применять в отрыве друг от друга. Схематически (рис.3.) взаимовлияние и взаимозависимость различных факторов можно выразить следующим образом:

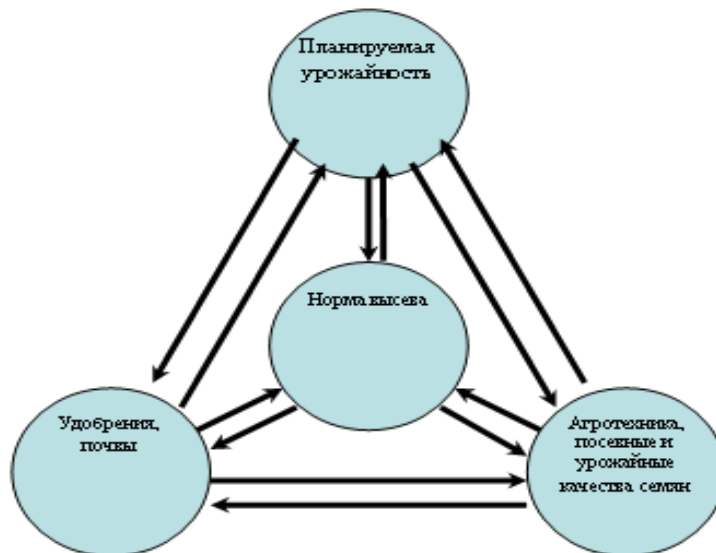


Рис 3. Схема системных связей

Все вышеизложенное определяет важность, а порой и необходимость использования компьютерных программ для определения точных количественных параметров элементов технологии.

При разработке технологии выращивания бессистемный подход больше имеет место при расчетах норм высева (посадки), чем других элементов. Часто его оправдывают компенсаторными способностями растений, когда «недостаток» одного из структурных элементов урожайности компенсируется увеличением сопряженных с ним других элементов. На практике же получается, что повышенная норма высева, не обеспеченная элементами питания для реализации ее потенциала урожайности, приводит к смещению соотношения основной и побочной продукции в сторону побочной. И наоборот, недостаточная норма высева не может в полной мере реализовать урожайный потенциал повышенного плодородия почвы и внесенных удобрений.

В основу расчёта норм высева должна быть заложена структурная формула урожайности, которая для зерновых культур имеет вид:

$$Y = \frac{P \times K \times 3 \times A}{10000};$$
 где Y – урожайность зерна, ц/га, а P – количество растений к уборке, шт./м².

Из данной формулы можно определить количество растений (P), которое необходимо иметь к уборке для получения заданной урожайности, а затем рассчитать требуемую весовую норму высева:

$$P = \frac{Y \times 10000}{K \times 3 \times A};$$

$$H_{\text{с}} = \frac{P \times M_{1000} \times 100}{B_{\text{общ}} \times \Pi \Gamma};$$

где N_v – весовая норма высева, кг/га

M_{1000} – масса 1000 семян, г

$B_{об}$ – общая выживаемость (% растений сохранившихся к уборке от высеянных всхожих семян)

$$ПГ – \text{посевная годность семян, \%} \quad ПГ = \frac{Ч \times B}{100};$$

где $Ч$ – чистота семян, %

B – лабораторная всхожесть, %

Вся проблема заключается в том, что показатели K , $З$ и A также являются интегральными и их количественное значение зависит от ряда других факторов:

генетического потенциала вида и сорта; посевных, урожайных и матрикальных качеств семян; обеспеченности элементами питания; наличия сорняков, вредителей и болезней; уровня агротехники; погодных условий. Кроме того, величина показателей K , $З$, A зависит от P и нормы высева. Данную функциональную зависимость (рис.4) можно выразить графически следующим образом:

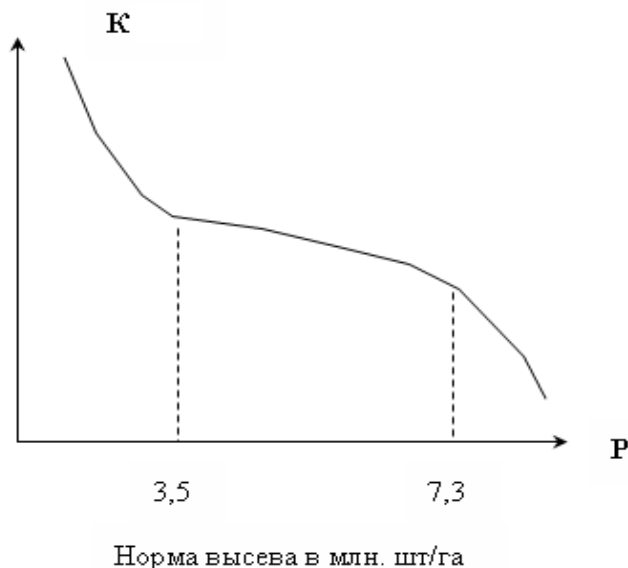


Рис. 4. Зависимость кустистости от нормы высева

Если в график вместо P подставить произведение $P \times K$ (продуктивный стеблестой), а вместо K ввести показатели $З$ и A , функциональная зависимость будет похожей. Необходимо учитывать и свойственную яровым зерновым культурам особенность, проявляющуюся при поздних календарных сроках посева в условиях длинного светового дня. Она заключается в снижении озерненности продуктивного стеблестоя увеличенного за счет кустистости растений. Исходя из вышеуказанного, не представляется возможным по формуле сделать точные расчеты в хозяйстве без использования компьютерной программы.

Неслучайно, для установления оптимальных норм высева зерновых культур были проведены громадные по своему объему исследования. Проводились они, как правило, в научных учреждениях с использованием передовых технологий, качественных семян, определенных (ограниченных) норм внесения удобрений и на конкретных почвах. Основной вывод, который сделали исследователи следующий: – **зерновые злаки обладают в достаточной степени пластичностью**. То есть «недостаток» одного из структурных элементов урожайности компенсируется увеличением сопряженных с ним других элементов. Исходя из этого, нет необходимости в существенной вариации

штучных норм высева зерновых культур. Например: - рекомендуемая (регламентированная) штучная норма высева ячменя – 4 – 4,5 млн.шт./га. Данная штучная норма высева умноженная на массу 1000 семян, умноженная на 100 и деленная на посевную годность позволяет определить весовую норму высева (кг/га). Можно ли полученный результат считать абсолютно верным? К сожалению нет. Например, при низкой массе 1000 семян, что чревато пониженной кустистостью растений, весовая норма также снижается, тем самым, усугубляя недобор урожая. Кроме того, поштучно-весовая формула расчета норм высева не учитывает уровень планируемой урожайности, внесенные удобрения, уровень агротехники и другие факторы представленные во «вводе данных» разработанной нами компьютерной программы «Зернооптимум – 1» (Свидетельство №043 от 27.10.08).

Повышенная норма высева, не обеспеченная элементами питания для реализации ее зернового потенциала урожайности, приводит к смещению соотношения основной и побочной продукции в сторону побочной (соломы). И наоборот, недостаточная норма высева не может реализовать урожайный потенциал повышенного плодородия почвы и внесенных удобрений. Несмотря на высокую компенсаторную способность зерновых злаков увеличивать продуктивную кустистость при уменьшении растений на единице площади и увеличивать озерненность соцветий при уменьшении количества продуктивных стеблей, зависимые структурные показатели имеют видовые и сортовые ограничения. Равным образом это относится и к весу 1000 зерен. Более того, на легких почвах в условиях весенней засухи возможно снижение озерненности соцветий при уменьшении стеблестоя. Обусловлено это тем, что в посевах, которые не сомкнулись к фазе «начало выхода в трубку» имеет место экстремальная потеря влаги почвой из-за трещин, образовавшихся от проникновения к почве прямых солнечных лучей. При этом также снижается микробиологическая активность почвы и доступность для растений азота. Вместе с тем, указанная фаза совпадает с четвертым этапом органогенеза, при котором происходит закладка будущих колосков в колосе, а их количество прямо пропорционально зависит от количества влаги и доступного азота в почве.

Кроме того, поштучно-весовая формула расчета норм высева не учитывает уровень планируемой урожайности, внесенные удобрения, уровень агротехники и другие факторы, представленные во «вводе данных» компьютерной программы «Зернооптимум – 1».

Компьютерная программа «Зернооптимум – 1» предназначена для оптимизации норм высева с учётом норм внесения минеральных удобрений под запланированную или оптимально возможную урожайность яровых зерновых культур. В последнем случае окупаемость внесенных минеральных удобрений будет максимальной. В тоже время, несколько меньшая окупаемость вносимых минеральных удобрений при повышенной урожайности вовсе не означает, что экономический эффект будет худшим. Скорее наоборот. Поэтому уровень планируемой урожайности должен определяться исходя из материальных ресурсов хозяйства и расчётов экономической эффективности. К сожалению, последний фактор нельзя "ввести" в компьютерную программу из-за ежегодной вариации: конъюнктуры цен; стоимости оборотных средств и уровня ликвидности продукции.

Необходимые нормы внесения минеральных удобрений рассчитываются на основании 12 параметров ввода и справочных данных.

Продуктивная кустистость – на основании 12 параметров.

Общая выживаемость – на основании 7 параметров.

Масса 1000 семян – на основании 5 параметров.

Озернённость соцветий – на основании 3 параметров.

Ввод данных и результаты расчёта компьютерной программы «ЗЕРНООПТИМУМ 1» осуществляется по схеме (рис. 5):

1	Культура	1
	Пшеница	1
	Ячмень	2
	Овес	3
	Тритикале	4

2	Уровень агротехники	2
	Высокий	1
	Средний	2
	Низкий	3

3	Предшественники	6
	Пропашные	1
	Злаковые	2
	Рапс	3
	Бобовые однолетние	4
	Бобовые многолетние	5
	Другие	6

4	Запыреенность участка	2
	Высокая	1
	Средняя	2
	Слабая	3

5	Степень обработки почвы	2
	Хорошая	1
	Средняя	2
	Плохая	3

6	Гранулометрический состав	2
	Среднесуглинистая	1
	Легкосуглинистая	2
	Супесчаная	3

7	Балл поля или пашни	40
---	---------------------	----

8	Глубина пахотного горизонта, см	22,5
---	---------------------------------	------

9	Объемный вес пахотного горизонта, г/см ³	1,3
---	---	-----

10	Кислотность пахотного горизонта, pH	6,1
----	-------------------------------------	-----

11	Содержание гумуса в почве, %	2,25
----	------------------------------	------

12	Содержание P ₂ O ₅ , мг/кг почвы	188
----	--	-----

13	Содержание K ₂ O, мг/кг почвы	175
----	--	-----

14	Планируемая норма внесения навоза КРС, т/га	
----	---	--

15	Норма внесения навоза КРС под предшественник, т/га	
----	--	--

16	Планируется ли азотная подкормка в фазу "выхода в трубку"	1
	Да	1
	Нет	2

17	Происхождение семян	1
	Собственные	1
	Покупные(сем. хоз.)	2
	Импортные	3

18	Какой использовался протравитель	3
	Байтан и его аналоги	1
	Фундазол и его аналоги	2
	Другие	3

19	Инкрустация (до посева)	2
	<1 недели	1
	1 - 2 недели	2
	2 - 3 недели	3
	более 3 недель	4

20	Посевная годность семян, %	93
----	----------------------------	----

21	Масса 1000 семян, г	45
----	---------------------	----

22	Репродукция	3
	СЭ	1
	Э	2
	1Р	3
	2Р	4
	3Р	5

23	Микротравмируемость семян, %	35
----	------------------------------	----

24	Срок посева от начала сева	2
	1-5 день	1
	6-10 день	2
	11-15 день	3
	16-20 день и более	4

25	Продуктивная кустистость в условиях хозяйства	26	Озерненность соцветия данного сорта, шт	27	Общая выживаемость, %
28	Планируемое боронование посевов	29	Планируется ли 2-я азотная подкормка в фазу колошения?	30	Планируется ли обработка посевов
	До или после	1	Да	1	Фунгицидами и инсектицидами
	До и после	2	Нет	2	Фунгицидами или инсектицидами
	Не планируется	3		3	Не планируется
31	Планируемая урожайность, ц/га	50	Оптимально возможная урожайность, ц/га		

Результаты расчета	
Планируемая урожайность зерна	50ц/га
Уровень максимально возможной урожайности составляет 108 ц/га, при озерненности соцветия 35,8 шт.	
Нормы внесения минеральных удобрений для получения расчетной урожайности 50 ц/га должны составлять:	
Азотные	147кг д.в./га
Фосфорные	102кг д.в./га
Калийные	129кг д.в./га
Необходимо внести микроэлементы Mn, Cu, Zn,B	
Весовая норма высева должна составлять	248кг/га
Штучная норма высева при этом составит	5,12 млн. шт/га семян 100% ПГ
Посевы желательно обработать ретардантами	
Ожидаемая окупаемость минеральных удобрений составит 8,47 кг зерна на 1 кг NPK	

Рис. 5. Пример ввода данных и результатов расчета компьютерной программы Зернооптимум 1»:

Для получения аналогичной урожайности на тех же почвах, но при высоком уровне агротехники (с соответствующим изменением «ввода данных»), необходимая норма высева составит 4.1 млн.шт./га. (норма удобрений – $N_{140} P_{80} K_{110}$), а при низком уровне агротехники – 5.96 млн. шт./га при норме удобрений – $N_{154} P_{127} K_{139}$.

Для получения урожайности 70 ц/га зерна при среднем уровне агротехники по пропашному предшественнику, с внесением под него 80 т/га навоза КРС, необходимая норма высева составит 5,4 млн. шт./га при норме удобрений $N_{134} P_{116} K_{76}$. При этом почва должна содержать 2,8 % гумуса, P_2O_5 – 230 и K_2O – 250 мг/кг почвы.

Указанные нормы высева рассчитаны при степени микротравмированности семян на уровне 35%, что не является предельно возможной величиной (5...60 %).

Микротравмированность семян является основной причиной невысокой полевой всхожести (около 70%) и низкой общей выживаемости растений (55-65%). Высокая

микротравмированность семян имеет место из-за отсутствия специализированных (2-х барабанных + 2-х бункерных и др.) уборочных комбайнов, несовершенства технологии уборки и повторной очистки семян. Прямое комбайнирование семенных участков необходимо проводить при влажности зерна 16 – 18%. При меньшей влажности увеличивается микротравмированность семян. При большей – образуются внутренние разрывы зерновок без видимых внешних повреждений, чаще у овса. Режим обмолота должен быть наиболее мягким (минимально возможные обороты и максимально возможные зазоры молотильного аппарата). Семена должны быть очищены за один пропуск через зерноочистительный комплекс. Повторная очистка семян может существенно снизить их полевую всхожесть (на 8 % и более) за счет увеличения травматизма, так как семена имеют пониженную влажность (14% и менее), а также царапины, повторное повреждение которых приводит к микротравмированию.

Микротравмированные семена «показывают» лабораторную всхожесть в стерильных условиях прорастивания, но половина из них не обеспечивает полевой всхожести. Причем это наиболее биологически полноценные семена (из центральной части колоса и верхней части метелки) с повышенным потенциалом кустистости. Именно они наиболее легко вымолачиваются и, соответственно, получают больше микротравм при обмолоте. При набухании таких зерновок в почве, через микротрещины проникает патогенная микрофлора, что приводит к гибели семян, проростков или, даже, молодых растений. Погибшие проростки являются очагами инфекции и оказывают негативное влияние на продуктивность соседних растений.

Снижение полевой и, даже, лабораторной всхожести микротравмированных семян возможно и при позднем их протравливании некоторыми препаратами, обладающими ретардантными свойствами, что легко проверить экспериментально. Механизм воздействия заключается в проникновении протравителя через микротравмы зерна к зародышу, который временно будет находиться в состоянии стресса и не будет способен к прорастанию. К сожалению, микротравмированность (травмированность) семян не является показателем качества семян, обязательным к определению и не фиксируется в удостоверении о кондиционности семян.

Приведенные данные логически обосновывают существенную разницу норм высева необходимых для получения одинаковой урожайности в разных хозяйствах. Снижение полевой всхожести семян, например на 10%, вовсе не означает, что ее можно компенсировать аналогичным увеличением нормы высева, поскольку «не взошли» наиболее биологически полноценные семена с повышенным потенциалом кустистости.

Для большей точности расчетов, при заявленном уровне агротехники “высокий”, во вводе данных должно присутствовать не менее 5 нижеследующих показателей: 4.3; 5.1; 16.1; 19.4; 29.1; 30.1. При уровне “средний” – не менее 5 из: 4.2; 5.2; 16.1; 19.2; 19.3; 30.2. При уровне “низкий”, наоборот должно присутствовать во вводе данных не более 5 показателей из: 4.2; 4.3; 5.1; 5.2; 16.1; 19.2; 19.3; 19.4; 29.1; 30.1; 30.2.

Факторы 8, 9, 14, 15, и 23 не требуют обязательного ввода. Также как и факторы: 25(продуктивная кустистость), 26 (озерненность соцветий), 27 (общая выживаемость), которые рассчитываются программой. Но данный факт не отрицает возможности ввода своих конкретных данных, которые будут иметь приоритет перед расчетными. Поэтому наиболее точные результаты расчета будут в хозяйствах с высокой культурой земледелия, где агрономическая служба постоянно ведет учет количественных значений основных структурных элементов урожайности.

Уход за посевами. Проблемы эффективной защиты растений, более чем другие сферы сельскохозяйственной деятельности, затрагивают экономическую, социальную и экологическую сферы жизни общества и поэтому требуют более оперативного и приоритетного решения. Оптимизация защиты сельскохозяйственных культур от вредных организмов, производство собственных средств защиты растений, совершенствование технических средств и технологий внесения пестицидов обеспечивает ежегодную экономию до 15–20 % энергоресурсов.

Согласно исследованиям, проведенным в нашей стране национальным институтом защиты растений, применение комплексной защиты растений от вредителей, болезней и сорняков позволяет сохранить урожай ячменя – 10,6 ц/га, овса – 8,2 ц/га

При проведении защитных мероприятий соотношение затрат на минеральные удобрения и защиту растений рознится в зависимости от урожайности сельскохозяйственной культуры, и при увеличении урожайности сельскохозяйственной культуры возрастает.

Так, у озимой пшеницы при урожайности 35 ц/га затраты составляют 54 долл/га по пестицидам и 69 долл/га по минеральным удобрениям. При этом поддерживается отношение затрат 0,7. Увеличение урожайности культуры до 50 ц/га влечет и увеличение затрат на агрохимикаты. Здесь соотношение возрастает до 0,9.

У озимой ржи при урожайности 40 и 65 ц/га показатель соотношения соответственно составил 0,6 и 0,7 (табл. 8).

Таблица 8. Соотношение затрат на защиту растений и минеральные удобрения при различных уровнях урожайности

Культура	Урожайность, ц/га	Затраты на защиту растений, долл/га	Затраты на минеральные удобрения, долл/га	Отношение затрат на защиту растений к затратам на минеральные удобрения
Озимая пшеница	35	54	69	0,7
	50	94	102	0,9
Озимая рожь	30	40	60	0,6
	40	65	98	0,7
Ячмень	35	33	60	0,5
	50	62	86	0,7

В перспективе в вопросах применения средств защиты растений преобладающими будут следующие тенденции:

1. С учетом фитосанитарной и экономической ситуации предпочтение в вопросах проведения химических защитных мероприятий будет отдаваться препаратам отечественного производства;

2. Будет продолжено совершенствование ассортимента ядохимикатов в сторону снижения их стойкости в биологических средах, кумулятивности и токсичности;

3. Существенно будет совершенствоваться техническая база защиты растений. Предполагается значительно расширить использование малой авиации и мотодельтопланов;

4. Систематическое применение пестицидов в значительной мере будет сочетаться с использованием биологического метода борьбы с вредными организмами;

5. Особенностью применения ядохимикатов в 21 веке будет использование эколого-экономического порога целесообразности и придание экологической направленности защитным мероприятиям.

6. Большую роль при применении пестицидов будет играть научное и информационное обеспечение защиты растений сельскохозяйственных культур.

Внедрение систем точного земледелия позволяет использовать пестроту почвенного плодородия поля для оптимизации норм NPK под зерновые культуры

Наиболее актуальными проблемами минерального питания растений являются: постоянное удорожание минеральных удобрений; их точное дозирование для получения планируемой урожайности; предотвращение загрязнения окружающей среды избыточными дозами удобрений. Внедрение систем точного земледелия позволяет дифференцированно внести минеральные удобрения на каждом элементарном участке или зоне плодородия поля. На рис. 6 представлен пример расчета норм NPK с помощью

компьютерной программы (Камасин С. С., Тернов Е. В.), учитывающей коэффициенты возмещения (возврата NPK), то есть по официальной для многих стран методике.

Агрокультура: Яровая пшеница. Зерно

Задать участки, ед.: 10

Пример

Планируемая урожайность, ц/га: 50

Различная урожайность участков

Ограничение по азоту

Ограничение по фосфору

Ограничение по калию

Предшественник: Яровой рапс. Семена

Источник азота: (Без поправки к дозе азотных удобрений)

Урожайность предшественника, ц/га: 18

Вид примера: Пример 1

Органическое удобрение: (Отсутствует)

Внесено под предшественник, т/га: 0

Включать ограничение азота с фосфором или калием

Использовать библиотеку

Планируется внести, т/га: 0

Наимен. расчёта	Площадь, га	кисл., pH	гумус, %	Фосфор, мг/кг	Калий, мг/кг	Внести N, кг/га	Внести P, кг/га	Внести K, кг/га	Урожай, ц/га
Средневзвеш. дозы NPK						126	87	136	
Средневзвеш. агрохим.		5,6	2,4	199	235	126	88	142	50,0
Участок 1	6,20	4,2	2,0	180	250	137	103	120	50,0
Участок 2	4,60	5,4	2,9	165	401	112	100	40	50,0
Участок 3	5,40	6,2	2,3	187	350	129	84	82	50,0
Участок 4	1,95	5,4	3,2	310	146	109	58	171	50,0
Участок 5	7,00	6,3	2,0	136	160	137	98	185	50,0
Участок 6	4,50	6,4	2,8	336	104	115	44	219	50,0
Участок 7	3,00	5,5	2,9	273	161	112	68	169	50,0
Участок 8	6,10	5,8	2,1	85	120	134	115	201	50,0
Участок 9	4,50	4,6	3,0	301	324	109	66	84	50,0
Участок 10	2,27	5,6	1,2	172	391	150	95	48	50,0

Рис. 6. Результаты расчета норм NPK с одинаковой урожайностью по участкам.

• Из данных рисунка 6 видно, что при одинаковой планируемой урожайности требуются различные нормы внесения азота, фосфора и калия. В верхней строке приводятся средневзвешенные по полю нормы NPK. Во второй сверху строке даны средневзвешенные агрохимические показатели поля и рассчитанные по ним нормы NPK. Как видим, разница между значениями незначительная. Одним из заявляемых преимуществ данной системы расчета является выравнивание плодородия элементарных участков. И это действительно так. Но в результате такого выравнивания, в дальнейшем при использовании той же системы расчета, мы не получаем ни какой значимой экономии. Аналогичная картина наблюдается и при планировании различных уровней урожайности по элементарным участкам (рис. 7).

Агрокультура: Яровая пшеница. Зерно Задать участки, ед.: 10 Пример

Планируемая урожайность, ц/га: 50 Различная урожайность участков Обновить

Предшественник: Яровой рапс. Семена Ограничение по азоту Рассчитать

Источник азота: (Без поправки к дозе азотных удобрений) Ограничение по фосфору

Урожайность предшественника, ц/га: 18 Вид примера: Пример 1 Ограничение по калию

Органическое удобрение: (Отсутствует) Включать ограничение азота с фосфором или калием

Внесено под предшественник, т/га: 0 Использовать библиотеку

Планируется внести, т/га: 0

Наимен. расчёта	Площадь, га	Кисл. pH	Гумус, %	Фосфор, мг/кг	Калий, мг/кг	Внести N, кг/га	Внести P, кг/га	Внести K, кг/га	Урожай, ц/га
Привзвеш. дозы NF						122	84	132	
Привзвеш. агрохим.		5,6	2,4	199	235	126	88	142	50,0
Участок 1	6,20	4,2	2,0	180	250	125	91	109	41,9
Участок 2	4,60	5,4	2,9	165	401	121	113	40	60,7
Участок 3	5,40	6,2	2,3	187	350	126	82	80	48,1
Участок 4	1,95	5,4	3,2	310	146	125	71	194	67,0
Участок 5	7,00	6,3	2,0	136	160	125	86	170	41,9
Участок 6	4,50	6,4	2,8	336	104	122	48	230	58,6
Участок 7	3,00	5,5	2,9	273	161	121	78	183	60,7
Участок 8	6,10	5,8	2,1	85	120	126	104	189	44,0
Участок 9	4,50	4,6	3,0	301	324	120	77	90	62,8
Участок 10	2,27	5,6	1,2	172	391	92	54	6	25,1

Рис. 7. Результаты расчета норм NPK с различной урожайностью по участкам.

Из данных рис. 7 видно, что при планировании различной урожайности (в данном случае уровни "привязаны" только к содержанию гумуса) мы добиваемся некоторого выравнивания нормы внесения азота по всем участкам, но, опять же, не достигаем экономии NPK. Почему так происходит? Обусловлено это тем, что при низком содержании определенного элемента питания программа предусматривает не только его вынос с урожайностью, но и дополнительное внесение для выравнивания плодородия поля. И если раньше, при низких ценах на минеральное удобрение, мы могли это позволить, то теперь такая система расчетов позволительна только для отдельных хозяйств. Учет существующих реалий требует новых подходов при разработке систем расчета норм внесения минеральных удобрений и, прежде всего, NPK. Примером такого является экспериментальная компьютерная программа «NPK-оптимизатор», разработанная авторами статьи [1]. В программу заложены данные для 39 полевых культур, включая сенокосы и пастбища. Учитывается действие и последствие 15 видов органического удобрения. Во вводе данных также задействованы: номера элементарных участков, их площади, кислотность, гранулометрический состав, глубина и объемный вес пахотного горизонта, содержание гумуса, P_2O_5 и K_2O , предшественники, стоимость 1 кг действующего вещества азота, фосфора и калия, стоимость или себестоимость 1 ц выращиваемой продукции, планируемая урожайность и планируемый процент участия NPK в стоимости (себестоимости) продукции. При этом может использоваться любая валюта. На рис. 8 представлен пример расчета (в белорусских рублях) с ранее использованными параметрами планируемой урожайности и агрохимическими данными элементарных участков поля с яровой пшеницей.

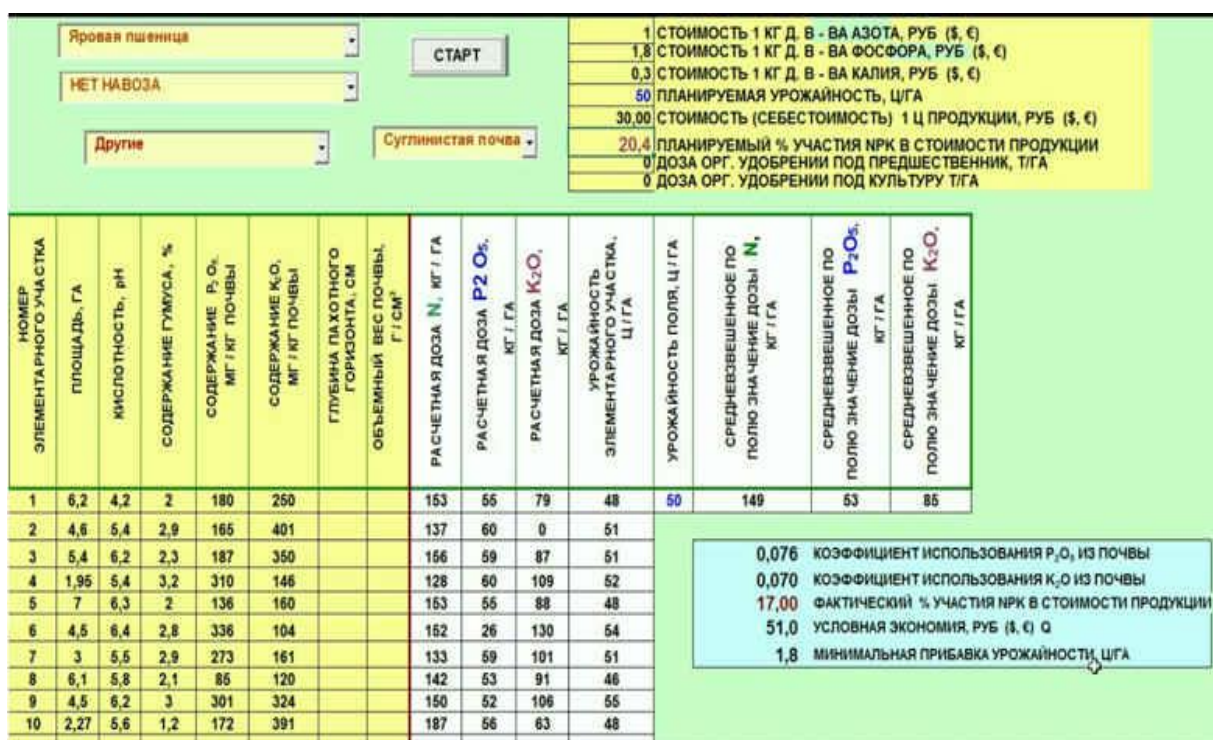


Рис. 8. Результаты расчета норм NPK для 50 ц/га зерна яровой пшеницы.

Из данных рисунка 8 видно, что при планируемом проценте участия стоимости NPK в стоимости продукции— 20,4 %, фактический процент участия (после оптимизации) составляет 17,0 %, а условная экономия составляет 51 руб./га, что эквивалентно 25,5 \$/га. Условная экономия затрат может быть положительной или отрицательной даже на одном элементарном участке, поскольку она, по - сути, показывает степень соответствия агрохимических показателей участка требованиям культуры к данным показателям, с учетом стоимости NPK. Она также включает экономию затрат за счет уменьшения доз P₂O₅ и K₂O при определенных повышенных дозах азота или избыточном содержании P₂O₅ и K₂O в почве, но не включает стоимость минимальной прибавки. Минимальная прибавка урожайности 1,8 ц/га определяется только дозами азота. Другими словами, если внести средневзвешенную дозу N₁₄₉ на каждом элементарном участке поля, недобор урожайности составит 1,8 ц/га. Максимальная прибавка, учитывающая лимитирующее действие всех трех элементов (NPK) будет выше, но, учитывая способность большинства культур усиливать мобилизацию P₂O₅ и K₂O из почвы и минеральных удобрений при достаточном обеспечении азотом [2], она может не подтвердиться экспериментально, при благоприятных погодных условиях. Коэффициенты использования P₂O₅ и K₂O из почвы, представленные в результатах расчета, приводятся только для последнего элементарного участка (№ 10). Величина коэффициентов использования РК из почвы зависит от содержания данных элементов питания в пахотном горизонте, выращиваемой культуры, кислотности и гранулометрического состава почвы и существенно варьирует. Основным недостатком большинства компьютерных программ данного профиля является использование мало вариабельных, или постоянных значений коэффициентов использования фосфора и калия из почвы, что приводит к неполучению планируемой урожайности, или к снижению почвенного плодородия. Оптимальные уровни урожайности по элементарным участкам поля отличаются от данных рисунка 2, и это не случайно. Ведь здесь мы учитываем не только содержание гумуса в почве, но также содержание P₂O₅ и K₂O, и, что самое главное, стоимость каждого элемента питания. Точность определения уровней оптимальной урожайности на каждом конкретном элементарном участке (зоне плодородия) поля является лишь одним из факторов, определяющих величину условной экономии. Другими факторами являются точное

определение границ элементарных участков (зон почвенного плодородия), их количество и пестрота почвенного плодородия поля. Чем больше вариация, тем больше экономия. По-сути, мы трансформируем негативный фактор пестроты почвенного плодородия в позитивный фактор экономии ресурсов и увеличения урожайности. Не меньшее влияние на уровень получаемой экономии оказывает и величина планируемой урожайности: чем она выше – тем больше экономия.

- Программа также позволяет выбрать для конкретного поля (с учетом пестроты почвенного плодородия) культуру, выращивание которой позволит получить наибольшую экономию затрат на NPK, а также определить экономическую значимость (в денежном выражении) предшественника и внесенных органических удобрений.

- В программе можно адаптировать открытую базу данных по выносу NPK с единицей продукции и коэффициентам использования NPK из минеральных и органических удобрений к фактическим параметрам в каждом конкретном хозяйстве. При ежегодном определении фактического выноса NPK с единицей продукции, базовые данные можно откорректировать достаточно точно для конкретных почвенно-климатических и производственных условий хозяйства. В случае использования программы для нескольких хозяйств, банк данных необходимо формировать для каждого из них.

- Программа позволяет сделать расчет уровня урожайности с минимальными дозами фосфорных и калийных удобрений и полностью реализовать потенциал почвенного плодородия (рис. 9).

- Уровень урожайности 42,3 ц/га (рис. 9) можно считать оптимальным на том основании, что при меньшей урожайности, на многих элементарных участках будут отрицательные значения доз РК удобрений. А это значит, что мы не полностью используем потенциал почвенного плодородия.

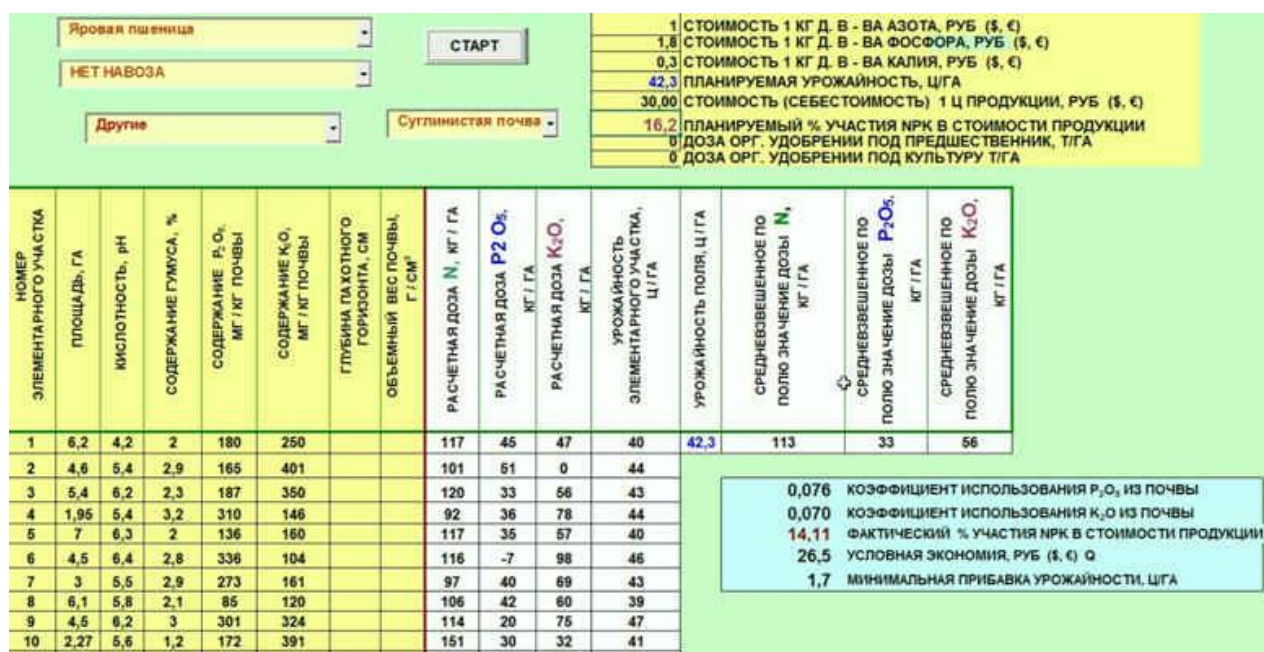


Рис. 9. Результаты расчета норм NPK для 42,3 ц/га зерна яровой пшеницы.

- Полученная условная экономия в данном случае менее существенная (13 \$/га), но зато мы минимизируем расходы на фосфорно- калийное удобрение. Из данных расчетов видно, что вынос P₂O₅ и K₂O с урожаем не компенсируется вносимыми нормами. Но, само название нашей программы предполагает указанную оптимизацию. Ведь в современных условиях дефицита оборотных средств, который, будем надеяться, носит временный характер важно получить максимальную урожайность при минимальных затратах,

одновременно проводя мониторинг почвенного плодородия. Технология точного земледелия позволяет это сделать. По нашему мнению, катастрофического снижения содержания элементов питания при получении 40 – 45 ц/га зерна на фоне низких норм РК происходить не будет. Ведь основную роль в питании растений играют ризосферные микроорганизмы, которые переводят недоступные формы NPK в доступные для корневого питания растений. Скорее наоборот, высокие дозы РК удобрений снижают микробиологическую активность почвы и способствуют переходу их в недоступную форму. В свою очередь, существенная активизация ризосферных микроорганизмов невозможна без корневых выделений "мощного" фитоценоза (более 40 ц/га) на фоне достаточного азотного питания.

- Необходимость достаточно высоких норм азотных удобрений для указанного уровня урожайности зерна пшеницы отмечается и в исследованиях ученых ФГБОУ. Нельзя забывать, что достаточная обеспеченность азотом как яровой, так и озимой пшеницы позволяет не только получить запланированный урожай зерна, но и обеспечить его качественные показатели по белку и клейковине.

Способ возделывания гречихи на основе оптимизации микроклимата в посевах

Односторонняя ориентация на повышение урожайности за счет техногенных факторов (удобрения, пестициды, ретарданты, средства механизации и др.) не может быть приемлемой во все времена. И. И. Свентицкий в этом отношении приводит характерный пример. В последнее столетие в высокоразвитых странах урожайность возросла в 5 8 раз; в последние два десятилетия в 2 3 раза, но она сопровождалась ростом затрат на единицу продукции в и даже 50 раз. Это говорит о том, что повышение урожайности обычными традиционными методами становится невыгодным. Необходимо искать новые пути и средства, и наука здесь должна сыграть определенную роль. В последнее время все чаще говорят об адаптивном растениеводстве как естественной приспособленности культурных растений к условиям возделывания и их оптимизации, а также о системном методе в земледелии как совокупности приемов и действий, направленных на оптимизацию всех составляющих факторов роста и развития растений, включая и экзогенные. Убедительный сторонник этого направления академик А. А. Жученко акцентирует: «Следует со всей определенностью подчеркнуть, что даже избыток техногенных средств (удобрений, пестицидов, техники) и государственных дотаций не может компенсировать неадаптивность в землепользовании, приводящую к катастрофическим масштабам ухудшения почв, неоправданным затратам ресурсов, энергии труда». Нельзя не учитывать и то обстоятельство, что в условиях относительно высокого уровня химизации земледелия и нередкого нарушения агротехнических требований при использовании химических реагентов возникла реальная опасность загрязнения растениеводческой продукции и окружающей среды. С экономической точки зрения это также не всегда оправдано. Эти и другие негативные последствия одностороннего, преимущественно техногенного, подхода к интенсификации растениеводства и очевидная ограниченность этой стратегии предопределили поиск альтернативных систем земледелия. Особенно это касается гречихи, которая имеет особое отношение к азотным и хлорсодержащим калийным удобрениям, к химическим средствам защиты. С точки зрения анатомофизиологии и морфологии гречиха способна давать более высокую урожайность за счет повышения плодообразующей способности, снижения редукции генеративных органов. Для этого нужно создавать соответствующие агрофитоценозы и высокопродуктивные типы растений, обладающие оперативной системой саморегуляции, модификационной изменчивостью и адаптивностью. Такие агрофитоценозы обеспечивают более полное использование всех факторов, в том числе природных, к которым относятся и методы оптимизации микроклимата в посевах. Предложенный кафедрой растениеводства способ возделывания гречихи состоит из двух этапов и начинается осенью. Сначала поле полосно

засевается озимой рожью. Ширина ржаных полос определяется захватом хедера уборочного комбайна. Между полосами ржи оставляют место для посева гречихи. Ширина гречишных полос должна быть 7,2 или 10,8 м (два-три прохода зерновой сеялки). Полосы гречихи и ржи чередуются по всему полю. Весной на оставленных полосах проводится соответствующая обработка почвы, корректировочное внесение минеральных удобрений и сев гречихи. Возможен и другой вариант. Осенью поле полностью засевается озимой рожью. Затем весной, за две недели до сева гречихи, рожь полосно (по указанной выше схеме) скашивают на зеленый корм. Направление ржаных полос по гречишному полю в наибольшей степени должно отвечать защитным функциям, т. е. оно должно быть поперечным к направлению господствующих ветров. Озимая рожь в значительной степени повышает относительную влажность воздуха в посевах гречихи. Она имеет мощно развитую корневую систему, которая глубоко проникает в землю и из подпочвенных слоев «качает» влагу, даже если поверхностный слой почвы иссушен. Транспирационный коэффициент ржи доходит до 585. Это означает, что для образования единицы сухого вещества растения озимой ржи пропускают через себя 585 единиц влаги. При урожайности зерна 40 ц/га и соответствующем количестве соломы растения за вегетационный период выделяют около 2000 т влаги на 1 га. Наибольшая разница (11-15,5%) между относительной влажностью воздуха в посевах гречихи данным способом и традиционным наблюдается в наиболее жаркое время суток. Это очень важно с точки зрения оптимизации условий для роста и развития гречихи. Рожь не только повышает, но и, как высокостебельная культура, сохраняет влажность, т. е. не дает ветрам уносить ее с поля. В результате у гречихи активизируется нектаровыделение, увеличивается лет пчел и других насекомых, повышается опыление, завязываемость цветков и продуктивность растений. Озимая рожь, быстро отрастая весной, создает и своеобразный парниковый эффект (эффект стенки), что повышает температуру почвы на 1-3 °C. Это на 7-10 дней сдвигает оптимальные сроки сева гречихи в сторону более ранних, что дает свои преимущества: рост и развитие растений гречихи проходят в более оптимальных условиях, особенно во время цветения и плодообразования. В этих случаях цветение гречихи проходит при менее жаркой погоде и более высокой относительной влажности воздуха, что благотворно сказывается на завязываемости семян. По мере созревания рожь убирают. Это приурочивается к окончанию плодообразования гречихи. Уборка ржаных полос создает более благоприятные условия для циркуляции воздушных масс в гречишном массиве, интенсивнее снижается влажность стеблей и зерна, происходит более дружное дозревание растений. Применение микроклиматического способа возделывания увеличивает урожайность гречихи в 1,5-2 раза, а в отдельных случаях и более по сравнению с традиционными технологиями. Это подтверждается производственными испытаниями в хозяйствах Краснопольского, Кировского, Калинковичского и других районов.

Расширение посевов зерновых бобовых культур как системный фактор оптимизации производства зерновых.

Соотношение посевов зерновых культур к зернобобовым в Беларуси составляет 7-7,5 : 1, в то время как в США – 2,5 : 1. Системное значение зернобобовых проявляется в том, что они производят на единице площади, больше белка, качество и усвояемость которого выше зерновых злаков, дают самый дешевый белок. Особенностью их является включение в биологический круговорот азота воздуха. Зернобобовые являются хорошими предшественниками для большинства сельхозкультур, включая зерновые злаки. Ставится задача довести площадь посева зернобобовых в республике до 350 тыс. га или 15 % от площади зерновых.

На рис. 10 представлены основные причины низкой урожайности зернобобовых.



Рис. 10. Причины недобора урожая зернобобовых

Ниже представлены новые сорта зерновых бобовых культур:

Люпин узколистый

ВАНЮША. Сорт Ванюша универсального направления использования с редуцированным симподиальным ветвлением метельчатого типа. Обладает средним темпом начального роста. Сорт высокорослый—95–110 см, позднеспелый. Период вегетации 105–115 суток. Склонен к яровизации. Под воздействием низких температур уменьшается высота растений, сокращается период вегетации. Средняя масса 1000 семян 130–150 г. Семена содержат 32–34 % белка, алкалоидов 0,03–0,06 %. Потенциальная урожайность семян 58 ц/га. Устойчив к загущению, полеганию, осыпанию, фузариозным корневым гнилям, толерантен к вирусным болезням (ЖМФ, ОМ) и антракнозу. Допущен к использованию с 2017 г. по Витебской, Гродненской, Минской областям.

ГУСЛЯР. Сорт универсального (зернового и зеленоукосного) направления использования с редуцированным симподиальным ветвлением псевдодикого типа. Обладает средним темпом начального роста и развития. Высота растений 65–75 см, среднеспелый. Длина вегетационного периода 95–105 суток. Масса 1000 семян 150–155 г. Содержание белка в зерне 32–34 %, алкалоидов 0,03–0,05 %. Устойчив к полеганию, осыпанию, фузариозным корневым гнилям, толерантен к вирусным болезням (ЖМФ, ОМ) и антракнозу. Допущен к использованию с 2017 г. по Витебской, Гродненской, Минской областям.

АЛЬЯНС. Сорт с нередуцированным обычным типом ветвления (дикий тип). Обладает быстрым темпом роста и развития, раннеспелый. Обладает высокой однородностью, стабильностью. Устойчив к полеганию, осыпанию, фузариозным корневым гнилям, фомопсису, толерантен к вирусным болезням (ВЖМФ и ВОМ), высоко-толерантен к антракнозу. Масса 1000 семян данного сорта 135–155 г, длина вегетационного периода 97–105 суток. Содержание белка в семенах находится на уровне 32–34 %, алкалоидов 0,03–0,06 %. В государственном сортоиспытании максимальная урожайность семян 51,0 ц/га была получена в 2017 году на Лепельской СС, а в среднем за три года испытания составила 38,7 ц/га. Максимальный урожай сухого вещества был получен в 2018 году на Грецкой СС –114 ц/га и Жировичской СС–95,8 ц/га. Допущен к использованию с 2019 г. по Брестской, Витебской, Гомельской, Могилеской областям.

Желтый люпин

АЛТЫН 4. Сорт зернового направления использования с симподиальным ветвлением, обладающий средним темпом начального роста. Масса 1000 семян 130–142 г, содержание белка в семенах 39–41 %. Сорт раннеспелый, период вегетации 92–97 суток. Созревание бобов на растении дружное. В Государственном сортоиспытании в среднем за 3 года (2016–2018 гг.) сорт Алтын 4 дал урожайность семян 23,7 ц/га, превысив контрольный сорт на 3,7 ц/га. Среднюю урожайность семян за 3 года сортоиспытания (32,4 ц/га) сорт Алтын 4 беспечил на ГСУ «Горецкая СС». Максимальная урожайность семян 40,2 ц/га получена в 2018 г. на ГСХУ «Жировичская СС». Допущен к использованию с 2019 г. по всем областям РБ.

Горох полевой

МАРАТ. Сорт кормового направления использования, предназначен для использования на зернофураж. Сорт среднеспелый, длина вегетационного периода 85–90 дней, длина стебля 75–85 см, листочковый. Окраска цветка фиолетовая. Масса 1000 семян 230–245 граммов. Содержание сырого белка в семенах находится на уровне 23 %. Потенциал урожайности –50–55 ц/га зерна, 105–120 ц/га сухого вещества. Достоинства сорта: высокая потенциальная урожайность семян и зеленой массы; пригоден для использования в смесях. Допущен к использованию с 2017 г. по республике.

Горох посевной

ПРЕЗЕНТ. Сорт среднеспелый, предназначен для использования на зернофураж. Вегетационный период составляет 85–92 дня. Стебель зеленый, простой, обычной формы, имеет усатый тип листа. Сорт среднерослый, длина стебля 85–90 см. Сорт устойчив к полеганию за счет усатого типа листа и достаточно коротких междоузлий. Окраска цветка белая. Семена округло-овальной формы с признаком неосыпаемости. Масса 1000 семян 210–240 граммов, содержание сырого белка в семенах –23 %. Потенциал урожайности –55–60 ц/га. Достоинства сорта: высокий потенциал продуктивности семян; высокая устойчивость к полеганию и осыпанию семян, характеризуется быстрым стартовым ростом, что повышает конкурентоспособность перед сорняками, дружно созревает.

С 2019 года сорт гороха Презент внесен в Государственный реестр РБ и допущен к использованию по всем областям.

Люпин узколистый предпочитает песчаные, супесчаные и легкосуглинистые почвы. Оптимальная реакция среды для узколистого люпина $pH_{KCl} - 5,0-5,6$, а люпина желтого – $pH_{KCl} - 4,5-5,0$. Люпин узколистый переносит pH_{KCl} от 4,5 до 7,5.

Горох предъявляет более высокие требования к плодородию почв, чем люпин, он лучше растет на связных по гранулометрическому составу почвах, хорошо реагируют на известкование. Он хорошо реагируют на внесение фосфорно-калийных удобрений, повышает урожайность семян, увеличивает фиксацию азота из атмосферы. Горох принадлежит к группе культур, которые хорошо используют запасы фосфора в почвах.

Люпин является типичным хлорофобом. Эта культура более или менее равномерно потребляет питательные вещества почвы и удобрений. Люпин заканчивает потребление элементов питания при созревании бобов на главном стебле.

Указанные биологические особенности определяют потребность люпина в минеральных удобрениях. В среднем на 1 т семян и соответствующего количества побочной продукции люпин выносит 84,3 кг азота, 19,9 кг P_2O_5 и 44 кг K_2O .

На 1 т основной продукции с учетом побочной горох выносит 58,5 кг азота, 14 кг P_2O_5 , 29,0 кг K_2O , 24 кг CaO , 4,8 кг MgO и 10,5 кг SO_4 . У гороха максимум накопления элементов питания происходит к концу вегетации.

Система удобрения гороха и люпина минеральная, двучленная, включающая основное внесение и некорневую подкормку микроудобрениями.

Высокую потребность в азоте люпин удовлетворяет фиксацией клубеньковыми бактериями из воздуха и поглощением из почвы. Обычно он не нуждается во внесении азотных удобрений.

Внесение под зернобобовые азотных удобрений нерационально. Как исключение, на почвах с низким плодородием (гумуса менее 1,5 %), в условиях прохладной затяжной весны, если в стадии 3–4 листьев нет биологически активных клубеньков (в разрезе они должны быть розового цвета), вносят 20–30 кг/га азота.

Дозы внесения фосфорных и калийных удобрений зависят от планируемой урожайности и содержания доступных форм этих веществ в почве (табл. 9).

Люпин – типичный хлорофоб и калийные удобрения, содержащие хлор рекомендуется на связных почвах вносить с осени. Лучший срок внесения фосфорных и калийных удобрений – осенью под зяблевую вспашку. На легких почвах, где это невозможно из-за опасности вымывания калия, хлористый калий необходимо вносить рано весной под первую культивацию.

Характерной особенностью люпина, особенно желтого, является устойчивость к повышенной кислотности почвенного раствора и негативное отношение к избытку кальция.

Таблица 9. Дозы минеральных удобрений под горох и люпин на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных на морене почвах

Удобрения, кг/га д. в.*	Содержание P ₂ O ₅ и K ₂ O, мг/кг почвы	Планируемая урожайность (зерно), ц/га			
		15–20	21–25	26–35	36–40
Фосфорные	Менее 100	50–70	70–90	х	х
	101–150	40–60	60–80	80–90	х
	151–200	30–45	45–60	60–75	70–90
	201–300	20–30	30–40	40–50	50–60
	301–400	–	10–15	10–15	15–20
Калийные	Менее 80	80–100	100–120	х	х
	81–140	70–90	90–110	110–130	х
	141–200	60–70	70–90	90–110	110–130
	201–300	40–60	60–80	80–100	100–120
	301–400	–	20–30	30–40	40–50

* Для дерново-подзолистых супесчаных и песчаных на песках почвах поправочный коэффициент к дозам, приведенным в таблице составляет по P₂O₅ – 0,9 и K₂O – 1,1.

При этом из-за антагонизма между калием и кальцием значительно ухудшается калийный режим питания. Поэтому на известкованных участках дозы внесения калия необходимо увеличить на 20–30 % по сравнению с расчетными на планируемый урожай. Чтобы избежать отрицательного действия известкования почвы на урожайность люпина, его в севообороте необходимо проводить за 3–4 года до того, как на данном поле будет возделываться эта культура.

Лучшая форма известковых удобрений – доломитовая мука. На дерново-подзолистых почвах положительное влияние на урожайность семян люпина оказывают микроэлементы бор и молибден, активизирующие процесс симбиотической фиксации азота. В фазе бутонизации рекомендуется некорневая подкормка бором и молибденом в дозе по 50 г/га д. в. Микроудобрения рекомендуется применять в составе баковой смеси с инсектицидами. Возможна обработка семян борной кислотой и молибдатом аммония. Можно проводить некорневые подкормки также микроудобрениями Эколист моно Бор и Адоб Бор в дозе 0,3 л/га в баковой смеси с инсектицидами. Для улучшения азотфиксации проводится предпосевная обработка 1 т семян люпина рабочей смесью: 1 л Сапронита + 10 л воды (непосредственно перед посевом).

Подготовка семян к посеву. К посеву допускаются только кондиционные семена с высокими посевными качествами, которые регламентируются Государственными Стандартами Республики Беларусь и контролируются Государственными семенными инспекциями.

Перед посевом, с целью предотвращения поражения семян и растений на начальных стадиях развития грибными заболеваниями, вредителями и для стимулирования роста

люпина, проводится предпосевная обработка кондиционных семян, лучшим способом которой является инкрустация семян, которая применяется за 10–15 дней до посева и заключается в использовании пленкообразующих веществ типа Na КМЦ или ПВС в дозе 200 г/т или 500 мл/т семян соответственно и микроэлементов В и Мо в виде борной кислоты (300 г/т) и молибдата аммония (250 г/т). Эффективна также некорневая подкормка гороха в фазе бутонизации бором в дозе 50 г/га и марганцем – 50 г/га д. в. Марганец эффективен на почвах с рН_{KCl} больше 6,0.

Сроки и способы посева, нормы высева. Оптимальным сроком посева кормового люпина является время, когда почва прогреется до 7–9 °С и хорошо рыхлится. Этот период совпадает с массовым севом ранних яровых зерновых культур и в зависимости от зоны наступает во 2–3 декаде апреля. На зеленый корм люпин можно высевать несколько позднее – до 10 мая. Наиболее распространенным является узкорядный или рядовой способ посева, однако для размножения новых сортов или при дефиците семян можно использовать широкорядный или ленточный способ посева. Оптимальной нормой высева при рядовом посеве является 1,0–1,2 млн. всхожих семян/га, что составляет 150–170 кг/га. При возделывании новых сортов узколистного люпина с детерминантным и эпигональным типом ветвления норма высева увеличивается до 1,4–1,6 млн./га.

Благоприятные условия для его посева наступают при прогревании почвы до +4...+6 °С, что в зависимости от климатической зоны республики соответствует 2–3 декадам апреля, 1 декаде мая. Ранние сроки посева обеспечивают прорастающие семена и молодые растения необходимым количеством влаги, способствуют снижению повреждения посевов болезнями и вредителями, вступлению растений гороха в ответственные фазы цветения и плодообразования при оптимальном режиме освещения, а также позволяют проводить уборку в благоприятных погодных условиях.

Наиболее распространенным способом посева гороха является обычный рядовой с расстоянием между рядками 12–15 см, также возможен и узкорядный способ посева. Широкий способ посева практически не применяется, но он имеет преимущества при размножении новых и перспективных сортов, значительно увеличивая коэффициент размножения дефицитных семян. Для посева гороха используют пневматические универсальные сеялки СПУ-4, СПУ-6, С-6.

Более прогрессивным и энергосберегающим является использование комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатов типа АПП-3, АПП-3-01, АПП-6, «Amazonе», «Lemken», «Rabe» и другие агрегаты зарубежного производства, которые одновременно проводят предпосевную обработку почвы и посев.

Для длинностебельных сортов с обычным (листочковым) морфотипом оптимальная норма высева составляет 1,2–1,5 млн. всхожих семян на гектар, причем нижние пределы рекомендуются на более плодородных, связных почвах, а верхние на почвах с легким гранулометрическим составом и пониженным плодородием. Короткостебельные и усатые (безлисточковые) сорта требуют формирования более загущенных посевов и поэтому оптимальная норма высева для них составляет 1,5–1,8 млн. всхожих семян на гектар. В зависимости от массы 1000 зерен, штучного коэффициента высева и посевной годности семян весовая норма высева может колебаться от 200 до 400 и более кг/га.

Так как при появлении всходов горох не выносит семядоли на поверхность почвы, глубина заделки его семян составляет на суглинках 4–5 см, на супесях 5–6 см. При дефиците влаги в верхнем слое почвы на момент посева она может быть увеличена на 1–2 см.

Уход за посевами кормового люпина сводится главным образом к борьбе с почвенной коркой и сорной растительностью. Если после посева проходят обильные дожди, то для предотвращения появления почвенной корки, после подсыхания, нужно провести боронование сетчатыми или легкими боронами поперек или по диагонали к направлению посева. Семена при этом должны находиться в набухшем или наклюнувшемся состоянии (корешок не более 0,5 см). Эта операция также способствует уничтожению прорастающих сорняков, для борьбы с которыми можно проводить и повсходовое боронование в фазе 3–

4 настоящих листьев люпина, когда он имеет мощную корневую систему и не повреждается. Однако основным методом борьбы с сорняками является применение гербицидов, для чего до появления всходов люпина проводят опрыскивание почвы.

После посева до всходов люпина для борьбы с однолетними двудольными и злаковыми сорняками можно обработать почву препаратами: гамбит, СК (3 л/га); гезагард, КС (3–5 л/га); прометрекс ФЛО, КС (3 л/га); пивот, 10 % в.к. (0,5–1 кг/га); тапир, ВК (0,5–0,8 л/га, семенные посевы); зенкор, ВДГ (0,5–0,75 кг/га); зенкор ультра, КС (0,35–0,6 л/га); лазурит, СП (0,3–0,5 кг/га). При применении гербицидов гезагард, КС и прометрекс ФЛО, КС следует учитывать, что они сдерживают прорастание сорняков 2–4 месяца в зависимости от влажности почвы (выше влажность, больше эффект).

В фазе двух настоящих листьев люпина узколистного и семядольных листьев однолетних двудольных сорняков рекомендуется опрыскивание посевов гербицидом пилот, ВСК (2 л/га).

Посевы люпина узколистного против однолетних (фаза 2–4 листа) и многолетних (высота пырея ползучего 10–15 см) злаковых сорняков рекомендуется опрыскивать граминицидами: пантера, 4 % к.э. (0,75–1 л/га, семенные посевы); скат, КЭ (0,75–1 л/га, семенные посевы); агросан, КЭ (1–2 л/га); миура, КЭ (0,4–0,8 л/га); форвард, МКЭ (0,6–1,8 л/га); таргет супер, КЭ (1–2 л/га).

Гербицидом пивот, 10 % в.к. (0,5–1 кг/га) против однолетних и многолетних злаковых и некоторых однолетних двудольных сорняков рекомендовано опрыскивание почвы в течение 2–3 дней после посева гороха или сорняков в фазе 3–6 листьев гороха (на зерно). Против однолетних двудольных сорняков в фазе 2–3 настоящих листьев гороха (высота растений 10–15 см) можно проводить химпрополку препаратами на основе МЦПА кислоты: агритокс, в.к. (0,5–0,8 л/га, на зерно); агроксон, ВР (0,5 л/га); гербитокс, ВРК (0,5–0,8 л/га, на зерно); кортик, ВР (0,6–0,9 л/га, на зерно). Против однолетних двудольных сорняков, в т. ч. устойчивых к 2М-4Х, на горохе эффективны гербициды базагран М, 375 г/л в.р. (3 л/га) в фазе 2–3 листа культуры; базагран, 480 г/л в.р. (3 л/га, на зерно) в фазе 5–6 листьев.

При первых признаках болезней люпина и гороха посевы необходимо обработать одним из фунгицидов: азимут, КЭ (1 л/га, семенные посевы); амистар экстра, СК (1 л/га); прозаро, КЭ (0,8–1 л/га); терсел, ВДГ (2,5 кг/га); абаронца, СК (0,5 л/га); импакт, КС (0,5 л/га); импакт, СК (1 л/га); солигор, КЭ (0,8 л/га); страйк, КС (0,5 л/га); импакт эксклюзив, КС (1 л/га); импакт супер, КС (0,5–1 л/га); фоликур БТ, КЭ (1 л/га); страж, КС (0,5 л/га, семенные посевы).

При дождливой погоде и пониженных температурах во второй половине лета, а также при повышенной засоренности посевов создаются неблагоприятные условия для созревания растений люпина, растягивается вегетационный период и затрудняется его уборка на семена. В таких случаях для улучшения условий уборки, сокращения потерь и повышения качества зерна люпина проводят дефолиацию или десикацию посевов. При необходимости быстрого приведения посевов к уборочной готовности проводится *десикация*: посевы опрыскивают препаратом реглон супер, ВР (2–3 л/га) в период побурения 80 % бобов. В этом случае уборку можно проводить через 4–5 дней после обработки. Для более длительного дозревания растений, во время которого происходит отток питательных веществ из стеблей и листьев в семена, что повышает массу 1000 семян и их урожайность, проводится *дефолиация* посевов при побурении ½ бобов на растении и пожелтении зародышевого корешка. При дефолиации применяют пониженные нормы расхода препарата реглон супер, ВР (1–1,5 л/га). После проведения данных обработок солому люпина нежелательно использовать на корм животным.

В фазу бутонизации – начале цветения – завязывания бобов у растений люпина и гороха в борьбе с вредителями посевы, при необходимости, опрыскивают инсектицидами: БИ-58 новый, КЭ (0,5–1 л/га, семенные посевы); данадим эксперт, КЭ (0,8–1 л/га, семенные посевы); рогор С, КЭ (1–1,5 л/га); децис профи, ВДГ (0,02–0,03 кг/га, семенные посевы).

Уборка урожая. Лучшим способом уборки является прямое комбайнирование во время полного созревания семян на центральной кисти. Комбайны для уборки люпина должны быть отрегулированы и снабжены специальными приспособлениями: копирующим мотовилом с удлинненными до 40 см пальцами для снижения обламывания и потери бобов, а также приспособлениями ПЛЗ-5 и 65-136, с помощью которых сразу при уборке отделяются крупные недозревшие семена. Не полегшие, прямостоячие посевы можно убирать с поднятым мотовилом, что также снижает потери бобов. Число оборотов молотильного барабана не должно превышать 600–700 в минуту.

Сразу после уборки зерновую массу люпина необходимо подвергнуть первичной очистке для отделения недозревших семян, частей стеблей, сорной и минеральной примесей, имеющих высокую влажность, на очистителях вороха самопередвижных ОВС-25 или стационарных ОВС-25С, для этих целей также можно использовать машины первичной очистки зерна ЗВС-20А, МПО-50, МПО-60. Затем, при повышенной влажности, предварительно очищенное зерно необходимо подсушить на сушилках активного вентилирования, которые обеспечивают наиболее мягкий режим сушки. Температура теплоносителя для семян зернобобовых культур не должна превышать 30–35 °С. Лучше всего закладывать на хранение семена люпина при влажности на 2 % ниже стандартной, то есть 13–14 %.

Микрорельефный способ посева бобово-злаковых зерносмесей

Основной причиной, сдерживающей расширение площадей, является низкая урожайность посевов зернобобовых культур. Несмотря на то, что в системе госсортоиспытания и в передовых хозяйствах урожайность семян люпина узколистного составляет более 26 ц/га, а гороха более 31 ц/га, в целом по республике их урожайность значительно ниже. Одним из резервов увеличения индивидуальной урожайности растений зернобобовых культур является их совместный посев с зерновыми злаками: ячменем, овсом, тритикале, пшеницей. Совместное выращивание зерновых злаков и бобовых культур имеет ряд преимуществ перед их монокультурой.

Краеугольным камнем построения системы совместных посевов разных сельскохозяйственных культур является учение Ч. Дарвина, по которому "...борьба почти неизменно будет наиболее ожесточенной между представителями одного и того же вида", так как они нуждаются в одинаковых условиях жизни (свет, влага, элементы питания и др.) в одно и то же время и имеют одинаковое строение. Ученый доказывал, что наибольшая сумма жизни осуществляется при разнообразии строения растительных организмов. Заявляя, что "... на данном пространстве может ужиться тем больше существ, чем меньше они между собой сходны"

Несовпадение критических периодов потребности во влаге и в элементах питания; различные ярусность расположения и габитус листьев; различные типы корней и способность некоторых видов (люпин, овсе) усваивать малодоступные для других растений формы фосфора; отсутствие общих болезней и вредителей; симбиотический азот бобовых, который частично может использоваться и злаками – вот лишь основные предпосылки увеличения индивидуальной продуктивности растений обоих компонентов злаково-бобовых смесей по сравнению с посевами каждого из них в чистом виде

Основными проблемами, не позволяющими полностью реализовать преимущества совмещенных и смешанных посевов злаково-бобовых зернофуражных смесей, являются следующие: 1. Зерновые злаки и зернобобовые культуры требуют различных доз внесения азотных удобрений. Первые порядка 120 кг/га, зернобобовые – не более 30-60 кг/га действующего вещества.

2. Ячмень и овес отличаются более быстрыми темпами роста и способны затенять растения гороха и, особенно, люпина и сои в начальные периоды роста и развития.

3. Зернобобовые культуры, особенно при симбиотрофном азотном питании, требуют более высоких температур и большей степени аэрации почвы, по сравнению с зерновыми злаками.

4. Семена гороха требуют более глубокой заделки – 5-6 см (до 8 см), чем семена ячменя и овса – 3-4 см.

5. Существует большая вероятность полегания горохо-ячменных, горохо-овсяных и вико-овсяных зерносмесей.

6. При выращивании гороха и, особенно, люпина, вики в смеси со злаковыми культурами возникает проблема подбора гербицида, который можно применять в эффективной дозе без угнетения одного из компонентов смеси.

7. Зернобобовые культуры, особенно люпин, требуют более глубокого пахотного горизонта почвы, чем зерновые злаки.

8. Возможен "конфликт интересов" ризосферных микроорганизмов в зоне пересечения функционирующих корней злаков и бобовых.

9. Имеет место аллелопатическое воздействие ячменя на проростки люпина.

10. Традиционный способ посева не решает проблем загрязнения окружающей среды пестицидами и минеральными удобрениями на склоновых землях в бассейнах рек и озер.

Для устранения указанных проблем и создания дополнительных преимуществ нами был предложен микрорельефный способ посева злаково-бобовых зерносмесей.

При данном способе, в процессе посева формируются почвенные гребни равнобедренно треугольной формы, в которые высевается бобовый компонент смеси из туковых ящиков сеялки передними сошниками, а злаковый компонент высевается между почвенными гребнями задними сошниками сеялки из семенных ящиков (Фото. 1,2).

Высота гребней равна половине их основания (при использовании сеялки серии СЗ – 14 ... 15 см).



Фото 1. Микрорельефный посев с использованием сеялки СЗУ- 3.6



Фото 2. Микрорельефный посев люпино-овсяной смеси

Сформированный микрорельеф почвы вызывает микроклиматические изменения (повышается температура и степень аэрации почвы внутри гребней, увеличивается влажность и понижается температура между почвенными гребнями) и обуславливается целый ряд предпосылок увеличения урожайности обоих компонентов смеси: 1. Площадь поверхности почвы увеличивается на 41 %, что позволяет снизить конкуренцию за свет между компонентами смеси в начальные периоды развития, когда происходит закладка будущих генеративных органов, количество и качество которых зависит, в том числе, и от степени освещенности.

2. Увеличивается продуктивная кустистость и озерненность соцветий злакового компонента смеси в силу того, что между почвенными гребнями концентрируется нитратный азот, повышается влажность почвы и понижается ее температура. В конечном итоге зерновые злаки удлиняют период вегетации, но формируют большую урожайность по сравнению с традиционным способом посева.

3. Увеличение пахотного горизонта и температуры почвы в гребнях, а также активизация симбиотического комплекса за счет усиления аэрации, способствуют

увеличению количества бобов на растениях бобовых, количества семян в бобах и массы 1000 семян. Этому также способствует подъем стартовой точки роста бобовых, которые отличаются от злаков более медленным темпом в начальные фазы роста.

4. Семена обоих компонентов смеси высеваются на оптимальную, для каждого из них, глубину.

5. Уменьшаются потери при уборке в случае полегания посевов, так как полегшие растения соприкасаются с почвой только на вершинах гребней, быстрее просыхают, препятствуют прорастанию сорняков, а подъемные пальцы мотвила жатки могут захватывать пласт полегших растений ниже его уровня расположения.

6. Объем почвы с максимальным воздухообменом (0-10 см), при формировании гребней высотой 15 и шириной 30 см, по основанию, увеличивается на 34 %, что активизирует жизнедеятельность полезной аэробной (свободно живущей, ризосферной, симбиотрофной) микрофлоры и может способствовать повышению не только эффективного, но и потенциального плодородия почвы.

7. Дополнительное оборудование сеялки сошниками-окучками и профилирующе-прикатывающими катками позволяет производить посев после однократной культивации зяби или по весновспашке.

8. Подъем корневой системы бобовых по отношению к корням злаков, теоретически позволяет увеличить долю симбиотического азота получаемого последними за счет прижизненного отмирания корневых волосков и корневых выделений бобовых.

9. Появляется возможность снижения общей нормы минерального азота до 45 кг д.в./га, в т.ч. 30-35 кг/га в виде подкормки в фазу «середина-конец» кущения злаков, поскольку гранулы твердых азотных удобрений скатываются с гребней, по сути, удваивают дозу подкормки для зерновых и не наносят существенного ущерба симбиотическому комплексу бобовых.

10. Чередование рядков бобовых и злаковых культур ограничивает их перезаражение болезнями и вредителями специфичными для каждого из них, что уменьшает обработки посевов фунгицидами и инсектицидами.

11. При микрорельефном способе посева, на поверхности оказывается средний слой пахотного горизонта, наименее засоренный семенами сорняков, что позволяет снизить гербицидную нагрузку посевов.

12. Созданный микрорельеф почвы позволяет производить междурядную поверхностную обработку посевов и полностью исключить применение гербицидов. Важность данного момента заключается не только в возможности ведения органического земледелия, но еще и в том, что в настоящий период нет гербицидов, которые не оказывали бы негативного влияния различной степени на один из компонентов смеси. Особенно это актуально для совместных посевов люпина, вики и зерновых злаков.

13. Исключается вероятность изменения местоположения высеянных семян в почве от воздействия заделывающих механизмов, так как заделка семян между гребнями осуществляется за счет осыпания почвы с гребней после их прикатывания профилирующе-прикатывающими катками сеялки.

14. Появляется дополнительное углекислотное питание растений из-за увеличения поверхности «испарения» CO_2 почвой, но, в конечном итоге, количество CO_2 , "связанное в урожае", будет больше "выделенного" почвой.

15. Посев озимых зерновых и вики озимой поперек господствующих ветров будет способствовать дополнительному снегонакоплению, но более раннему «сходу» снега, после освобождению от снега верхушек гребней.

16. Микрорельефный посев поперек склонов, особенно в бассейнах рек и озер, будет иметь не только противозрозионное значение, но и предотвратит смывание минеральных удобрений с дождем.

Результаты модельных опытов, в среднем за 5 лет исследований, представлены в таблице 10.

**Таблица 10. Урожайность люпина узколистного и овса посевного в чистых и
совмещенных посевах, включая на микрорельефе почвы.**

Варианты	Люпин, ц/га	Овес, ц/га	Общий сбор с варианта, ц/га	Суммарный (производный) сбор с 2 га, ц/2 га
В –1. Контроль 1. Люпин в чистом виде (1,2 млн. шт/га семян 100 % ПГ)	23,0	-	23,0	59,7
В–2. Контроль 2. Овес в чистом виде (5 млн. шт/га семян 100 % ПГ)	-	36,7	36,7	
В–3. Люпин (0,6 млн. шт/га) + овес (2,5 млн. шт/га семян 100 % ПГ)	11,6	20,5	32,1	64,2
В–4. Микрорельефный вариант (люпин 0,6 млн. шт/га + овес 2,5 млн. шт/га, семян 100 % ПГ)	16,9	28,0	44,9	89,8

Из данных таблицы видно, что при половинной от контроля Iнорме высева люпина на варианте с микрорельефом, урожайность составила 73 % от контроля, что на 23 % больше, чем при гладком посеве. Применительно к овсу урожайность составила 76 % от контроля 2, что на 20 % выше, чем на варианте 3.

Микрорельеф почвы как фактор активизации азотфиксирующих микроорганизмов

Одной из основных ошибок, допускаемых учёными растениеводами при разработке технологий выращивания сельскохозяйственных культур, а возможно и главной ошибкой, является недооценка роли микроорганизмов в жизни растений. Вместе с тем, именно микроорганизмы первыми реализовали диалектическое противоречие между атмосферой и гидросферой, атмосферой и литосферой, основным объектом которого является углерод. Именно "хаос" углерода, то есть его возможность находиться в разных средах, в силу сложившихся физико-химических условий на планете, и породил жизнь в нынешнем ее виде. Ведь углерод – это единственный химический элемент, который не может находиться в атмосфере в молекулярном или атомарном состоянии. Вся дальнейшая эволюция жизни, масштабы и скорость протекания которой определялись степенью "победы" одной из сред планеты в "битве" за углерод, осуществлялась микроорганизмами. Появление первых корневых растений способствовало ускорению процессов почвообразования на несколько порядков. Получается, что почвенные микроорганизмы не какие то "приспособленцы", питающиеся "подачками" растений, а полноправные их хозяева, осуществляющие перевод углерода из атмосферы в литосферу посредством растений.

Американскими учёными установлено с использованием меченного CO₂, что до 40% общей сухой массы, которая продуцировалась растениями, поступило в ризосферу с корневыми выделениями. При этом исследователи отмечают определяющую роль данного углерода в метаболизме микроорганизмов ризосферы и циклов превращения соединений азота, фосфора и серы. А ведь еще в почву поступает углерод от прижизненного отмирания корневых волосков, корневых и пожнивных остатков.

В стратегическом аспекте все имеющиеся в данной почве микроорганизмы необходимы для динамического равновесия. В тактическом плане, а именно для повышения эффективного почвенного плодородия в конкретном вегетационном периоде, необходима активизация аэробных микроорганизмов в пахотном горизонте. Аэробные микроорганизмы это своеобразные "повара", которые постоянно готовят пищу для растений в виде доступных элементов питания. Аэробные микроорганизмы преобладают в поверхностном слое 0-10 см, что легко объясняется их повышенными требованиями к наличию кислорода для окислительных реакций в процессе жизнедеятельности. Повышенная микробиологическая активность поверхностного слоя почвы обусловлена

ещё и тем, что здесь могут функционировать и анаэробные микроорганизмы в почвенных комочках, а также наличием большого количества органического вещества.

В опытах с меченым углеродом ^{14}C углекислого газа, еще в начале 70-х годов прошлого века, был установлен факт максимального газообмена в верхнем 0-10 см слое почвы, где в течение 1 часа обновление CO_2 воздуха достигало 14-23 %. Тогда как в 10-20 см слое почвы – на 4-5 %, а в слое почвы 40-60 см – менее чем на 1% [2].

При микрорельефном способе посева с высотой гребней 15 см и их шириной по основанию – 30 см, верхний 0 - 10 см объём почвы увеличивается на 34 % и формируются две основные экологические макрониши:

1. Почвенные гребни (зона посева бобовых) с повышенной аэрацией и температурой, пониженной концентрацией нитратного азота, вымываемого в нижние горизонты.

2. Впадины между почвенными гребнями с повышенной влажностью, пониженной температурой и повышенной концентрацией нитратного азота, который активно поглощают злаки, а кислород, проникающий вдоль их корней, препятствует процессам оглеения почвы.

Между основными экологическими макронишами, несомненно, существуют промежуточные микрониши. Последний факт обуславливает возможность ежегодного формирования идеальных “мобильных” экологических ниш для максимальной азотфиксации свободноживущих и ризосферных микроорганизмов (в настоящее время известно более 200 видов ассоциативных азотфиксаторов), чего нельзя добиться при гладком способе посева. В полной мере это относится и к симбиотрофным азотфиксаторам. Уже “на заре” внедрения инокуляции семян бобовых, как нового агроприёма, было отмечено нулевое и даже отрицательное его влияние. По данным Г.Ф. Генералова (1957г.) в 625 опытах проведённых в 25 областях РСФСР, Украины и других республик, положительные результаты получены лишь в 54 % опытов. При этом прибавки урожая 1 ц/га и выше получены лишь в 18,4 % опытов, а в 42 % опытов установлено снижение урожая, в том числе в 11% опытов оно составляло 1 ц/га и более.

Общепризнано, что для успешной симбиотрофной азотфиксации необходим целый ряд условий: наличие вирулентного активного штамма бактерий; оптимальная кислотность почвы (рН – 6-6,5); оптимальная влажность почвы (60 – 100 % ППВ); достаточная аэрация почвы; оптимальная температура почвы (20 - 30° С); отсутствие доступных для растений форм азота (NO_3 , NH_4), оптимальная или стимулирующая ризосферная микрофлора и микрофауна. Причём данные факторы достаточно равнозначные и незаменимые. Вполне очевидно, что обеспечить их ежегодное и продолжительное действие при гладком способе посева не представляется возможным. Например, такие почвенные условия как влажность, температура, степень аэрации и концентрация NO_3 ионов находятся в прямом противоречии. Более глубокий влажный слой почвы, как правило, менее тёплый, менее аэрируемый и содержит большое количество промытого нитратного азота, а поверхностный слой почвы редко бывает достаточно влажным. Микрорельефный способ посева существенно расширяет возможные вариации расположения оптимальных зон азотфиксации. Таковые могут располагаться даже на глубине 20 – 25 см от вершин почвенных гребней (10-15 см от ближайшей поверхности почвы). Экспериментальным подтверждением этого может служить фото 3, на котором можно наблюдать образование крупных клубеньков не только на главном, но и на боковых корнях люпина.

Т а б л и ц а 12- Расчет количества азота в урожае люпино-ячменной и пелюшко-ячменной смеси.

Показатели Варианты	Урожайность, ц/га	Вынос N с зерна (семян), кг	Вынос N с урожаем, кг/га	Суммарный вынос N обоими компонентами смеси, кг/га	Усвоено N за счёт минерализации гумуса, кг/га	Усвоено N за счёт минеральных удобрений кг/га	Усвоено N от последствий органических удобрений , кг/га	Поступление N с атмосферными осадкам, кг/га	Микробиологический N в урожае		
									кг/га	%	Средний % для обоих компонентов
Люпин + ячмень на агрофоне N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ , в среднем за 5 лет											
В-1. Контроль 1. Люпин	19,9	8,43	168	308	36	42	26	10,9	53	32	25
В-2. Контроль 2. Ячмень	48.1	2,91	140		36	42	26	10,9	25	18	
В-3. Люпин +ячмень	9,76 25,05	8,43 2,91	82,3 72,9	155	36	42	26	10,9	40	26	26
В-4. Люпин + ячмень + микрорельеф почвы	13.1 30.1	8,43 2,91	110,4 87,6	198	36	42	26	10,9	83	42	42
Пелюшка + овёс на агрофоне N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ , в среднем за 5 лет											
В.-1. пелюшка + овёс	16,9 20.0	6,36 2,59	107 52	159	36	42	17	10,9	53	33	33
В.-2. пелюшка +овёс + микрорельеф почвы	21,7 26,8	6,36 2,59	138 69	207	36	42	17	10,9	101	49	49
Пелюшка + ячмень на агрофоне N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀ , в среднем за 5 лет											
В-1. Пелюшка + ячмень	18,5 21,04	6,36 2,59	118 61	179	36	42	26	10,9	64	36	36
В-2. пелюшка + ячмень + микрорельеф почвы	23.2 25.0	6.36 2.59	148 73	221	36	42	26	10,9	106	48	48

Поскольку данные получены расчётным путём, их нельзя считать абсолютно точными, но задача наших исследований заключалась не в определении каких либо точных количественных параметров, а в определении заметной тенденции, необходимой для подтверждения теоретического обоснования.

В общем, то незначительные успехи культурфитоценологии, обусловлены тем, что экспериментаторы акцентировали внимание на создании новых растительных сообществ разного состава и структуры и мало внимания уделяли изменению условий среды, включая и микробиоценологических.

На фото 4 показаны корни гороха при микрорельефном (слева) и гладком способах посева.



Фото 4. Корни гороха полевого при микрорельефном (слева) и гладком способах посева (фаза созревания).

Совершенствование технологии уборки зерновых злаков. Технология заготовки плющеного зерна и методика его пересчета в амбарную урожайность

Питательные вещества накапливаются в зерне неравномерно. В первые дни после цветения масса зерна увеличивается сравнительно слабо, в период молочной спелости наиболее интенсивно накапливается сухое вещество, а в период восковой — скорость накопления сухого вещества несколько снижается. Уменьшение количества сухого вещества в данный период объясняется затратой части накопленных ранее питательных веществ на «дыхание». Во влажную погоду эти потери могут достигать 20-25% массы зерна, что вызывает соответствующее снижение урожая.

Дозревшее зерно влажностью 14% во внешней оболочке содержит, помимо целлюлозы, лигнин, который является инертным веществом для ферментов пищеварительного тракта и ферментов микроорганизмов рубца, что затрудняет усвояемость питательных веществ, находящихся внутри зерна. Переваримость питательных веществ плющеного консервированного зерна, убранного в стадии восковой спелости, выше, чем у зерна полной спелости: клетчатки на 12%, сухого и органического вещества — на 3,3-3,4%; переваримого протеина — на 10% и усвояемость плющеного консервированного зерна на 5-8% выше. Кроме того, при потере влаги в зерне, происходит биохимическая перестройка, при которой простые вещества превращаются в более сложные. При этом теряется до 12 % энергии.

Поэтому для внутрихозяйственного использования целесообразна заготовка плющеного и дробленого зерна. Плющенное с консервантом зерно целесообразнее скармливать КРС, а дробленое — свиньям. Комбайновую уборку на плющение проводят при влажности зерна 30 – 40 % (середина- конец восковой спелости). Для плющения вороха от комбайна используют плющилку ПВЗ – 10 с универсальным приводом, а также импортные плющилки «RENN», Murska», Manitoba ENSILER-1500 и плющилку КОРМ-10 Минского облгоссервиса. При плющении зерна толщина хлопьев должна быть не более 1,1-1,8 мм. Это достигается, если зазор между вальцами плющилки не более 0,5-0,6 мм. Плющенное зерно может упаковываться в полимерный рукав (наименее затратный способ) или утрамбовываться в траншею. В качестве консерванта используют органические кислоты: муравьиную, пропионовую кислоты, формиат аммония («Promyr»; AIV 3 Plus ; AIV-2000), а также формальдегид 4 – 6 % (НВ- 2). Из биологических консервантов можно использовать BioCrimp, представляющий собой комбинацию из бактерий с

преобладанием *Lactobacillus buchneri*. Дозы некоторых консервантов представлены в таблице 13.

Зерно, предназначенное для плющения, не требует предварительной очистки после комбайна. Отпадает необходимость дробить зерно после сушки, т. е. исключается одна из стадий приготовления корма. Неравномерное созревание зерна не затрудняет его обработку, используются и зеленые, и мелкие, и поврежденные зерна. Допускается наличие семян сорняков. Не требуется сушка зерна на фуражные цели, что значительно экономит расход энергоресурсов (дизтоплива - на 60%, электроэнергии - до 70%).

Уборка урожая начинается на 10-15 дней раньше обычных сроков, что важно для регионов с неустойчивым климатом. Также ранняя уборка зерновых позволяет:

- выращивать более поздние и урожайные сорта;
- успешно расти подсеянными травам, а в некоторых случаях получить дополнительный урожай пожнивных культур;
- высевать озимые культуры в лучшие агротехнические сроки;
- исключить потери от осыпания зерна и от птиц;
- исключить влияние погодных условий на качество уборки.

Плющение зерна проводят возле хранилища или внутри него в зависимости от типа хранения. Время закладки плющеного зерна на хранение – не более 3 дней. Плющенное зерно готово к скармливанию животным через 3-4 недели после закладки его на хранение.

Таблица 13 Применяемые консерванты при закладке на хранение плющеного зерна			
Наименование	Фирма-производитель	Ориентировочная норма внесения, л/т	Примечание
AIV-3 Plus	«Kemira»	3-6	
AIV-2000	«Kemira»	3-5	
Ammofor	«Perstorp»	4-5	
Promyr	«Perstoip»	3-4	
Lupro-Mix	«BASF»	2-4	
Биотроф-600	«Биотроф»	0,3-0,5	При внесении разбавляется водой в соотношении 1:10
Биотроф химический	«Биотроф»	4-7	

Амбарная масса зерна, заложенного на хранение методом плющения, после доработки рассчитывается поэтапно следующим образом:

1. Определяем фактическую (средневзвешенную) влажность поступившего зерна за день:

$$В_{\text{факт.}} = \frac{(M_1 * B_1) + (M_2 * B_2) + \dots (M_n * B_n)}{(M_1 + M_2 + \dots M_n)}, \text{ где}$$

В факт. – фактический (средневзвешенный) процент влажности зерна, поступившего с поля, %;

M_1, M_2 и т. д. – масса партий поступившего зерна, кг;

$B_1 - B_2$ и т. д. – влажность партий поступившего зерна, %;

2. Определяем фактическую (средневзвешенную) засорённость поступившего зерна за день:

$$С_{\text{факт.}} = \frac{(M_1 * C_1) + (M_2 * C_2) + \dots (M_n * C_n)}{(M_1 + M_2 + \dots M_n)}, \text{ где}$$

где: С факт. – фактический (средневзвешенный) процент засорённости зерна, поступившего с поля, %;

М1, М2, Мп и т. д. – масса партий поступившего зерна, кг;

С1, С2, Сп и т. д. – засорённость партий поступившего зерна, %.

3. Определяем процент выхода зерна стандартной влажности и чистоты:

$$У \text{ станд.} = \frac{(100 - С \text{ факт.}) * (100 - В \text{ факт.})}{(100 - В \text{ станд.})}, \text{ где}$$

где: У станд. – выход зерна стандартной влажности и чистоты, %;

С ср. в. – фактический процент засорённости зерна;

В ср. в. – фактическая влажность зерна, %;

В станд. – стандартная влажность зерна, %

4. Определяем выход сухого зерна в пересчёте на вес после доработки:

М станд. = (М * У станд.) / 100, где

М станд. – масса зерна, поступившего за день, в пересчёте на вес зерна после доработки, кг;

М – масса зерна, поступившего за день, кг;

У станд. – выход зерна стандартной влажности и чистоты, %.

Опираясь на предыдущие формулы расчёта перерасчет (оприходование) плющеного зерна в зерно в доработанном виде можно производить по формуле:

Удораб. = У бунк.* $(100 - С \text{ факт.}) * (100 - В \text{ факт.}) : 8600$, где

Удораб - валовой сбор в доработанном виде;

Убунк - валовой сбор бункерный;

С факт- засоренность, %;

В факт - влажность плющеного зерна, %.

Пересчет массы влажного зерна или зеленой массы на сухое зерно (14% влажности), сена (16% влажности):

Перевод урожая с полевой влажности к стандартной производят по формуле:

$$X = A (100 - B) / (100 - \Gamma),$$

Где

X – урожай зерна или сена при стандартной влажности;

A – урожай зерна или сена без поправки на влажность;

B – влажность зерна или сена при взвешивании в поле, %;

Г – стандартная влажность (для зерна 14%, для сена 16%).

Пересчет массы влажного зерна на сухое зерно (14% влажности):

$$X1 = 36,9 (100 - 15,5) : (100 - 14) = 36,2 \text{ кг/дел.}$$

Тема 6. Корне-клубнеплоды. Совершенствование технологических процессов

Основные направления совершенствования технологических процессов выращивания сахарной свеклы и картофеля:

1. Селекционно-генетические аспекты: Новые сорта и гибриды с/х растений. Создание растений, устойчивых к болезням и вредителям, неблагоприятным факторам окружающей среды.

2. Техничко-технологические аспекты: Использование новой техники. Новые технологии возделывания с/х льтур. Научно-обоснованные системы земледелия и севооборотов. Новые удобрения и их системы. Регуляторы роста. Новые средства защиты растений. Биологизация и экологизация. Новые ресурсосберегающие технологии уборки.

3. Организационно- экономические аспекты: Организация структуры посевных площадей, видового и сортового состава по скороспелости. Организация обучения механизаторов перед началом основных этапов работ. Новые формы организации и

мотивации труда. Создание инновационно-консультативных систем в сфере научно-технической и инновационной деятельности. Новые концепции, методы выработки решений.

4. Социально-экологические аспекты: Получение продукции, свободной от нитратов, пестицидов, тяжелых металлов и радионуклидов. Улучшение условий труда, решение проблем здравоохранения, образования и культуры тружеников села. Оздоровление и улучшение качества окружающей среды. Обеспечение благоприятных экологических условий для жизни, труда и отдыха населения.

Современные технологии выращивания картофеля должны разрабатываться для конкретных почвенно-климатических условий и сортовых особенностей культуры. Освоение технологий в картофелеводстве возможно только с учетом определенных агроклиматических зон. Современное агроклиматическое районирование разработано согласно радиационного и водного баланса территорий, а не суммарных характеристик распределения этих параметров, которыми до сих пор пользуется наше земледелие.

Сорт сахарной свеклы как минимум на 30 % определяет будущий урожай и выход сахара. За последние пять лет в государственное сортоиспытание Беларуси передано девять гибридов сахарной свеклы, в текущем году испытание в системе проходят два гибрида. Специалистами РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле» станции созданы гибриды с урожайностью корнеплодов 730 — 780 ц/га, сахаристостью 17,6 — 18 %.

Совместно с польскими коллегами селекционеры опытной станции создали и районировали гибриды **ПОЛИБЕЛ**, **БЕЛПОЛЬ** и **АЛИЦИЯ**, в ходе совместной работы с сербской фирмой были получены гибриды **СМЕЖО** и **КОНУС**. И все эти пять гибридов сахарной свеклы по результатам сортоиспытания включены в Государственный реестр сортов и растений Республики Беларусь в 2014 — 2019 гг. и рекомендованы свеклосеющим предприятиям нашей страны. Отличаются они высокой урожайностью и сахаристостью, обладают хорошей технологичностью, пригодны для средних сроков уборки. Гибриды **БЕЛПОЛЬ** и **АЛИЦИЯ** также устойчивы к ризомании.

Почвы, пригодные для выращивания корне-клубнеплодов представлены в табл. 14, а рекомендуемые предшественники в табл. 15.

Таблица 14. Агропроизводственная группировка пахотных почв Республики Беларусь и рекомендуемый набор для корне-клубнеплодов

Агрогруппа	Баллы бонитета	Рекомендуемый набор культур
Дерново-карбонатные почвы, развивающиеся на суглинистых и супесчаных породах	78	сахарная свекла
Дерново-подзолистые глинистые и тяжелосуглинистые	58	кормовые корнеплоды
Дерново-подзолистые легко- и среднесуглинистые мощные и подстилаемые мореной или песком с глубины около 1 м	71	сахарная свекла, картофель
Дерново-подзолистые супесчаные, подстилаемые мореной около 0,5 м	63	картофель, кормовая свекла, брюква, сахарная свекла
Дерново-подзолистые супесчаные, подстилаемые мореной с глубины около 1 м; около 0,5 м; суглинистые, подстилаемые песками с глубины до 0,5 м	54	картофель
Дерново-подзолистые оглеенные внизу и временно избыточно увлажненные на мощных песках и супесчаные, подстилаемые песками	39	картофель
Дерново-подзолистые временно избыточно увлажненные на глинах и суглинках; супесчаные, подстилаемые с глубины 0,5 м мореной	65	сахарная свекла

Таблица 15. Классификация предшественников под корне-клубнеплоды

Культура (срок возврата на прежнее место, лет)	Предшественники		
	хорошие	возможные	недопустимые
Картофель (3–4)	Озимые зерновые, зернобобовые, клевер, однолетние бобово-злаковые культуры на корм, кормовые корнеплоды, крестоцветные	Яровые зерновые, гречиха, лен, кукуруза, сахарная свекла, люцерна	Картофель, многолетние злаковые травы
Сахарная свекла (3–4)	Картофель, кукуруза, зернобобовые, озимые зерновые	Ячмень, яровая пшеница, лен, гречиха	Сахарная и кормовая свекла, многолетние злаковые травы
Кормовая свекла (3–4)	Озимые зерновые, зернобобовые, картофель, бобовые и бобово-злаковые смеси на корм	Ячмень, яровая пшеница, лен, гречиха	Кормовая и сахарная свекла, многолетние злаковые травы

Система обработки почвы. Обработка почвы под свеклу состоит из осенней (основной) и весенней (предпосевной). Основная обработка почвы может быть двух видов: традиционная и почвозащитная. Традиционная технология включает: лущение стерни дисковыми лущильниками или тяжелыми дисковыми боронами (БДТ-7, АПД-7,5, АДК Деметра) на глубину 8–10 см и проведение отвальной вспашки на глубину пахотного слоя (ППО-7-40, ППО-5-40, ПО-8-40 и др.). Лущение стерни должно быть проведено не позднее чем через 3–5 суток после уборки предшественника. Вспашка должна проводиться после внесения фосфорных и калийных удобрений. Весенняя вспашка под сахарную свеклу недопустима.

Почвозащитная технология предусматривает безотвальное рыхление почвы на глубину 20–22 см с оставлением мульчи на поверхности поля. Такая обработка рекомендована для почв, подверженных ветровой или водной эрозии.

При использовании сидератов подготовка почвы включает дискование стерни в 2 следа и прямой посев комбинированными сеялками. В конце октября зеленую массу сидерата измельчают тяжелыми дисковыми боронами, вносят органические, калийные и фосфорные удобрения и запахивают.

Весенняя обработка почвы включает закрытие влаги при физической спелости почвы на глубину 4–5 см.

Предпосевная подготовка должна быть проведена на глубину 2–4 см, агрегатами типа АКШ. Не допускается применение почвообрабатывающих агрегатов с активными рабочими органами (роторные бороны, культиваторы).

Удобрение. Сахарная свекла – культура, требовательная к почвенным условиям. Лучшими для ее возделывания являются дерново-карбонатные, дерново-подзолистые суглинистые и супесчаные почвы, подстилаемые моренными суглинками.

Сахарная свекла в процессе вегетации выносит большое количество элементов питания. С 1 т корнеплодов и соответствующим количеством ботвы сахарная свекла выносит в среднем 4,0 кг азота, 1,6 кг P_2O_5 и 6,5 кг K_2O . Вынос элементов питания этой культурой в значительной мере зависит от вносимых удобрений, плодородия почвы и условий погоды.

Сахарная свекла хорошо реагирует на известкование. Известкование проводится пылевидной доломитовой мукой или отходом сахарного производства – дефекатом. Длительное известкование доломитовой мукой привело к тому, что содержание магния в почвах свеклосеющих хозяйств республики стало выше оптимального уровня (150 мг/га MgO). На этом фоне проявляется высокая эффективность известкования дефекатом. С гектарной нормой дефеката 8 т/га (эквивалентной 5 т/га доломитовой муки) наряду с кальцием в почву вносится 95 кг/га азота, фосфора, калия и значительное количество микроэлементов цинка, меди, марганца, бора, кобальта. Эффективность известкования

проявляется и в последствии на других культурах. Вносить дефекат необходимо разбрасывателями удобрений с центробежными рабочими органами: МВУ-5А, МВУ-8, МХА-7 и др. Известкование следует проводить под предшественник или непосредственно под сахарную свеклу. Затраты на известкование дефекатом примерно в два раза меньше, чем доломитовой мукой.

В развитии сахарной свеклы имеются три периода: первый – развитие листьев, второй – рост корнеплодов и третий – накопление сахара.

В первоначальный период развития свеклы, когда ее корневая система развита слабо, необходимо в почве наличие доступных питательных веществ в непосредственной близости к прорастающему семени. Недостаток элементов питания в этот период отрицательно сказывается в дальнейшем развитии корнеплода и накопления в нем сахара. В период образования листьев большое значение имеет повышение в питательной среде удельного веса азота. Чем полнее свекла обеспечена в этот период азотным питанием, тем выше урожайность и сахаристость корнеплодов.

В период роста корнеплодов и накопления сахара снижение удельного веса азота оказывает положительное влияние на урожайность и качество сахарной свеклы. Действие фосфора и калия зависит от обеспеченности свеклы азотом.

Большое значение в правильной системе питания сахарной свеклы имеет оптимальное соотношение между отдельными элементами питания в разные периоды роста. Это соотношение обеспечивается системой удобрений, внесением органических и минеральных удобрений и сочетанием основного внесения удобрений, припосевного и подкормок.

Навоз (40–80 т/га) лучше вносить под предшественники сахарной свеклы – озимые, а под свеклу в этом случае применять только минеральные удобрения. Навоз можно вносить и непосредственно под свеклу – осенью под вспашку. Если подстильный или жидкий навоз вносится после известкования, то необходимо сначала заделать известь. Внесение навоза на неприкрытую доломитовую муку или дефекат приводит к потерям азота.

В начале роста сахарная свекла поглощает относительно небольшое количество азота, фосфора и калия, однако в этот период она очень чувствительна к недостатку фосфора. Внесение 10–20 кг/га P_2O_5 в рядки при посеве создает благоприятный пищевой режим в первые 15–20 дней после всходов. Эффективно в припосевное удобрение вносить по 10 кг NPK в форме комплексных удобрений. В период интенсивного роста листьев свекла потребляет много азота и калия. Для формирования корнеплодов растениям требуется умеренное азотное и усиленное фосфорное и калийное питание. Максимальное поступление элементов питания в растения свеклы отмечается в июле-августе. К концу вегетации сахарной свеклы 43 % азота, 18 % фосфора и 38 % калия теряется в результате отмирания, опадения листьев и оттока элементов питания в почву.

Сахарная свекла отзывчива на органические удобрения. Она имеет продолжительный период вегетации и хорошо использует из них питательные вещества. Важным условием эффективного использования минеральных удобрений является дифференцированное их внесение с учетом планируемого урожая и уровня почвенного плодородия (табл. 16).

Наиболее эффективные из минеральных удобрений – азотные. Каждый килограмм азота способствует увеличению урожая корнеплодов на 50–60 кг. Однако с целью улучшения качества корнеплодов максимальные дозы азотных удобрений не должны превышать 130–140 кг/га. Избыточное азотное питание приводит к накоплению альфа-аминного азота в корнеплодах и снижению чистоты клеточного сока, что в результате уменьшает выход сахара. Повышенные дозы азотных удобрений рекомендуется вносить дробно – 90–100 кг/га в основное внесение и 30–40 кг/га в подкормку. Лучшее время подкормки азотом – первая пара настоящих листьев, но не позднее четырех пар листьев. Подкормку азотом завершают до середины июня.

Фосфорные и калийные удобрения вносят под предпосевную культивацию; на связных почвах возможно осеннее внесение фосфора и калия. В основное внесение применяют все имеющиеся в республике формы азотных и фосфорных удобрений. При дозах выше N₁₀₀ КАС, сульфат аммония вносят за 7–10 дней до посева.

Таблица 16. Дозы минеральных удобрений* под сахарную свеклу на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных на морене почвах

Удобрения, кг/га д. в.	Содержание P ₂ O ₅ и K ₂ O, мг/кг почвы	Планируемый урожай (корнеплоды), ц/га			
		400–450	451–500	501–550	551–600
Азотные	–	110–120	120–130	130–140	140–150
Фосфорные	Менее 100	110–120	х	х	х
	101–150	100–110	110–120	х	х
	151–200	80–90	90–100	100–110	110–120
	201–300	50–55	55–60	60–70	70–80
	301–400	20–25	25–30	30–35	35–40
Калийные	Менее 80	120–140	х	х	х
	81–140	110–130	130–150	х	х
	141–200	90–100	100–120	120–140	140–150
	201–300	80–90	90–100	100–110	110–120
	301–400	35–40	40–45	45–50	50–60

* На фоне внесения 60 т/га органических удобрений;

х – при данной обеспеченности подвижными формами фосфора, калия получение планируемой урожайности экономически нецелесообразно.

В качестве калийных удобрений эффективно использовать 40 % калийную соль, которая наряду с калием содержит 20 % натрия, внесение которого увеличивает урожай корнеплодов и повышает содержание в них сахара.

В почве свеклосеющих районов Беларуси низкое содержание серы. Как серосодержащие удобрения следует использовать сульфат аммония (3–4 ц/га), фосфогипс (2 т/га) и комплексное серосодержащее удобрение.

Сахарная свекла относится к культурам, чувствительным к недостатку бора. При недостатке бора развивается гниль сердечка, снижается сахаристость, снижается урожай. Лучшим способом внесения микроудобрений является некорневая подкормка бором (200 г/га) и марганцем (50 г/га д. в.). При этом во время вегетации сахарной свеклы проводятся две некорневые обработки микроэлементами: первая – в фазе смыкания листьев в рядке, вторая – через 1–1,5 месяца после первой. Целесообразно применение борной кислоты в дозе 2–3 кг/га в почву. В почве бор связывается с органическим веществом и коэффициент его использования растениями измеряется в десятых и сотых долях процента. С урожаем сахарной свеклы 500 ц/га выносятся 400 г/га бора. Две некорневые подкормки бором в фазе 10–12-го листа и повторно через 30–45 дней полностью удовлетворяют потребность в боре этой культуры.

Наряду с борной кислотой можно использовать борные удобрения, содержащие бор в органической форме, как производимые в Беларуси (МикроСтим Бор, МикроСил Бор), в которых дополнительно содержатся регуляторы роста – гидрогумат и Экосил, так и в Польше (Адоб Бор, Эколист моно Бор, Солюбор).

Опытной научной станцией по сахарной свекле разработаны составы удобрительные для некорневых подкормок «Свекла», которые состоят из борной кислоты, мочевины, сернокислых солей марганца, меди, цинка, кобальта, молибденовокислого аммония. Эти составы зарегистрированы и запатентованы и показали высокую эффективность. Первую некорневую подкормку этими составами рекомендуется проводить от смыкания растений в рядках до смыкания в междурядьях, вторую – в конце июля – начале августа, в засуху необходима третья внекорневая подкормка.

Разработаны комплексные удобрения для сахарной свеклы, сбалансированные по элементному составу с учетом плодородия почв и биологических особенностей культуры. Дозы комплексных азотно-фосфорно-калийных удобрений под сахарную свеклу рассчитываются по азоту, возможно и по фосфору (в комплексном удобрении), в зависимости от планируемого урожая и содержания подвижных форм фосфора и калия в почве (табл. 17).

Технологическая схема применения удобрений, разработанная РУП «Институт почвоведения и агрохимии», при возделывании сахарной свеклы приводится в табл. 18.

Таблица 17. Дозы комплексных удобрений, рекомендуемые Институтом почвоведения и агрохимии под сахарную свеклу на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных, подстилаемых моренными суглинками почвах

Комплексные удобрения	Содержание P_2O_5 и K_2O , мг/кг почвы	Планируемый урожай (корнеплоды), ц/га			
		300–400	401–450	451–500	501–600
		Дозы удобрений, кг/га			
		90–110**	110–120**	120–130**	130–150**
$N_{16}P_{12}K_{20}$ с В и Мп	$P_2O_5 < 200$ $K_2O < 200$	560–690*	690–750	750–810	810–940
$N_{13}P_{12}K_{19}$ с В, S и Na	$P_2O < 200$ $K_2O < 200$	690–850	850–920	920–1000	1000–1150
$N_{14}P_8K_{18}$ с В и Мп	P_2O_5 201–400 K_2O 201–400	640–790	790–860	860–930	930–1070
$N_{17}P_9K_{22}$ с В и Мп	P_2O_5 201–400 K_2O 201–400	530–650	650–700	700–770	770–880

* Физический вес удобрения на 1 га

** доза действующего вещества азота в комплексном удобрении, по которой рассчитывается физический вес удобрения на 1 га.

Таблица 18. Технологическая схема применения удобрений при возделывании сахарной свеклы (урожайность 500–600 ц/га)

Дозы удобрений	Формы удобрений	Сроки применения
Навоз 60–70 т/га	–	Осенью под вспашку
$N_{100-120}P_{60-90}K_{150-180}$	Комплексное удобрение марки 16-12-20 или КАС, мочевины, аммофос, хлористый калий	До посева
N_{30}	Мочевина	В фазе 2–4 листьев
$B_{100-300}Mn_{50}$	Борная кислота (Солюбор ДФ) и сульфат марганца или ЭлеГум-Бор и ЭлеГум-Марганец или Адоб бор и Адоб марганец	<u>Некорневые подкормки:</u> I-я – в фазе 10–12 листьев с добавлением мочевины до 10 кг на 200 л рабочего раствора; II-я – через 1–1,5 месяца после первой

Посев является одним из самых важных приемов технологии выращивания сахарной свеклы. От его своевременного и высококачественного проведения зависят не только урожайность и сахаристость корнеплодов, но и затраты труда на уход за посевами.

Сахарная свекла относится к культурам раннего срока сева. Посев сахарной свеклы начинают, когда почва на глубине 6–8 см прогреется до 7–8 °С, а верхний слой ее хорошо крошится и содержит достаточно влаги. Обычно это совпадает с периодом массового сева яровых колосовых культур (третья декада апреля). В отдельные годы, при раннем наступлении весны возможны более ранние сроки сева. Поздний срок сева (в мае) может приводить к потерям до 25–40 % урожая.

Норма высева семян устанавливается с учетом полевой всхожести, которая зависит от почвенно-климатических условий, окультуренности поля, влажности почв и т. д.

Например, для получения планируемой густоты стояния растений к уборке – 90 тыс. га, при расчете нормы высева исходят из следующих положений:

- ожидаемое изреживание (5–10 %) – 9,0 тыс. растений;
- необходимо получить всходов – 99,0 тыс. растений;
- лабораторная всхожесть – 95 %;
- необходимо высеять – 104 тыс. семян;
- полевая всхожесть при благоприятных условиях – 75 %;
- общая норма высева составит – 130,0 тыс., т. е. 1,3 пос. ед.

Норму высева семян сахарной свеклы на 1 га, выражаемую в посевных единицах (N), можно также рассчитать по формуле:

$$N = \frac{n}{10},$$

где n – планируемое количество всходов на 1 м рядка.

Для определения количества семян, которые необходимо высеять на 1 м длины рядка в расчете на оптимальное к уборке количество растений свеклы, можно воспользоваться формулой:

$$n = \frac{m \cdot 100}{B_n},$$

где n – норма высева семян, шт. на 1 м рядка;

m – планируемое количество всходов на 1 м рядка, шт.;

B_n – полевая всхожесть семян, %.

Полевая всхожесть семян (B_n) рассчитывается как производное от величины лабораторной всхожести (B_л) и усредненного процента понижения лабораторной всхожести в полевых условиях (П). Последний показатель в среднем равен 20–25 %.

$$B_n = \frac{B_l \cdot (100 - П)}{100}.$$

Пример расчета:

$$1. B_n = \frac{90 \cdot (100 - 25)}{100} = \frac{6750}{100} = 67,5 \%$$

$$2. n = \frac{8 \cdot 100}{67,5} = \frac{800}{67,5} = 11,9 \text{ шт.}$$

$$3. N = \frac{n}{10} = \frac{12}{10} = 1,2 \text{ посевные единицы}$$

Таким образом, располагая семенами с лабораторной всхожестью 90 %, для того, чтобы к уборке иметь свекловичную плантацию с оптимальным количеством растений, на 1 га требуется высеять 1,2 посевных единицы.

Посев сахарной свеклы осуществляется механическими или пневматическими сеялками, обеспечивающими точную раскладку семян. Рабочая скорость механической сеялки при посеве не более 6 км/час. Пневматическая сеялка обеспечивает более точный высев семян и позволяет развивать рабочую скорость до 7 км/час. Высевают семена сахарной свеклы сеялками точного высева ССТ-12Б(В), СТБ-12 «Полесье», AMASONE, VONOSEM, UNICORN и др.

Движение посевного агрегата должно осуществляться по следу маркера. Следует выдерживать прямолинейность движения, чтобы сократить потери при уборке. Ширина основных междурядий 45, а стыковых – 50 см.

Решающим фактором, влияющим на качество сева, является тщательная регулировка сеялки и правильная ее установка на норму высева. В связи с этим необходимо до посева тщательно проверить: наличие неправильно высевающих дисков; легкоподвижность приводного вала и дисков; свободу ячеек от загрязнений и пыли; состояние выбрасывателей, состояние сошников; состояние корпуса высевающих дисков. Во время

посева следует проверять: установку высоты сцепки для горизонтальной работы сеялки; распределение семян по рядку и соблюдение заданного расстояния между ними; глубину заделки семян и их контакт с уплотненным слоем почвы; равномерность работы комкователя; свободу сошников и колес от налипающей сырой почвы; рабочую скорость сеялки.

Важным условием появления дружных и одновременных всходов сахарной свеклы и высококачественного выполнения последующих операций по уходу за посевами следует стремиться провести посев на всей площади поля в сжатые сроки – за 1–2 дня.

Глубина посева. При определении глубины посева сахарной свеклы необходимо, чтобы семена легли во влажную почву с ее целостной капиллярной системой, а также, чтобы рыхлый слой почвы под семенами был не более 2,5–4 см. При достаточном увлажнении на средних и тяжелых почвах глубина заделки семян – 2–3 см, на легких почвах и при недостаточном увлажнении – 3–4 см. Семена сахарной свеклы очень чувствительно реагируют на слишком глубокую их заделку. Заделка семян на глубину больше оптимальной приводит к снижению полевой всхожести, недружному и неравномерному появлению всходов.

Уход за посевами. Сахарная свекла, особенно в начальные фазы роста и развития, очень чувствительна к угнетению сорняками. Особенно следует поддерживать поле в чистоте первые 4–8 недель после всходов, от стадии 2–4 до 6–8 листьев. Засоренность посевов в данный период может вызвать снижение урожайности до 25 %. В связи с этим борьба с сорняками является решающим фактором для выращивания высоких урожаев.

Система мероприятий по химической защите сахарной свеклы.

На полях, предназначенных для посева сахарной свеклы, после уборки ранубираемого предшественника против вегетирующих многолетних сорняков (бодяк полевой, осот желтый, пырей ползучий и др.) рекомендуется опрыскивание гербицидами: радуга, ВР (4–6 л/га); раундап, ВР (4–6 л/га); торнадо, ВР (4–6 л/га). Зяблевая вспашка проводится не ранее, чем через 15 дней после обработки.

Своевременное протравливание семян обеспечивает защиту растений от заболеваний и фитофагов. В случае, если семена не обработаны заводским способом, для защиты от комплекса болезней и некоторых почвообитающих вредителей проводится протравливание семян с инкрустацией препаратами: фунгицидного действия – тачигарен, 70 % СП в водорастворимой упаковке (6 кг/т); ТМТД, ВСК (10 л/т); инсектицидного действия – агровиталь, КС (90 г на пос. ед.); гаучо, КС (90 г на пос. ед.); монтур форте, КС (0,1 л на пос. ед.); форс магна, КС (0,075 л на пос. ед.).

Контроль над однолетними злаковыми и некоторыми двудольными сорняками осуществляется опрыскиванием почвы до посева (в засушливых условиях рекомендуется мелкая заделка препарата на глубину не более 5 см) или до всходов культуры – дуал голд, КЭ (1,6 л/га). Возможно опрыскивание почвы до посева, до всходов или в фазе 1–2 настоящих листьев культуры против однолетних двудольных сорняков препаратами голтикс, КС (5–6 л/га); пилот, ВСК (5–6 л/га). Против однолетних двудольных сорных растений проводится опрыскивание посевов до появления всходов препаратом пиратин турбо, КС (2–2,5 л/га).

В фазе семядолей сорняков против однолетних двудольных и злаковых сорняков рекомендуется трехкратное опрыскивание посевов (первое – в фазе семядольных листьев сорняков; второе и третье по мере появления новых сорняков в ту же фазу) гербицидами бетанал эксперт ОФ, КЭ (1 л/га); бицепс гарант, КЭ (1 л/га); виктор, СК (1 л/га); ростсорн, КЭ (1 л/га). Для эффективного контроля однолетних двудольных сорняков, в т. ч. подмаренника цепкого, рекомендуется трехкратное опрыскивание в смеси с препаратами на основе десмедифама и фенмедифама (первое – в фазе семядольных листьев сорняков; второе и третье – по мере появления новых сорняков) препаратами голтикс, КС (1,5+1,5+1,5 л/га); лавина, КС (1,5+1,5+1,5 л/га); флирт, 460 г/л к.с. (1,25+1,5+2 л/га).

Эффективным приемом против однолетних злаковых и некоторых двудольных сорняков является двукратное опрыскивание посевов, начиная с фазы 2-х пар настоящих листьев культуры в смеси с препаратами на основе десмедифама и фенмедифама – дуал голд, КЭ (0,6–0,8 + 0,6–0,8 л/га); пирамин турбо, КС (1,25–1,5 + 1,25–1,5 л/га). Против однолетних двудольных сорняков рекомендовано опрыскивание посевов после появления всходов свеклы, в фазе семядолей – двух листьев у сорняков препаратами карибу, 50 % с.п. (водорастворимые пакеты) (30 г/га + 200 мл/га ПАВ Тренд 90); трицепс, ВДГ (20 г/га + 0,2 л/га ПАВ Адьо Ж).

При произрастании в посевах видов осота, ромашки и горцев возможна обработка посевов в фазе 1–3 пар настоящих листьев культуры гербицидами агрон, ВР (0,3–0,5 л/га); лонтрел 300, ВР (0,3–0,5 л/га).

Для контроля однолетних и многолетних злаковых сорняков проводится опрыскивание посевов в фазе 2–6 листьев у однолетних сорняков и при высоте пырея ползучего 10–15 см следующими гербицидами: арамо 45, к.э. (1,5–2 л/га); миура, КЭ (0,4–1 л/га); фюзилад форте, КЭ (0,75–2 л/га).

В фазе всходы – 2 настоящих листа в борьбе со свекловичной блошкой, матовым мертвоедом, свекловичным долгоносиком эффективны краевые обработки до 50 м, так как наиболее высокая численность их наблюдается, как правило, на краях полей. Рекомендованы инсектициды гигант, РП (0,05–0,06 кг/га); каратэ зеон, МКС (0,15 л/га); кинфос, КЭ (0,25 л/га); фастак, КЭ (0,1 л/га). При запаздывании со сроками проведения данного мероприятия производится сплошное опрыскивание.

В период вегетации при достижении ЭПВ проводится опрыскивание посевов против свекловичной мухи, свекловичной тли препаратами БИ-58 новый, 400 г/л к.э. (0,5–1 л/га); новактион, ВЭ (1,3–1,6 л/га); фуфанон, КЭ (1–1,2 л/га); против лугового мотылька, совок – децис профи, ВДГ (0,03–0,05 кг/га); золон, КЭ (3–3,5 л/га).

При появлении первых признаков заболеваний церкоспороза, мучнистой росы опрыскивание посевов фунгицидами амистар экстра, СК (0,6 л/га); колосаль Про, КМЭ (0,4–0,6 л/га); феразим, КС (0,6–0,8 л/га); эхион, КЭ (0,75–1 л/га).

Во время закладки на хранение против кагатной гнили проводится опрыскивание корнеплодов препаратом кагатник, ВРК (0,05–0,06 л/т).

Уборка из всех технологических процессов, пожалуй, самая трудоемкая и сложная из всех полевых работ. Уборку надо закончить до наступления заморозков. Оптимальные сроки уборки с 18–20 сентября по 20 октября. Уборка осуществляется самоходными свеклоуборочными комбайнами фирм Holmer, Grimme и др.

В первую очередь уборке подлежат участки засеянные гибридами сахаристого направления (Z тип), поврежденные болезнями и вредителями, удаленные от дорог с твердым покрытием, изреженные участки и участки с большой засоренностью.

Агротехнические требования, предъявляемые к механизированной уборке: – механические повреждения корнеплодов – не более 20, в том числе сильно – до 5 %;

- наличие зеленой массы в ворохе корнеплодов – до 3 %;

- количество неподкопанных и оставшихся в почве корнеплодов не должно превышать 1 %, а утеранных на поверхности – 5 %;

- плоскость среза головки корнеплода должна проходить на уровне 1 см от места прикрепления черешка нижнего зеленого листа и не выше 2 см от верхушки головки корнеплода, поверхность среза прямая, гладкая, без сколов.

Картофель

В государственный реестр сортов включены:

- ранние – **АКСАМИТ, ДЕЛЬФИН, ЗОРАЧКА, КАПРИЗ, ЛАЗУРИТ, ЛИЛЕЯ, ОВАЦИЯ, РОДРИГА, РИВЬЕРА, УЛАДАР, ЭВЕЛИНА, АРРОУ, АРТЕМИС, ВЕГА, КОЛОМБА, ЛАПЕРЛА, МИРАНДА, РОЗАРА, ТУКАН, РОДРИГА;**

- среднеранние – **АРХИДЕЯ, БРИЗ, ДИНА, ДЖЕЛЛИ, ОДИСЕЙ, НЕПТУН, САНТИНА, ЯВАР, АРИЗОНА, КРОНЕ, САГИТТА, МАНИФЕСТ;**

- среднеспелые – **АЛЬТАИР, ДУБРАВА, ЖИВИЦА, КОЛОРИТ, КРИНИЦА, ЛАМБАДА, ПОМКВИН, СКАРЬ, ТАЛИСМАН, ЯНКА, УНИВЕРСАЛ, ЛАД, БАФАНА, ЕВРОСТАРЧ, МАНИТУ;**

- среднепоздние – **БЛАКИТ, ВЕКТОР, ВЕРАС, ВЕТРАЗЬ, ЖУРАВИНКА, МАГ, РАГНЕДА, РАМОС, САНТАНА;**

- поздние – **АКЦЕНТ, АЛЬПИНИСТ, АТЛАНТ, ВЕСНЯНКА, ВЫТОК, ЗАРНИЦА, ЗДАБЫТАК, СИНТЕЗ, СУЗОРЬЕ.**

Важнейшим показателем, характеризующим сорт картофеля, является его устойчивость к поражению болезнями. К сортам, отличающимся относительно повышенной устойчивостью к болезням, относятся:

- к фитофторозу – **АТЛАНТ, АКЦЕНТ, ВЕРАС, ВЕТРАЗЬ, АЛЬПИНИСТ, ВЫТОК, ЖИВИЦА, ЗДАБЫТАК, СУЗОРЬЕ, СИНТЕЗ;**

- к альтернариозу – **ДИНА, ДЕЛЬФИН, ЛАЗУРИТ, СКАРЬ, ЖИВИЦА, ВЫТОК;**

- к ризиктониозу – **АКСАМИТ, РОСИНКА, АЛЬПИНИСТ, СИНТЕЗ, ВЫТОК, АКЦЕНТ, ЗАРНИЦА, СУЗОРЬЕ;**

- к парше обыкновенной – **ВЕРАС, ВЫТОК, ЗАРНИЦА, ЖУРАВИНКА, ЯВАР, ДЕЛЬФИН, БРИЗ, СКАРЬ.**

- к картофельной нематоде (в каталогах отмечаются символом N) – **АЛЬПИНИСТ, КОЛОРИТ, АЛЬТАИР, АРХИДЕЯ, АТЛАНТ, УЛАДАР, ДУБРАВА, БЛАКИТ, ЛИЛЕЯ, ВЕРАС, ЯНКА, ВЕТРАЗЬ, ТАЛИСМАН, ДЕЛЬФИН, ВЕСНЯНКА. ДИНА, ЖИВИЦА, ЖУРАВИНКА, КРИНИЦА, ЛАЗУРИТ, ЗДАБЫТАК, СКАРЬ.**

- к черной ножке и мокрой гнили – **АРХИДЕЯ, ЖИВИЦА, ЗАРНИЦА, РОСИНКА, ЖУРАВИНКА, ТАЛИСМАН, БЛАКИТ, ДИНА, АЛЬТАИР.**

- к вирусным заболеваниям – **АТЛАНТ, ДЕЛЬФИН, ЛАЗУРИТ, СКАРЬ, ОДИСЕЙ, НЕПТУН, ЖИВИЦА, БЛАКИТ, ТАЛИСМАН, БРИЗ, ДУБРАВА.**

Качество производимых из картофеля картофелепродуктов зависит прежде всего от биохимических соединений, входящих в состав клубней, их соотношения. Эти показатели в определенной мере связаны с погодными и почвенными условиями, приемами выращивания, но, прежде всего и напрямую связаны с принадлежностью к тому или иному сорту.

Сортимент современных сортов картофеля дает широкий выбор для переработки на картофелепродукты и для промышленной переработки.

Наиболее высоким дегустационным баллом отмечены сорта **ЛИЛЕЯ, АРТЕМИС, МИРАНДА, РОДРИГА, ТУКАН.**

Для производства хрустящего картофеля (чипсов) пригодны сорта **КОЛОРИТ, КРИНИЦА, БЛАКИТ, ВЕРАС, ЖУРАВИНКА, ВЫТОК, ЗАРНИЦА, СУЗОРЬЕ, ВЕСНЯНКА, МАГ, ВЕТРАЗЬ, УНИВЕРСАЛ, МИРАНДА, ТУКАН.**

Для производства сухого картофельного пюре высокого качества можно использовать сорта **КРИНИЦА, ДИНА, АТЛАНТ, УНИВЕРСАЛ, ВЫТОК, СУЗОРЬЕ, СИНТЕЗ, ЖИВИЦА, МАГ.**

Картофель фри отличного качества можно получить из клубней сортов **ЗАРНИЦА, КОЛОРИТ, ЖУРАВИНКА, БЛАКИТ, СКАРЬ, ЛИЛЕЯ, БРИЗ.**

Для приготовления замороженных овощных смесей рекомендуются к использованию сорта **КАПРИЗ, БРИЗ, ДИНА, ЛИЛЕЯ, НЕПТУН, ДУБРАВА, КОЛОРИТ, КРИНИЦА, СКАРЬ, БЛАКИТ.**

Сорта картофеля **ЗДАБЫТАК, АТЛАНТ, ВЫТОК, СИНТЕЗ, СУЗОРЬЕ, АЛЬПИНИСТ, МАГ, ТАЛИСМАН, ВЕСНЯНКА, ВЕТРАЗЬ** предназначены для производства крахмала.

За последние три года появилось шесть новых сортов картофеля. Все они нематодоустойчивые, а урожайность их достигает 70 тонн с гектара.

Среди них — ранний сорт **ЮЛИЯ**. При благоприятных условиях он формирует урожай уже на 35-й день после появления всходов на уровне 20 тонн с гектара

Неплохой лежкоспособностью отличается и картофель **ПЕРШАЦВЕТ** — для раннего сорта это редкость. Среднеранний сорт **КРАСА** является устойчивым к болезням, хорошо хранится, дает стабильный урожай и имеет отличный вкус.

Кроме этого, белорусские селекционеры работают над созданием новых среднепоздних и поздних сортов картофеля с высоким содержанием крахмала. В ассортименте уже появились новинки — **НАРА** и **РУБИН**, которые демонстрируют отличную устойчивость к вирусам. С одного гектара можно собрать 60-65 тонн данного клубнеплода.

Сорт **КРОК** содержит 22% крахмала и отличается низким уровнем редуцирующих сахаров даже после пяти месяцев хранения. Он отлично подходит для переработки на хрустящий картофель, сухое пюре, производства крахмала и спирта.

Названные выше (и не названные) сорта способны реализовать свой потенциал продуктивности и проявить свои хозяйственно-полезные качества при условии использования на посадку высококачественного посадочного материала, отвечающего требованиям СТБ 1224-2000.

Подготовка семенных клубней к посадке состоит из следующих операций: переборка, сортировка, калибровка, проращивание, обеззараживание и обработка клубней регуляторами роста.

При сортировке и калибровке клубни делят на фракции по наибольшему поперечному диаметру:

- для сортов с клубнями округло-овальной формы – менее 30 мм, 30–60 мм, более 60 мм;

- для сортов с клубнями удлиненной формы – соответственно менее 28 мм, 28–55 мм и свыше 55 мм.

На посадку используют клубни фракции 30–60 мм в диаметре (масса 50–80 г). Использование в качестве семенных более мелких клубней массой 30–40 г/шт., может быть оправданным только при условии, что они получены от здоровых материнских растений. И количество их, высаживаемых на гектар, должно быть большим. Резку крупных клубней можно применять только в крайних случаях, при недостатке посадочного материала. Разрезанные клубни во избежание перезаражения черной ножкой, кольцевой гнилью, бурой бактериальной гнилью незамедлительно смачивают рекомендованными препаратами.

Используя на посадку мелкие клубни, надо увеличить густоту их раскладки в ряду (до 70–80 тыс/га). Каждая фракция клубней требует отдельной регулировки картофелесажалок. Поэтому использование в качестве семенного материала неоткалиброванных клубней недопустимо. Переборку и калибровку клубней проводят на картофелесортировальных пунктах КСП-1Б, Л-701, в крупных специализированных хозяйствах – на стационарных картофелесортировальных пунктах ПКСП-25.

Отсортированные клубни перед транспортировкой в поле для посадки подвергают обеззараживанию. Эту операцию выполняют путем опрыскивания клубней на транспортерах с помощью ОПС-1А в момент загрузки в транспортные средства, в бункеры-накопители, а также с помощью специальных машин «Гуматокс», ПСМК, ПКМ-15. Норма расхода рабочей жидкости 2–10 л/т. Для протравливания клубней применяют один из ядохимикатов.

Проращивание клубней позволяет значительно (на 25–50 %) повысить урожайность средне- и позднеспелых сортов, а у раннеспелых сортов значительно раньше получить товарную продукцию.

Говоря о посадочном материале необходимо подчеркнуть значение качества посадочного материала, его урожайных свойств. Семенные клубни картофеля следует не просто отбирать по размеру из массы товарного урожая – здоровые семенные клубни с

высоким урожайным потенциалом должны быть специально выращены с применением специальной технологии. Клубни с низкими урожайными свойствами практически не отзываются даже на самые эффективные приемы агротехники, хотя по внешнему виду они никак не выделяются.

Предшественники. Хорошие предшественники для картофеля – озимые зерновые, зернобобовые, однолетние бобово-злаковые смеси; возможные – крестоцветные, яровые зерновые. Не рекомендуется высаживать картофель после многолетних злаковых трав. Допустимый срок возврата картофеля на прежнее поле: 2–3 года.

Система обработки почвы.

При невозможности внесения органических удобрений под картофель осенью вспашку поля на зябь можно не проводить. Осенняя обработка почвы будет заключаться в глубоком (10–12 см) дисковании боровами БДТ-3, БДТ-7 и др. или чизелевании культиваторами КЧ-5,1 и др. с одной-двумя культивациями для уничтожения прорастающих сорняков. На полях с неподнятой зябью по стерне вносят органические и минеральные удобрения, заделывают их дисковой бороной на глубину 12–14 см и проводят вспашку.

Традиционная система обработки почвы включает: лущение стерни, вспашку, закрытие влаги, глубокую предпосевную культивацию, нарезку гребней.

Лущение выполняют ЛДГ-5, ЛДГ-10А, АПД-7,5 БДТ-3; БДТ-7, КЧ-5,1, КЧН-5,4 и др. на глубину 5–8 см. На полях, засоренных корнеотпрысковыми и корневищными сорняками, глубина лущения увеличивается до 10–12 см. Зяблевая вспашка проводится плугами ППО-8-40К, ППО-9.30/45 и др.

Весеннюю обработку почвы начинают с закрытия влаги при наступлении физической спелости почвы. Лучше всего этот прием (особенно на связных почвах) выполняется культиваторами КПС-4, КПШ-8 и др. Перед нарезкой гребней проводится вторая культивация на глубину до 18–20 см. Наилучшим приемом создания мелкокомковатой структуры в верхнем слое почвы является рыхление с помощью роторных машин (АКР-3, ПАН-2,8, КВФ-2,8 и др.) или вертикально-фрезерных культиваторов (Лемкен «Циркон 7/300», «Rabewerk-RKE 300» и др.).

Завершающим приемом подготовки почвы к посадке картофеля является нарезка гребней. Для нарезки гребней используют культиваторы КОН-2,8; КРН-4,2; КГО-3; АК-2,8 и др. Высота гребня должна составлять 14–15 см. Размеры гребня должны обеспечить условия и место для формирования гнезда клубней. На легких почвах нарезка гребней нецелесообразна.

Для уничтожения начавших прорастать сорняков через 3–5 дней после посадки, а затем еще один-два раза поле обрабатывают культиваторами КОН-2,8, КРН-4,2, КНО-2,8, АК-2,8 и др., оборудованными трехъярусными лапами на глубину 15–16 см. Культиваторы агрегируются с ротационными рыхлителями с подпружиненными боровами.

Удобрение. Картофель в Беларуси является ценной продовольственной, кормовой и технической культурой. Он может давать хорошие урожаи на разных по генезису и гранулометрическому составу почвах. Наиболее благоприятны для возделывания картофеля дерново-подзолистые суглинистые и супесчаные почвы, подстилаемые моренным суглинком.

С урожаем картофеля на каждую тонну клубней выносятся в среднем 5,4 кг азота, 1,6–2,0 кг P_2O_5 и 9,5–10,7 кг K_2O . Установлено, что в растениях картофеля содержится больше всего калия, меньше азота и еще меньше фосфора. Такое соотношение основных элементов питания наблюдается, как правило, во всех почвенно-климатических условиях и на всех сортах картофеля независимо от агротехнических условий его выращивания. Картофель – высокопродуктивное растение и выносит с урожаем больше питательных элементов, чем зерновые, лен, многолетние травы, но меньше чем сахарная и кормовая свекла.

Наиболее интенсивно растения картофеля потребляют в фазах бутонизация – цветение. Среднепоздние сорта в этот период усваивают около 40–50 % азота, 50 % фосфора и 60 % калия от максимального потребления. Это происходит на протяжении месяца (июль в

наших условиях). К уборке в клубнях сосредотачивается 78–80 % азота, 90 % фосфора и 96 % калия от содержания его в урожае.

Картофель является культурой, весьма требовательной к почвенным условиям, что определяется его физиологическими особенностями: слаборазвитой корневой системой и ее высокой потребностью в кислороде в период интенсивного клубнеобразования. Система удобрения картофеля должна обеспечивать не только высокую урожайность, но и хорошее качество клубней, сбалансированных по химическому составу, с низким содержанием нитратов.

Для картофеля наиболее подходят структурированные, плодородные, водопроницаемые, легкого или среднего гранулометрического состава (с содержанием физической глины от 10 до 40 %), достаточно прогреваемые почвы. Оптимальный уровень плотности среднесуглинистых почв – 1,0–1,2 г/см³, супесчаных – 1,3–1,4 г/см³. При плотности среднесуглинистой почвы 1,4 г/см³ урожайность снижается на 35–40 %. Плотность почвы определяет не только урожайность, но и товарный вид картофеля – величину, форму и сохранность клубней.

Поля должны быть выровнены (допускается угол склона до 3°), не завалунены, удаленность от хозяйственных центров и населенных пунктов не должна превышать 3 км.

Картофель хорошо переносит повышенную кислотность почвы. Оптимальной для него является кислотность в интервале pH (в KCl) от 5,3 до 5,8. В связи с интенсивным известкованием кислых почв картофель необходимо возделывать в специальных севооборотах, в которых pH почвы не превышает указанные значения. Стабильные урожаи клубней на уровне 350–400 ц/га обеспечиваются при строгом соблюдении всех технологических операций на почвах с содержанием гумуса 2,0–3,0 %, фосфора – 250–300 мг, калия – 200–250 мг в 1 кг почвы. Высокое содержание гумуса способствует большему накоплению крахмала в клубнях картофеля.

Основным условием эффективного возделывания картофеля является совместное применение органических и минеральных удобрений. Для получения урожайности 300 ц/га и более на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных, подстилаемых мореной, почвах требуется вносить 55–75 т/га, на супесчаных, подстилаемых песками, – 60–80 т/га органических удобрений. На всех почвах органические удобрения под среднеспелые, среднепоздние и поздние сорта картофеля необходимо вносить с осени под зяблевую вспашку или по зяби с заделкой в почву культиватором, на легких почвах (супесчаные, на песках) – весной. Весеннее внесение органических удобрений на суглинистых почвах приводит к задержке весенне-полевых работ, переуплотнению почвы и существенному недобору урожая.

Обязательными требованиями являются равномерное распределение органических удобрений по поверхности поля и быстрая заделка их в почву. В зависимости от запасов элементов питания и уровня планируемой урожайности рекомендуются следующие дозы минеральных удобрений (табл. 19).

Максимально допустимой дозой азотных удобрений при внесении 60–70 т/га органических удобрений являются 120 кг/га д. в.

Предельно допустимые дозы азота для раннеспелых и среднеранних сортов картофеля – 110–120, среднеспелых – 100–110, среднепоздних и позднеспелых – 80–90 кг/га д. в. Дозы азота для всех сортов семенного картофеля – 60–90 кг/га.

Институтом почвоведения и агрохимии разработано комплексное удобрение для картофеля с содержанием азота, фосфора и калия 16-12-20 с серой и микроэлементами – бором и медью, в котором все элементы питания сбалансированы с учетом биологических требований культуры.

При отсутствии комплексных удобрений применяются простые формы минеральных удобрений: сульфат аммония, аммофос, хлористый калий.

Азотные удобрения лучше вносить весной в один прием под перепахку зяби или культивацию. На супесчаных, подстилаемых песками, почвах возможна подкормка азотом (20–30 кг/га) в первую междурядную обработку при высоте куста 15–20 см.

Фосфорные удобрения вносят как осенью, так и весной. Обязательным приемом должно быть внесение 20–30 кг/га P_2O_5 в рядки при посадке или полного минерального удобрения $N_{20-30}P_{20-30}K_{20-30}$. Хлорсодержащие калийные удобрения на почвах связного гранулометрического состава рекомендуется вносить осенью под вспашку или весной под культивацию, на почвах легкого гранулометрического состава – только весной.

На почвах I и II группы обеспеченности рекомендуется при планировании высоких урожаев картофеля эффективно применять микроэлементы бор, медь, марганец в начале бутонизации в дозе по 50 г/га д. в. Наряду с борной кислотой, сернокислой медью и сернокислым марганцем можно использовать Адоб Бор – 0,5 л/га, Адоб Медь – 0,8, Адоб Моно Марганец – 0,3 или Эколист Моно Медь – 0,6, Эколист Моно Марганец – 0,3 л/га. Расход рабочего раствора 200 л/га. Некорневые подкормки микроэлементами можно совмещать с применением инсектицидов против колорадского жука.

Таблица 19. Дозы минеральных удобрений* под картофель на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных на морене почвах

Удобрения, кг/га д. в.	Содержание P_2O_5 и K_2O , мг/кг почвы	Планируемый урожай (клубни), ц/га			
		200–250	251–300	301–350	351–400
Азотные	-	60–70	70–85	85–100	100–120
Фосфорные	Менее 100	70–80	х	х	х
	101–150	50–60	60–70	х	х
	151–200	40–50	50–60	60–70	70–80
	201–300	25–30	30–40	40–50	50–60
	301–400	15–20	20–25	25–30	30–40
Калийные	Менее 80	80–100	х	х	х
	81–140	60–80	80–100	х	х
	141–200	50–60	60–80	80–100	100–120
	201–300	40–50	50–60	60–80	80–100
	301–400	30–35	35–40	40–50	50–60

* На фоне внесения 50–60 т/га органических удобрений.

Посадка. Уход за посадками картофеля. К посадке картофеля можно приступать, когда почва на глубине 10 см прогреется до температуры 7–8 °С. В зависимости от района и погодных условий года, календарные сроки посадки картофеля обычно приходятся на конец апреля – первую декаду мая. Каждый день задержки с посадкой по отношению к оптимальному сроку приводит к снижению урожая на 3–5 ц/га.

Основной способ посадки – в предварительно нарезанные гребни сажалками Л-201, Л-202, Л-207, СК-4 и др., а также Grimme GL-34Z с шириной междурядий 75 см. Клубней, высаженных на 1 га, должно быть не меньше 60–70 тысяч. Глубина заделки клубней на суглинистых почвах – 6–8 см, на супесчаных – 8–10 см. В хозяйствах, где на уходе за посадками картофеля будут применяться фрезерные культиваторы КФК-4, Grimme DF-3000, глубину посадки следует уменьшить до 4–6 см на суглинках и до 6–8 см на супсях.

Для уничтожения начавших прорастать сорняков через 3–5 дней после посадки, а затем еще один-два раза, поле обрабатывают культиваторами КОН-2,8, КРН-4-2, КНО-2,8, АК-2,8 и др., оборудованными трехъярусными лапами. Культиваторы агрегируют с ротационными рыхлителями с подпружиненными боронами. Глубина рыхления – 15–16 см. Особенно важно проведение обработок междурядий на полях, сильно засоренных пыреем. Лучшими культиваторами для завершения формирования гребней являются фрезерные культиваторы-гребнеобразователи КФК-4; Grimme DH-3000. Размеры и объем созданных гребней должны обеспечить необходимые условия и место для формирования гнезда клубней, корневой системы.

Система мероприятий по химической защите картофеля

На полях, предназначенных для посадки картофеля, после уборки предшественника против вегетирующих многолетних сорняков (бодяк полевой, осот желтый, пырей ползучий и др.) рекомендуется опрыскивание гербицидами: радуга, ВР (4–6 л/га); раундап, ВР (4–6 л/га); торнадо, ВР (4–6 л/га). Зяблевая вспашка проводится не ранее, чем через 15 дней после обработки.

Перед посадкой против вредителей и возбудителей заболеваний проводится обработка клубней препаратами: инсектицидного действия (против колорадского жука, тлей, проволочников) – агровиталь, КС (0,2–0,4 л/т); табу, ВСК (0,3–0,4 л/т); круйзер, СК (0,14–0,22 л/т); фунгицидного действия (против видов парши, фитофтороза, гнилей, черной ножки) – ТМТД, ВСК (4–5 л/т); максим, КС (0,4 л/т); инсекто-фунгицидного действия (против тлей, колорадского жука, проволочников, ризоктониоза, парши серебристой) – престиж, КС (0,7–1 л/т); эместо квантум, КС (0,3–0,35 л/т); селест топ, КС (0,3–0,4 л/т).

Контроль над однолетними злаковыми и двудольными сорняками осуществляется опрыскиванием почвы до всходов культуры гербицидами зенкор, ВДГ (0,75–1 кг/га); стомп, 33 % к.э. (5 л/га); гезагард, КС (3–4 л/га); аркаде, КЭ (4–5 л/га). Возможно опрыскивание посадок до всходов против однолетних двудольных сорняков препаратами агритокс, в.к. (0,9–1,7 л/га); гербитокс, ВРК (0,9–1,7 л/га); дикопур М, в.р. (0,75–1,5 л/га).

При высоте ботвы до 5 см против однолетних двудольных и злаковых сорняков рекомендуется опрыскивание посадок препаратами зенкор, ВДГ (0,75–1 кг/га); лазурит, СП в водорастворимых пакетах (0,75 кг/га); аркаде, КЭ (3–5 л/га).

При высоте ботвы 10–15 см против однолетних двудольных сорняков проводится опрыскивание посадок гербицидами агритокс, в.к. (1,4 л/га); дикопур М, в.р. (0,7 л/га).

Для контроля однолетних и многолетних злаковых, двудольных сорняков при высоте 5–25 см посадки опрыскивают препаратом титус, 25 % с.т.с. (50 г/га + 200 мл/га ПАВ Тренд 90). Возможно дробное внесение данного препарата: первое – при высоте культуры 5–25 см и высоте пырея ползучего 10–15 см, в фазе 2–4 листьев двудольных сорняков – 30 г/га + 200 мл/га ПАВ Тренд 90; второе – не позднее 14 дней после первого – + 20 г/га + 200 мл/га ПАВ Тренд 90.

Для контроля однолетних и многолетних злаковых сорняков в период вегетации культуры проводится опрыскивание посадок следующими гербицидами: арамо 45, к.э. (1,5–2 л/га); фюзилад форте, КЭ (0,75–2 л/га); миура, КЭ (0,4–1 л/га).

При массовом появлении личинок колорадского жука в период вегетации проводится опрыскивание посадок инсектицидами рексфлор, РП (0,06 кг/га); биская, МД (0,2–0,3 л/га); актара, ВДГ (0,06–0,08 кг/га); корраген, к.с. (0,04–0,06 л/га). Для контроля таких заболеваний, как фитофтороз, макроспориоз, альтернариоз и др., посадки обрабатываются фунгицидами: контактно-системные – акробат МЦ, ВДГ (2 кг/га); метаксил, СП в водорастворимых пакетах (2,5 кг/га); ридомил голд МЦ, ВДГ (2,5 кг/га); контактные – азофос, 50 % к.с. (6–7 л/га); дитан Нео Тек 75, ВДГ (1,2–1,6 кг/га); ширлан, 50 % с.к. (0,3–0,4 л/га).

За 14 дней до начала уборки против болезней картофеля проводится уничтожение ботвы путем применения десикантов с последующим ее удалением препаратами голден ринг, ВР (2 л/га); реглон супер, ВР (2 л/га).

Перед закладкой на хранение (семенной материал) против сухой фузариозной гнили, антракноза, фомоза, альтернариоза, парши серебристой, черной ножки, раневой водянистой гнили, ризоктониоза рекомендована обработка клубней препаратом максим, КС (0,4 л/т).

Уборка картофеля. Для обеспечения благоприятных условий работы и повышения производительности картофелеуборочных машин, сокращения потерь и ускорения созревания клубней производится заблаговременное скашивание ботвы. Обычно скашивание проводят за 5–7 дней до начала уборки. Для выполнения этой работы используют цепной измельчитель или косилки-измельчители «Полесье-1500»; КИР-1,5Б; КИ-3; ботвоуборочные машины МБУ-3; МБУ-3,6 и др.

Наряду с механическим скашиванием ботвы практикуют (особенно на семеноводческих посадках) при наличии зеленой ботвы и сорной растительности их «сжигание» с помощью выше указанных десикантов.

Основной способ уборки клубней – прямое комбайнирование комбайнами ПКК-2-02 «Полесье», КПК-2-01, Л-605, Л-601, ДР-1500 Grimme и др. На небольших участках, а также на семеноводческих посевах используют копатели Л-653, КТН-2В, КСТ-1,4А и др.

Как видим, для картофеля характерна достаточно сложная технология. Однако только технологией проблемы картофелеводства не заканчиваются. Убранный картофель закладывается на хранение и хранится до момента реализации. И если, реализуя картофель для переработки на крахмал, производитель, прежде всего, обеспокоен содержанием сухого вещества в клубнях, их массой, то реализация продовольственного картофеля требует особых подходов. Например, сегодня на рынке, прежде всего, востребованы выравненные чистые клубни с кожурой розовой окраски, мелкими глазками, слегка продолговатые овально-удлиненной формы. Пройдя соответствующую подготовку (тщательная помывка, просушивание), клубни фасуют в специальную тару. Масса упаковок от 2,5 до 25 кг.

Только грамотно освоив и применив технологию производства картофеля, реализовав урожайный потенциал его сортов, получив высококачественный товарный продукт, можно рассчитывать на высокий экономический эффект от отрасли.

Тема 7. Масличные и эфирномасличные культуры. Совершенствование технологических процессов.

Основные направления совершенствования технологических процессов выращивания озимого и ярового рапса:

1. Селекционно-генетические аспекты: Новые сорта и гибриды с/х растений. Создание растений, устойчивых к болезням и вредителям, неблагоприятным факторам окружающей среды.

2. Техничко-технологические аспекты: Использование новой техники. Новые технологии возделывания с/х льтур. Научно-обоснованные системы земледелия и севооборотов. Новые удобрения и их системы. Регуляторы роста. Новые средства защиты растений. Биологизация и экологизация. Новые ресурсосберегающие технологии уборки.

3. Организационно- экономические аспекты: Организация структуры посевных площадей, видового и сортового состава по скороспелости. Организация обучения механизаторов перед началом основных этапов работ. Новые формы организации и мотивации труда. Создание инновационно-консультативных систем в сфере научно-технической и инновационной деятельности. Новые концепции, методы выработки решений.

4. Социально-экологические аспекты: Получение продукции, свободной от нитратов, пестицидов, тяжелых металлов и радионуклидов. Улучшение условий труда, решение проблем здравоохранения, образования и культуры тружеников села. Оздоровление и улучшение качества окружающей среды. Обеспечение благоприятных экологических условий для жизни, труда и отдыха населения.

Использование зимостойких и высокопродуктивных сортов озимого рапса, соответствующих мировым стандартам качества, с соблюдением рекомендуемых для них технологий возделывания позволяет получать хорошие и стабильные урожаи рапса и обеспечивает высокую рентабельность данной культуры. Сорта рапса белорусской селекции по урожайности и качеству не уступают, а по зимостойкости и засухоустойчивости — превосходят занесённые в Государственный реестр самые современные иностранные сорта и гибриды. К наиболее урожайным сортам и гибридам, включённым в государственный реестр, следует отнести: сорта **ИМПЕРИАЛ, ОНИКС, СЕВЕРИН, ЗЕНИТ, ЗОЛОТОЙ, ВИТОВТ**, гибриды — **ДНЕПР F1, МЕРСЕДАС, РОХАН, АТОРА, ФИНИКС, ТОРЕС**. Основные современные сорта селекции НПЦ НАН

Беларуси по земледелию озимого рапса: **ОНИКС, ЗЕНИТ, ИМПЕРИАЛ, ЗОЛОТОЙ, СЕВЕРИН, БУЯН, ГИБРИД ДНЕПР F1** имеют потенциал урожайности 61,1-84,5 ц/га. Необходимо быстрее внедрять в производство новые сорта, которые проверены и доказали свою хозяйственную ценность.

В табл. 20 представлены хорошие, возможные и недопустимые предшественники для озимого и ярового рапса.

Таблица 20. Классификация предшественников под рапс

Культура (срок возврата на прежнее место, лет)	Предшественники		
	хорошие	возможные	недопустимые
Рапс озимый (3–4)	Однолетние бобово-злаковые травы на зеленый корм, ранний картофель	Ячмень, озимая рожь, пшеница, тритикале более ранних сортов	Рапс, другие крестоцветные, горох, клевер, подсолнечник
Рапс яровой (3–4)	Яровые зерновые культуры	Озимые зерновые	Рапс, другие крестоцветные, горох, клевер, лен, сах. свекла

Система обработки почвы. После однолетних трав основная обработка почвы состоит из вспашки в агрегате с кольчато-шпоровым катком или пакером. Разрыв от вспашки до посева рапса должен быть не менее двух недель.

После многолетних трав проводится предварительная разделка дернины дисками или дискаторами (БДТ-7, АДК Деметра, АДУ-6АК и др.) с последующей вспашкой за 2–3 недели до посева (ППО-4-40, ППО-7-40, ПОПР-5-40 и др.) с использованием ПВР, ППР или пакеров.

При размещении рапса по раннему картофелю вспашку можно заменить чизелеванием на глубину 14–16 см (КНЧ-4,2 и др.).

Предпосевная обработка почвы проводится в день посева комбинированными агрегатами типа АКШ или комбинированными почвообрабатывающе-посевными агрегатами (АПП-6 и др.). Основное условие обработки: рыхлый верхний слой почвы, а с глубины 2–3 см – уплотненный.

Удобрение. Озимый рапс в условиях Беларуси при благоприятной перезимовке обладает самой высокой продуктивностью среди масличных культур. Эта культура лучше удается на плодородных дерново-подзолистых легко- и среднесуглинистых и супесчаных, подстилаемых моренным суглинком почвах с pH_{KCl} 6,0–6,5. При повышенной кислотности почву следует известковать перед посевом предшественника.

С одной тонной семян и соответствующим количеством соломы озимый рапс выносит 55–58 кг азота, 29–30 кг P_2O_5 и 35–40 кг K_2O . Озимый рапс очень требователен к азотному питанию.

Органические удобрения целесообразно вносить под предшественник рапса. Озимый рапс отличается повышенной требовательностью к обеспеченности микроэлементами (бором, молибденом, цинком, марганцем). Озимый рапс хорошо реагирует на внесение серы. Потребность в сере при урожайности 25 ц/га семян составляет 25–30 кг.

Окупаемость 1 кг минеральных удобрений (NPK) при возделывании рапса составляет 3,2 кг семян.

Озимый рапс от ярового отличается более растянутым периодом поглощения элементов питания и более высокой интенсивностью потребления элементов питания на ранних стадиях развития (фаза листообразования). В дальнейшем динамика поглощения питательных веществ рапсом яровым и озимым имеет одинаковый характер: потребление элементов продолжается до созревания семян, максимальный период поглощения азота, фосфора и калия наблюдается в период стеблевания–бутонизация. К фазе бутонизации рапс озимый потребляет 65–76 % основных элементов питания.

Рапс характеризуется повышенным требованием к обеспеченности почв бором, марганцем и цинком, потребность в которых возрастает на известкованных почвах.

Доступность микроэлементов для рапса снижается в сухие годы, а также при холодной погоде, избыточном фосфорном и азотном питании.

Система удобрения озимого рапса минеральная, двучленная: основное удобрение и подкормка.

Органические удобрения в виде навоза или компоста (20–30 т/га) на песчаных и бедных гумусом почвах рекомендуется вносить под предшественник. Рапс хорошо использует их последствие. Дозы минеральных удобрений для озимого рапса с учетом уровня планируемой урожайности и содержания элементов питания представлены в табл. 21, 22.

Полную дозу фосфорных и калийных удобрений лучше вносить после уборки предшественника под основную обработку почвы с соблюдением приемов, направленных против переуплотнения почвы.

Из фосфоросодержащих удобрений применяются аммофос, аммонизированный суперфосфат и калийных – хлористый калий.

Таблица 21. Дозы минеральных удобрений под озимый рапс на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных на морене почвах

Удобрения, кг/га д. в.	Содержание P ₂ O ₅ и K ₂ O, мг/кг почвы	Планируемая урожайность (семена), ц/га			
		20,1–25,0	25,1–30,0	30,1–35,0	35,1–40,0
Азотные	–	80–100	100–120	120–160	160–180
Фосфорные	Менее 100	75–90	х	х	х
	101–150	65–80	80–95	х	х
	151–200	50–65	65–80	80–95	95–110
	201–300	40–50	50–60	60–70	70–80
	301–400	20–25	25–30	30–35	35–40
Калийные	201–300	50–60	60–70	70–80	80–90
	301–400	20–30	30–40	40–45	45–50

Азотные удобрения, как правило, применяются после перезимовки озимого рапса в два приема. Только в исключительных случаях азот (не более 30 кг/га) вносят осенью (плохой предшественник, в качестве органического удобрения использовалась солома, низкое плодородие почвы). Чтобы внесение под посев культуры азота, фосфора и калия было сбалансированным, лучше всего применять комплексные удобрения. На почвах с низкой и средней степенью обеспеченности подвижными формами фосфора и калия рекомендуются марки N:P:K 5-6:18-20:30-35, 5:16:35 + S + гидрогумат, 5:16:35 + S + феномелан, 5:16:35 + S + эпин, а с повышенным и высоким содержанием фосфора и калия - N:PK – 7-8:16-18:25-31, 7:16-18:25-31 + S + B, 7:16-18:25-31 + S + B + Mn, 7:16-18:25-31 + S + B + Mn + эпин.

Таблица 22. Дозы минеральных удобрений под озимый рапс на дерново-подзолистых песчаных и супесчаных на песках почвах

Удобрения, кг/га д. в.	Содержание P ₂ O ₅ и K ₂ O, мг/кг почвы	Планируемая урожайность (семена), ц/га		
		1,0–1,5	1,6–2,0	2,1–2,5
Азотные	–	45–65	65–85	85–105
Фосфорные	Менее 100	45–60	60–75	х
	101–150	35–50	50–65	х
	151–200	25–35	35–45	45–55
	201–300	20–25	25–30	30–35
Калийные	Менее 80	65–80	80–100	х
	81–140	45–60	60–80	х
	141–200	35–50	50–65	65–80
	201–300	20–30	30–45	45–60

Первую подкормку азотом в дозе N_{110–120} проводят во время возобновления весенней вегетации. Лучшими формами азотных удобрений являются сульфат аммония, КАС, карбамид и аммиачная селитра. В годы с ранней весной в первую подкормку следует вносить 40–60 кг/га азота, а остальную дозу внести в фазе бутонизации. В этом случае возврат весенних заморозков не окажет губительного действия на растения рапса. Также следует учесть, что в первую очередь следует подкармливать ослабленные посевы и посевы, расположенные на легких почвах.

В случае использования сульфата аммония необходимо обратить особое внимание на содержание серы в почве. Так, данное удобрение целесообразно использовать на почвах с низким содержанием обменной серы (менее 6,0 мг/кг почвы). На почвах с более высоким ее содержанием внесение сульфата аммония может приводить к повышению содержания глюкозинолатов в маслосеменах. При подкормках рекомендуется использовать 2–3 ц/га сульфата аммония.

Вторую подкормку азотом проводят в фазе стеблевания через 2,0–2,5 недели после первой карбамидом, аммиачной селитрой, КАС.

При внесении КАС доза азота не должна превышать 30 кг/га. КАС необходимо разбавить водой в соотношении 1:3. При этом в раствор можно ввести микроэлементы и инсектициды. Подкормку проводить в утреннее или вечернее время. Не следует проводить вторую подкормку сульфатом аммония, так как могут наблюдаться ожоги растений.

При недостаточном внесении азота в первые две подкормки можно провести и третью – спустя 1–1,5 недели в фазе бутонизации до начала цветения. В этом случае используют 5–10%-ный раствор карбамида, КАС. При слабом развитии растений или при густоте стояния растений менее 40 шт/м² дозу азота следует повысить на 20–40 кг/га.

При возделывании озимого рапса на семена эффективным является проведение некорневых подкормок бором, марганцем, молибденом и магнием. Так, в осенний период (в фазе 3–5 листьев) целесообразно проведение первой некорневой подкормки бором в дозе 30–50 г/га, вторая некорневая подкормка проводится в весенний период (в фазе начала бутонизации) – бор 200 г/га, марганец – 50–100 г/га, молибден – 30–40 г/га.

В качестве микроудобрений можно использовать минеральные соли и хелатные или органо-минеральные соединения, производимые различными производителями Эколист моно Бор и Адоб Бор в дозе 2,0 л/га, Адоб Медь – 2,8 л/га, Эколист моно Медь – 2,0 л/га, Эколист моно Марганец – 0,5 л/га.

Технологическая схема применения макро- и микроудобрений в технологии возделывания озимого рапса приведена в табл.23.

Таблица 23. Технологическая схема применения удобрений при возделывании озимого рапса (урожайность семян 40–50 ц/га)

Дозы удобрений, кг/га д. в.	Формы удобрений	Сроки применения
N _{20–24} P _{80–100} K _{120–150}	Аммофос, хлористый калий	До посева
N _{100–120}	КАС или карбамид	Весной в начале вегетации
N _{50–60}	Карбамид	Через 2–2,5 недели после первой
B _{0,20} Mn _{0,05}	Борная кислота (Солюбор ДФ) и сульфат марганца или Адоб Бор и Адоб Марганец или МикроСтим-Бор или МикроСил-Бор	<u>Некорневые подкормки:</u> осень: в фазе 4–6 листьев, весна: 1-я – в фазе стеблевания; 2-я – перед цветением в баковой смеси с инсектицидом и добавлением мочевины – 12 кг на 200 л рабочего раствора

Подготовка семян к посеву и посев. Для посева применяют кондиционные семена элиты или первой репродукции. Семена должны быть обработаны фунгицидно-

инсектицидными препаратами круйзер рапс, СК (11–15 л/т); модесто плюс, КС (15–16,6 л/т); агровиталь плюс, КС (4,5–5 л/т), которые защищают семена и всходы от поражения болезнями и вредителями. Посев озимого рапса в оптимальные сроки обеспечивает хорошее развитие растений осенью и успешную перезимовку. Высевают озимый рапс примерно на месяц раньше озимых зерновых культур, за 75–90 дней до прекращения осенней вегетации. В северной и восточной зонах Беларуси сорта рекомендуют высевать в срок 5–15 августа, а гибриды – 15–20 августа; в центральной и южной зонах календарные сроки сева озимого рапса на 5–7 дней позднее. Норма высева сортов – 1,0–1,2 млн. всхожих семян/га, что составляет 4–6 кг/га, а гибридов – 0,7–1,0 млн. всхожих семян/га (2–4 кг/га). Глубина заделки семян при оптимальной влажности почвы – 1,5–2,0 см, при сухом поверхностном слое – до 3,0 см.

Высев производится сеялками или комбинированными агрегатами АПП-6, СПУ-6, Rabe MegaSeed, Amazone, Sulky Unidrill и др. Посев комбинированными почвообрабатывающе-посевными агрегатами способствует сокращению сроков обработки и размещению семян во влажном слое почвы.

Биометрические показатели растений перед уходом в зиму. Оптимальные параметры растений озимого рапса, способствующие благоприятной перезимовке и формированию высокой урожайности:

- число развитых листьев – 6–8 шт.;
- высота точки роста (стебля) – не более 3 см;
- толщина корневой шейки – 6–12 мм;
- масса одного растения – 20–35 г;
- масса корня – не менее 3 г;
- густота стояния растений для сорта – 60 шт/м², для гибрида – 50 шт/м².

При перерастании растений посевы обрабатывают ретардантом Фоликур с действующим веществом тебуконазол (250 г/л) в фазе 6 настоящих листьев культуры в ясную солнечную погоду во время активного роста растений. В последнее время на рапса в качестве ретардантов применяют препараты Карамба и Сетар, которые:

- задерживают рост растений в длину;
- стимулируют накопление ассимилянтов и других питательных веществ в корне;
- снижают содержание влаги в растениях, что повышает их морозостойкость;
- стимулируют развитие корневой системы, а также разрастание корневых волосков.

Кроме того, эти ретарданты действуют как фунгициды против возбудителей ряда болезней рапса.

Осенью ретарданты применяют в зависимости от состояния посевов: если на период третьей декады октября рапс находится в стадии четырех развитых настоящих листьев, с корневой шейкой 4 мм, листья нормального зеленого цвета и почти сходятся в рядах, то такие посевы обрабатывать не следует. Если растение имеет более 4 листа, диаметр корневой шейки – более 5 мм, цвет большого листа темно-зеленый и рядки смыкаются, на таких посевах для задержания роста стебля проводят обработку ретардантами.

Весенний уход за посевами. После схода снега необходимо определить состояние и перезимовку посевов озимого рапса и наметить мероприятия по дальнейшей работе с ними. Состояние посевов считается отличным, если сохранилось не менее 40 шт. здоровых растений на 1 м²; слабые посевы имеют густоту 15–20 растений на 1 м². Если изреженность посева более значительная или неравномерная, то поле следует прокультивировать и пересеять его яровым рапсом.

Живые растения имеют крепкий, здоровый корень, на разрезе он белый, без побурения. Такое растение крепко держится корнем в почве, при выдергивании его не разрушается; точка роста и прикрывающие ее листочки живые, зеленые.

Система мероприятий по химической защите озимого рапса

На полях, предназначенных для посева озимого рапса, после уборки ранозубираемого предшественника против вегетирующих многолетних сорняков (бодяк полевой, осот

желтый, пырей ползучий и др.) рекомендуется опрыскивание гербицидами: радуга, ВР (4–6 л/га); раундап, ВР (4–6 л/га); торнадо, ВР (4–6 л/га). Зяблевая вспашка проводится не ранее, чем через 15 дней после обработки.

Своевременное протравливание семян обеспечивает защиту растений от заболеваний и фитофагов. Для защиты от комплекса болезней (черная ножка, снежная плесень, корневая гниль, плесневение семян) проводится протравливание семян с инкрустацией препаратами: витарос, ВСК (2,5 л/т); виннер, КС (2 л/т); скарлет, МЭ (0,4 л/т); тебу 60, МЭ (0,5 л/т). Контроль вредителей всходов (крестоцветные блошки, рапсовый пилильщик) осуществляется при обработке семян препаратами: агровиталь, КС (4,5 л/т); нуприд 600, КС (4–5 л/т); табу, ВСК (6–7 л/т). Для защиты от плесневения семян и крестоцветных блошек при обработке посевного материала применяется круйзер рапс, СК (11–15 л/т).

Контроль над однолетними злаковыми и двудольными сорняками осуществляется опрыскиванием почвы до посева (в засушливых условиях рекомендуется мелкая заделка препарата на глубину не более 5 см) или до всходов культуры – дуал голд, КЭ (1,6 л/га).

Возможно опрыскивание почвы до всходов против однолетних двудольных и злаковых сорняков препаратами колзор трио, КЭ (3–4 л/га), калиф, КЭ (0,15–0,2 л/га). Особенность – опрыскивание проводится не позднее чем через 30 часов – 3 дня после посева, при этом отмечается незначительное фитотоксическое действие на культуру, которое исчезает через месяц.

Против однолетних двудольных и злаковых сорняков проводится опрыскивание почвы после посева до всходов культуры препаратами бутизан 400, КС (1,5–2 л/га); бутизан стар, КС (1,5–2 л/га).

Против однолетних двудольных и злаковых сорных растений в фазе 1–4 листьев культуры проводится опрыскивание посевов препаратами бутизан 400, КС (1,75–2 л/га); бутизан стар, КС (1,5–1,7 л/га).

В фазе 2–4 настоящих листьев против однолетних двудольных и злаковых сорняков проводится опрыскивание посевов (гибриды рапса, Clearfield, устойчивые к гербициду) препаратом нопасаран, КС (1–1,2 л/га + 1–1,2 л/га ПАВ Даш).

В фазе 3–4 листьев культуры против рапсового пилильщика (2-е поколение) проводится опрыскивание посевов инсектицидами фастак, КЭ (0,1–0,15 л/га); моспилан, РП (0,06 кг/га); кинфос, КЭ (0,2–0,3 л/га). В эту же фазу против видов осота, ромашки, горца применяются агрон, ВР (0,3–0,4 л/га); лонтрел 300, ВР (0,3–0,4 л/га); хакер, ВРГ (0,12–0,16 кг/га); против однолетних и многолетних злаковых сорняков, падалицы зерновых культур применяются фюзилад форте, КЭ (0,75–2 л/га); миура, КЭ (0,4–1 л/га).

В фазе 4–6 листьев осенью или весной до фазы бутонизации против видов осотов, ромашки, горцев и других двудольных сорняков возможно опрыскивание посевов гербицидом галера супер 364, ВР (0,2–0,3 л/га).

Весной в фазе роста стебля для снижения высоты растений рапса, стимуляции образования боковых побегов и их развития, синхронизации цветения и образования стручков на всех побегах проводится опрыскивание посевов препаратами карамба турбо, КС (0,7–1 л/га); моддус, КЭ (1 л/га + 1 л/га ПАВ АтПлюс); сетар, СК (0,5 л/га). В эту же фазу против стеблевого скрытнохоботника проводится опрыскивание посевов при превышении ЭПВ (через 8–10 дней после наступления среднесуточной температуры +8 °С) инсектицидами нурелл Д, КЭ (0,5–1 л/га); фастак, КЭ (0,1–0,15 л/га); БИ-58 новый, 400 г/л к.э. (1 л/га).

Для контроля рапсового цветоеда, рапсового пилильщика (1-е поколение) и других вредителей в фазе начало – конец бутонизации проводится опрыскивание посевов при превышении ЭПВ препаратами фастак, КЭ (0,1–0,15 л/га); рексфлор, РП (0,1 кг/га); каратэ зеон, МКС (0,1–0,15 л/га).

В фазе цветения против альтернариоза, склеротиниоза, серой гнили необходимо опрыскивание посевов фунгицидами амистар экстра, СК (0,75–1 л/га); пиктор, КС (0,4–0,5 л/га); колосаль Про, КМЭ (0,4–0,6 л/га). В эту же фазу против семенного

скрытнохоботника, стручкового капустного комарика проводится опрыскивание посевов при превышении ЭПВ (предпочтительнее ночная обработка) маврик, ВЭ (0,2–0,3 л/га); биская, МД (0,2–0,3 л/га).

За 3–4 недели до уборки урожая (при переходе цвета стручков нижнего яруса с темно-зеленого на светло-зеленый) для равномерного созревания семян, сохранения урожая, снижения содержания влаги в семенах, снижения растрескивания стручков и потерь семян в период уборки, повышения масличности семян, улучшения посевных качеств семян, энергии прорастания и всхожести проводится опрыскивание посевов препаратами нью филм-17, КЭ (0,7–1 л/га); грипил, Ж (1–1,3 л/га).

За 5–10 дней до уборки при влажности семян не выше 25 % для подсушивания семян и частичного подавления сорняков возможна обработка посевов десикантами торнадо 500, ВР (1,5–2 л/га); баста, ВР (1,5–2 л/га); реглон супер, ВР (2–3 л/га).

Уборка. Чаще всего уборку проводят прямым комбайнированием. Прямая уборка проводится при наступлении технической спелости со следующими признаками: стручки сухие, семена черной окраски, шуршат в стручках при встряхивании, их влажность – 18–25 %, нижняя часть стебля зеленоватая. Уборка проводится на высоком срезе (не менее 30 см), что снижает потери семян, уменьшает засоренность и влажность вороха.

Комбайн должен быть тщательно загерметизирован и оборудован активными делителями и удлинителем днища жатки.

Яровой рапс – основная масличная культура в районах с нестабильной перезимовкой озимого рапса. Его часто используют в качестве страховой культуры для пересева погибших посевов озимых зерновых и рапса из-за невысокого расхода семян.

Предшественники. Хорошие предшественники для ярового рапса – пропашные, бобовые, бобово-злаковые смеси, озимые зерновые. Возможные предшественники – гречиха, лен, яровые зерновые. Не рекомендуется высевать яровой рапс после крестоцветных культур, льна, гороха, сахарной свеклы. Допустимый срок возврата ярового рапса на прежнее поле: 3–4 года.

Система обработки почвы.

Обработка почвы под яровой рапс аналогична обработке почвы под яровые зерновые и зернобобовые культуры. Обязательное условие – максимальное очищение поля от сорных растений и выравнивание поля.

Удобрение. Яровой рапс предъявляет достаточно высокие требования к почвенному плодородию. Рапс яровой хорошо растет на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных почвах, подстилаемых моренным суглинком, неглубокими песками, успешно возделывается на мелиорированных землях и торфяниках. Не пригодны легкие песчаные быстро теряющие влагу почвы, с близким залеганием грунтовых вод, подстилаемые плотными водонепроницаемыми породами, а также почвы с кислой реакцией почвенной среды.

Основным условием получения высокой урожайности семян ярового рапса является оптимальное значение pH_{KCl} 5,8–6,5 и рациональное применение удобрений. На кислых почвах проводят известкование непосредственно под предшественник или после его уборки по стерне с последующей заделкой извести при обработке почвы.

Яровой рапс также как и озимый – культура, потребляющая много азота. С 1 т семян и соответствующим количеством соломы он выносит 55–58 кг азота, 20–24 кг P_2O_5 и 46–53 кг K_2O .

Потребление элементов питания рапсом яровым продолжается до созревания семян, максимальный период поглощения азота, фосфора и калия наблюдается в период стеблевания – бутонизации. К фазе бутонизации яровой рапс потребляет 65–75 % основных элементов питания. Эта культура характеризуется повышенными требованиями к обеспеченности почв такими микроэлементами как бор, марганец, цинк. Потребность в вышеуказанных микроэлементах возрастает на известкованных почвах, а также в сухие годы.

Лучшим азотным удобрением под яровой рапс является сульфат аммония, так как эта культура положительно реагирует на внесение серы. Потребность в сере при урожайности 25 ц/га составляет в среднем 25–30 кг/га. Удовлетворить потребность в сере ярового рапса можно за счет внесения 2,4 ц/га сернокислого аммония. Под яровой рапс целесообразно дробное внесение азотных удобрений. – 80–90 кг азота следует вносить до посева и 20–30 кг/га в подкормку в фазе начала бутонизации. Фосфорные и калийные удобрения вносятся в расчетных дозах на связных почвах осенью, на легких – весной в предпосевную культивацию. Из азотных удобрений до посева применяется КАС, карбамид, сульфат аммония, фосфорных – аммофос, аммонизированный суперфосфат, калийных – хлористый калий.

Расчетные дозы минеральных удобрений на планируемую урожайность ярового рапса приведены в табл. 24,25.

Обязательным приемом при возделывании ярового рапса является применение некорневых подкормок бором в фазе 6–8 листьев и фазе бутонизации по 200 г д. в. Для некорневых подкормок используется борная кислота, Солюбор, Адоб Бор, Эколист моно Бор и другие борные удобрения. Борная кислота предварительно растворяется в теплой воде, Адоб Бор и Эколист моно Бор по 2,0 л/га, а также другие микроудобрения целесообразно совмещать в баковых смесях с инсектицидами против рапсового цветоеда. При необходимости могут применяться в такие же сроки, как и для борных удобрений, подкормки молибденом – 30–40 г/га д. в. и марганцем – 50–100 г/га д. в.

Таблица 24. Дозы минеральных удобрений под яровой рапс на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных на морене почвах

Удобрения, кг/га д. в.	Содержание P ₂ O ₅ и K ₂ O, мг/кг почвы	Планируемый урожай (семена), ц/га			
		20,1–25,0	25,1–30,0	30,1–35,0	35,1–40,0
Азотные	–	70–90	90–100	100–110	110–120
Фосфорные	Менее 100	70–85	х	х	х
	101–150	60–70	70–80	х	х
	151–200	50–60	60–70	70–80	80–95
	201–300	35–40	40–50	50–60	60–70
	301–400	15–20	20–25	25–30	30–35
Калийные	Менее 80	90–110	х	х	х
	81–140	80–90	90–100	х	х
	141–200	70–80	80–90	90–100	100–110
	201–300	40–50	50–60	60–70	70–75
	301–400	20–25	25–30	30–35	35–40

Органические удобрения применяют под предшественник. На низинных торфяниках доза фосфорных удобрений составляет 40–60 кг P₂O₅, калийных – 100–140 кг K₂O.

Таблица 25. Дозы минеральных удобрений под яровой рапс на дерново-подзолистых песчаных и супесчаных на песках почвах

Удобрения, кг/га д. в.	Содержание P ₂ O ₅ и K ₂ O, мг/кг почвы	Планируемая урожайность (семена), ц/га		
		1,0–1,5	1,6–2,0	2,1–2,5
Азотные	–	45–65	60–80	80–95
Фосфорные	Менее 100	45–55	55–70	х
	101–150	30–40	40–50	х
	151–200	20–30	30–40	40–50
	201–300	15–20	20–25	25–30
Калийные	Менее 80	65–85	85–105	х
	81–140	45–65	65–85	х
	141–200	35–55	55–75	75–90
	201–300	20–30	30–45	45–60

На известкованных почвах резко снижается доступность таких микроэлементов как бор и марганец.

Районированные сорта и гибриды ярового рапса.

Сорта: **ВОДОЛЕЙ, МАГНАТ, АБИЛИТИ, КРОМАНЬ, АНАТОЛ, ХАНТЕР, ПРАМЕНЬ, ЛАРИССА, ГЕДЕМИН, СКИФ, ЛУНЕДИ, ОЛИМП.**

Гибриды: **КАЛИБР, КОНТЕСТ КЛ, МОБИЛЬ КЛ, СОЛАР КЛЛ, ТРАПШЕР, ДЖЕРОМ, ОЗОРНО, МИРКО КЛ, АГАТ, МАКРО, МАДЖОНГ, ДОКТРИН, СМЛЛА.**

Посев. Проводится теми же сеялками и агрегатами, что и озимый рапс: СПУ-6, АПП-6 и др.

Сроки сева ранние, одновременно с посевом яровых зерновых культур.

Семена должны быть инкрустированы препаратами инсектицидно-фунгицидного действия: круйзер рапс, СК (11–15 л/т); агровиталь плюс, КС (4,5–5 л/т); модесто плюс, КС (15–16,6 л/т), что обеспечивает защиту от крестоцветных блошек в течение месяца.

Норма высева сортов – 1,5–2,0 млн. всхожих семян на гектар (6,5–8,0 кг/га); гибридов – 0,8–1,0 млн. всхожих семян на гектар (3,0–4,0 кг/га).

Система мероприятий по химической защите ярового рапса

На полях, предназначенных для посева ярового рапса, после уборки предшественника против вегетирующих многолетних сорняков (бодяк полевой, осот желтый, пырей ползучий и др.) рекомендуется опрыскивание гербицидами: радуга, ВР (4–6 л/га); раундап, ВР (4–6 л/га); торнадо, ВР (4–6 л/га). Зяблевая вспашка проводится не ранее, чем через 15 дней после обработки.

Своевременное протравливание семян обеспечивает защиту растений от заболеваний и фитофагов. Для защиты от комплекса болезней (черная ножка, корневая гниль, плесневение семян) проводится протравливание семян с инкрустацией препаратами: витарос, ВСК (2,5 л/т); виннер, КС (2 л/т); скарлет, МЭ (0,3–0,4 л/т); тебу 60, МЭ (0,5 л/т). Контроль вредителей всходов (крестоцветные блошки) осуществляется при обработке семян препаратами: агровиталь, КС (4,5 л/т); нуприд 600, КС (4–5 л/т); табу, ВСК (6–7 л/т). Для защиты от плесневения семян и крестоцветных блошек при обработке посевного материала применяется круйзер рапс, СК (11–15 л/т).

Контроль над однолетними злаковыми и двудольными сорняками осуществляется опрыскиванием почвы не позднее чем через 3 дня после посева препаратом нимбус, МКС (1,5–1,8 л/га). При этом отмечается незначительное фитотоксическое действие на культуру, которое исчезает через месяц.

Против однолетних двудольных и злаковых сорняков проводится опрыскивание почвы после посева до всходов культуры препаратами бутизан 400, КС (1,5–2 л/га); бутизан стар, КС (1,5–2 л/га); дуал голд, КЭ (1,6 л/га).

В фазе всходов против крестоцветных блошек проводится опрыскивание посевов при превышении ЭПВ инсектицидами фастак, КЭ (0,1–0,15 л/га); децис профи, ВДГ (0,03 кг/га); кинфос, КЭ (0,2–0,3 л/га).

Против однолетних двудольных и злаковых сорных растений в фазе 1–4 листьев культуры проводится опрыскивание посевов препаратами бутизан 400, КС (1,75–2 л/га); бутизан стар, КС (1,5–1,7 л/га).

В фазе 2–4 настоящих листьев против однолетних двудольных и злаковых сорняков проводится опрыскивание посевов (гибриды рапса, Clearfield, устойчивые к гербициду) препаратом нопасаран, КС (1–1,2 л/га + 1–1,2 л/га ПАВ Даш).

В фазе 3–4 листьев культуры против видов осота, ромашки, горца применяются агрон, ВР (0,3–0,4 л/га); лонтрел 300, ВР (0,3–0,4 л/га); хакер, ВРГ (0,12–0,16 кг/га); против однолетних и многолетних злаковых сорняков применяются фюзилад форте, КЭ (0,75–2

л/га); миура, КЭ (0,4–1 л/га). В фазе 4–6 листьев до фазы бутонизации против видов осота, ромашки, горца и других двудольных сорняков проводится опрыскивание посевов препаратом галера супер 364, ВР (0,2–0,3 л/га).

В фазе роста стебля для снижения высоты растений рапса, стимуляции образования боковых побегов и их развития, синхронизации цветения и образования стручков на всех побегах проводится опрыскивание посевов препаратами карамба турбо, КС (0,7–1 л/га); моддус, КЭ (1 л/га + 1 л/га ПАВ АтПлюс); сетар, СК (0,5 л/га).

В эту же фазу против стеблевого скрытнохоботника, рапсового пилильщика проводится опрыскивание посевов при превышении ЭПВ инсектицидами нурелл Д, КЭ (0,5–1 л/га); фастак, КЭ (0,1–0,15 л/га); БИ-58 новый, 400 г/л к.э. (1 л/га).

Для контроля рапсового цветоеда, рапсового пилильщика (1-е поколение) и других вредителей в фазе начало – конец бутонизации проводится опрыскивание посевов при превышении ЭПВ препаратами фастак, КЭ (0,1–0,15 л/га); рексфлор, РП (0,1 кг/га); каратэ зеон, МКС (0,1–0,15 л/га).

В фазе цветения против альтернариоза, склеротиниоза, серой гнили необходимо опрыскивание посевов фунгицидами амистар экстра, СК (0,75–1 л/га); пиктор, КС (0,4–0,5 л/га); колосаль Про, КМЭ (0,4–0,6 л/га). В эту же фазу против семенного скрытнохоботника, стручкового капустного комарика проводится опрыскивание посевов при превышении ЭПВ (предпочтительнее ночная обработка) инсектицидом маврик, ВЭ (0,2–0,3 л/га).

На неравномерно созревающих посевах в фазе восковой спелости при влажности семян 30–38 % можно проводить десикацию препаратами реглон супер, ВР (2–3 л/га); баста, ВР (1,5–2 л/га) и др. Это позволяет подсушить стебельную массу рапса, облегчить обмолот и снизить влажность семян.

Применение клеящих препаратов (нюю филм-17, КЭ или грипил, Ж в норме 1 л/га) оправдано при биологической урожайности семян 25 ц/га и выше, в условиях неустойчивой погоды. Обработку проводят в фазе восковой спелости семян самоходными опрыскивателями. Использование обычных опрыскивателей с невысоким подъемом штанги на созревающих посевах ярового рапса наносит больше вреда, чем пользы, из-за растрескивания стручков и осыпания семян.

Уборка. Убирают рапс в фазе технической спелости при влажности семян 16–25 % и высоте стерни 20–30 см прямым комбайнированием. Комбайны должны быть тщательно загерметизированы и оборудованы специальными приставками для уборки рапса.

Тема 8. Прядильные культуры. Совершенствование технологических процессов.

Максимальные урожаи льноволокна и семян можно получить на почвах окультуренных, если в них содержится не менее 150 мг/кг почвы подвижного фосфора (P_2O_5). Оптимальный уровень содержания подвижного калия для дерново-подзолистых почв составляет около 200 мг/кг почвы.

Лен очень чувствителен к содержанию в почве бора, цинка, меди, железа и других микроэлементов. При их недостатке снижается устойчивость растений к неблагоприятным условиям (недостатку влаги, повышению или понижению температуры и др.), болезням, повышается склонность к полеганию.

Сорта. Современные сорта льна-долгунца должны обладать высоким потенциалом продуктивности, повышенным содержанием волокна, сравнительной скороспелостью, устойчивостью к полеганию и грибным заболеваниям, быть пригодными для механизированной уборки. В каждом льносеющем хозяйстве целесообразно высевать разные по скороспелости сорта с высоким удельным весом ранне- и среднеспелых сортов.

Оптимальным считается такое соотношение сортов различной скороспелости: раннеспелые – 20–25 %, среднеспелые – 45–50 % и позднеспелые – 25–30 %.

Возделывание сортов разных сроков созревания позволяет увеличить период уборки с 8–10 до 18–20 дней, существенно повысить сезонную производительность льноуборочных комбайнов, что, в свою очередь, дает возможность убирать лен в лучшие фазы спелости и тем самым сохранить качество заготавливаемого льноволокна.

В Государственный реестр сортов включен ряд сортов льна-долгунца. Хозяйственно-биологическая характеристика основных из них приведена в табл. 26.

В 2019 году в Государственный реестр сортов Беларуси было добавлено пять новых сортов льна-долгунца **ДУКАТ**, **МАЛАХИТ**, **АВИАН**, **ЛИЗАВЕТТА** и **ТАЛЕР**, которые районированы для выращивания во всех областях страны. А вот масличного льна стало только на один сорт больше — новичком в Госреестре стал **БИНГО**, который также проходит сортоиспытания в России.

Таблица 26. Хозяйственно-биологическая характеристика наиболее распространенных сортов льна-долгунца

Сорт	Урожайность, ц/га				Содержание волокна в тресте, %	
	тресты	волокна		семян	общего	длинного
		общего	длинного			
Раннеспелые						
Пралеска	43,2	13,2	7,3	6,2	30,5	16,8
Борец	47,6	14,9	8,3	7,2	31,1	17,4
Ритм	49,3	15,6	9,1	7,2	31,6	18,5
Ярок	48,5	16,1	8,9	5,9	33,2	18,3
Левит 1	47,3	16,6	8,3	6,5	35,2	17,5
Задор	44,4	14,4	8,3	8,2	32,5	18,8
Ласка	54,7	17,4	10,6	7,8	31,8	19,4
Веста	51,8	16,2	9,5	7,8	31,3	18,3
Среднеспелые						
Блакит	47,8	14,9	8,3	6,8	31,1	17,4
Ива	49,4	15,9	8,2	7,0	32,2	16,6
Алей	50,2	16,3	9,0	7,4	32,5	18,0
Заказ	48,6	16,2	9,7	6,6	33,4	20,0
Бренд	45,2	14,7	10,1	7,0	32,6	22,4
Позднеспелые						
Василек	47,5	14,7	9,4	6,2	30,9	19,7
Табор	45,7	15,2	8,0	6,8	34,9	17,5
Веліч	56,1	18,5	10,6	6,6	33,0	18,9

Предшественники. Хорошие предшественники для льна – озимые и яровые зерновые, зернобобовые. Не допускаются посевы льна после кукурузы, картофеля, корнеплодов, крестоцветных культур, клевера и по пласту многолетних трав. Допустимый срок возврата льна на прежнее поле: 5–6 лет.

Система обработки почвы.

После уборки зернового предшественника не позднее, чем через 3–5 дней проводят лущение стерни на глубину 5–7 см дисковыми лущильниками (АПД-4, АПД-6, АПД-7,5 и др.) или чизельно-дисковыми культиваторами и агрегатами типа КПМ-4, КЧД-6, АКМ-4, АКМ-6 и др.

Вспашку после лущения стерни проводят через 10–14 дней при появлении всходов сорных растений, а после обработки гербицидами – через 15–20 дней оборотными плугами для гладкой пахоты (ППО(4+1)-40КЗ, ППО-5-40 и др.) или плугами общего назначения (ПКМ-5-40Р, ПКМ-6-40Р и др.) на глубину пахотного слоя почвы. Весновспашка не допускается.

Культивацию проводят по типу полупара. Используют культиваторы типа КПС-6, КП-8 и др. на глубину 10–12 см.

Весеннюю культивацию необходимо начинать при наступлении физической спелости почвы культиваторы типа КПС-6, КП-9 и др. на глубину 8–10 см.

Предпосевная обработка почвы проводится в день посева на глубину заделки семян на легких супесчаных и легкосуглинистых почвах агрегатами типа АКШ, а на легко- и среднесуглинистых – типа АКП-4, АКП-6 с активными рабочими органами.

При использовании комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатов с активными и пассивными рабочими органами отдельное выполнение предпосевной обработки почвы не требуется.

Удобрение. Лен-долгунец – культура высокочувствительная к пищевому режиму. Высокая требовательность к плодородию почвы объясняется слаборазвитой корневой системой с невысокой усвояющей способностью и коротким вегетационным периодом. Лен плохо использует питательные элементы из труднодоступных соединений почвы.

С 1 т основной продукции с учетом побочной лен выносит 58,1 кг азота, 22,9 кг P_2O_5 , 73,0 кг K_2O , 15,0 кг CaO , 7,8 кг MgO и 16,0 кг SO_4 .

Критические периоды в питании растений по азоту – от фазы «елочка» до бутонизации, фосфору – от всходов до образования 10–12 листьев (до фазы «елочки») и по калию – в первые три недели роста (фаза «елочки»), а также в фазе бутонизации, когда калий необходим растениям для образования семян и волокна.

При недостатке азота рост льна задерживается, образуются короткие и тонкие однокоробчатые растения, не обеспечивается высокий урожай. В то же время избыток азота усиливает образование листьев, при этом стебель затеняется, быстро вытягивается и полегает, так как механические ткани не успевают окрепнуть. Образуется рыхлое непрочное волокно, задерживается созревание семян.

Фосфорное голодание приводит к приостановлению роста стебля, уменьшению его технической длины, снижению урожая семян и прочности волокна.

Недостаточное калийное питание в первые три недели после всходов ослабевает образование волокна, а после бутонизации ухудшает качество и снижает урожай волокна.

К фазе «елочка», когда рост незначителен, растения льна усваивают 16–36 % азота, 6–15 % фосфора и 11–12 % калия от общего потребления этих элементов. К моменту цветения лен усваивает 60–84 % азота, 63–80 % фосфора и 71–90 % калия от общего потребления в зависимости от сортовых особенностей. Максимальное количество элементов питания лен получает в период быстрого роста от конца фазы «елочка» до цветения.

Лен – типичный хлорофоб. Хлор снижает урожай и ухудшает его качество.

При определении доз удобрений под лен возникает ряд специфических трудностей, обусловленных биологическими особенностями этой культуры (невысокая усвояющая способность корневой системы, короткий период их потребления, повышенная чувствительность к концентрации почвенного раствора и недостатку влаги). Лен больше чем другие культуры требует соблюдения доз и правильного соотношения элементов питания, равномерного распределения удобрений по полю.

На почвах, хорошо обеспеченных азотом (содержание гумуса 2 % и более), соотношение между азотом, фосфором и калием должно составлять 1:3:4, а бедных (меньше 1,5 % гумуса) – 1:2:2. Система для льна-долгунца рекомендуется трехчленная: основное (допосевное) внесение удобрений, припосевное в рядки при посеве и подкормка микроэлементами.

Наиболее пригодными и пригодными почвами для возделывания льна являются дерново-подзолистые автоморфные (нормального увлажнения) и временно избыточно увлажненные средне- и легкосуглинистые, связносупесчаные, подстилаемые моренными суглинками и песками, а также рыхлосупесчаные, подстилаемые моренными суглинками ближе 1 м.

Не следует размещать посевы льна на полях мелкоконтурных, крутосклонных и завалуненных.

При подборе почв для посева льна определяющим фактором является показатель кислотности почвы. Для льна оптимальное значение pH_{KCl} находится в узком интервале 5,0–5,6 единиц. При посеве на почвах с pH_{KCl} более 6,0 единиц лен поражается кальциевым хлорозом, в силу чего резко снижаются урожайность и качество волокна.

При уровне pH 5,7–5,8 избыток кальция можно нейтрализовать дополнительным внесением калийных удобрений.

На урожайность льна отрицательно действует также повышенное содержание в почве алюминия. Избыток подвижного алюминия (более 2 мг/кг почвы) вызывает токсикоз, стеблестой изреживается, урожайность снижается. Лен чувствителен к недостатку бора и цинка и особенно на известкованных почвах.

Важнейший фактор, обеспечивающий высокую урожайность и качество льноволокна – сбалансированное питание растений (макро-, и микроэлементами).

Рекомендуемые дозы минеральных удобрений под лен-долгунец приведены в табл. 27.

Максимально допустимой дозой азота при размещении посевов льна после небобовых предшественников является 35 кг/га д. в. Если лен возделывается после зернобобовых и пропашных, по обороту клеверного пласта (зерновые), то дозы азотных удобрений необходимо уменьшить на 10–15 кг/га д. в. Более высокие их дозы приводят к полеганию стеблестоя, усиливают заболеваемость растений, снижают урожай и качество льнопродукции.

В рядки при посеве следует применять 15–20 кг/га д. в. P_2O_5 . Можно использовать комплексные удобрения аммофос и аммонизированный суперфосфат.

Таблица 27. Дозы минеральных удобрений под лен на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных на морене почвах

Удобрения, кг/га д. в.	Содержание P_2O_5 и K_2O , мг/кг почвы	Планируемая урожайность (волокно), ц/га				
		7–9	9–11	11–13	13–15	15–20
Азотные	-	25–30	30–35	30–35	30–35	30–35
Фосфорные	Менее 100	–	–	–	–	–
	101–150	80–90	–	–	–	–
	151–200	70–80	80–90	–	–	–
	201–300	50–60	60–70	80–90	90–100	100–110
	301–400	15–20	15–20	20–30	40–50	50–60
Калийные	Менее 80	–	–	–	–	–
	81–140	110–120	–	–	–	–
	141–200	90–110	110–130	–	–	–
	201–300	70–90	90–110	110–130	140–160	160–180
	301–400	30–40	40–50	40–50	60–70	70–80

В настоящее время разработаны марки комплексных азотно-фосфорно-калийных удобрений, содержащие необходимые макро- и микроэлементы (бор, цинк, железо, и, при необходимости, регуляторы роста растений), в том числе: марка NPK – 6:21:32 с В, Zn, Fe предназначена для почв с низким содержанием фосфора; NPK – 5:16:35 с В, Zn, Fe – для почв со средним и повышенным содержанием фосфора и низким содержанием калия; NPK – 7:15:29 с В, Zn, Fe – для почв с высоким содержанием фосфора и калия. Удобрения рекомендуются для внесения в основную заправку почвы.

Дозы комплексных удобрений на дерново-подзолистых почвах под лен-долгунец рассчитываются по азоту в зависимости от уровня планируемой урожайности и содержания в почве подвижных соединений фосфора и калия (табл. 28).

При отсутствии в хозяйствах комплексных форм удобрений для льна рекомендуется применение стандартных форм удобрений (азотных, фосфорных, калийных).

Таблица 28. Дозы комплексных удобрений под лен-долгунец на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных на морене почвах

Комплексные удобрения	Содержание P_2O_5 и K_2O , мг/кг почвы	Планируемый урожай (волокно), ц/га			
		7–9	10–12	13–15	>16
		Дозы удобрений, кг/га			
$N_6P_{21}K_{32}$ с 0,22% (B), 0,30% (Zn) и 0,2% (Fe)	P_2O_5 101–250 K_2O 200–400	<u>250*</u> $N_{15}P_{53}K_{80}$	<u>330</u> $N_{20}P_{70}K_{10}$ 5	<u>400</u> $N_{24}P_{84}K_{12}$ 8	<u>500</u> $N_{30}P_{105}K_{160}$
$N_5P_{16}K_{35}$ с 0,17% (B), 0,26% (Zn) и 0,2% (Fe)	P_2O_5 250–400 K_2O 140–200	<u>300*</u> $N_{15}P_{48}K_{10}$ 5**	<u>400</u> $N_{20}P_{64}K_{14}$ 0	<u>500</u> $N_{25}P_{80}K_{17}$ 5	<u>600</u> $N_{30}P_{96}K_{210}$

* Физический вес удобрения на 1 га, кг;

** доза внесения на 1 га действующего вещества, кг.

Технологические схемы применения удобрений под лен приводятся в табл. 29.

В зависимости от степени кислотности почв рекомендуются три варианта системы удобрения льна-долгунца, которые обеспечивают максимальное снижение поражаемости растений кальциевым хлорозом.

Таблица 29. Технологическая схема применения макро- и микроудобрений при выращивании льна-долгунца (урожайность льноволокна 10–12 ц/га)

Дозы удобрений	Формы удобрений	Сроки применения
pH 5,5–5,6		
$N_{20-30}P_{60-90}K_{90-120}$	Комплексное удобрение марки 5-16-35 или 6-21-32 или аммофос и хлористый калий	До посева
$B_{30-75}Zn_{46-92}$	Адоб-Бор, Адоб-Цинк Или МикроСтим-бор, МикроСтим-Цинк	<u>Некорневая подкормка:</u> В фазе всходы-начало фазы «елочка» (до высоты растений 4–5 см) в баковой смеси с инсектицидом против льняной блошки. Расход рабочего раствора 200 л/га.
pH 5,7–5,9		
$N_{20-30}P_{60-90}K_{150-180}$	Комплексное удобрение марки 5-16-35 или 6-21-32 или аммофос и хлористый калий	До посева
$B_{30-75}Zn_{46-92}$	Адоб-Бор, Адоб-Цинк Или МикроСтим-бор, МикроСтим-Цинк	<u>Некорневая подкормка:</u> В фазе всходы – начало фазы «елочка» (до высоты растений 4–5 см) в баковой смеси с инсектицидом против льняной блошки. Расход рабочего раствора – 200 л/га
pH 6,0–6,2		
$N_{20-30}P_{60-90}K_{180-210}$	Комплексное удобрение марки 5-16-35 или 6-21-32 или аммофос и хлористый калий	До посева
$B_{30-75}Zn_{46-92}$	Адоб-Бор, Адоб-Цинк Или МикроСтим-бор, МикроСтим-Цинк	<u>Некорневые подкормки:</u> 1-я – в фазе всходы-начало фазы «елочка» (до высоты растений 4–5 см) в баковой смеси с инсектицидом против льняной блошки; 2-я – через 7–10 дней после первой. Расход рабочего раствора – 200 л/га

Для внесения твердых комплексных азотно-фосфорно-калийных удобрений под лен применяют штанговые машины РШУ-12, СУ-12, МТТ-4Ш, или центробежные машины РДУ-1,5, РУ-2000, «Alfa», «Rauch», которые обеспечивают равномерное внесение удобрений.

Из **микроэлементов** для льна наиболее важны бор и цинк. Лучшим способом их применения являются некорневые подкормки в фазе «елочки» – 150 г/га д. в. бора и 250 г/га д. в. цинка (можно совмещать с химической прополкой посевов).

Подготовка семян к посеву и посев. Посев льна ведут элитными (ЭС) или репродукционными (РС₁₋₃) семенами высоких посевных кондиций с чистотой не менее 97–98 %, имеющих всхожесть не ниже 80–90 %, общей зараженностью возбудителями болезней не более 10–20 % в зависимости от категории семян по этапам семеноводства.

Для повышения посевных качеств семян применяют основную, а в случае необходимости дополнительную очистку. Основную очистку семян проводят после уборки перед засыпкой на хранение машинами МЗУ-40, ОС-4,5, ОС-4,5А, МВ-2,5, СМ-4, К531/1 «Петкус-Гигант», К-522. Для очистки семян льна от трудноотделяемых семян сорных растений, особенно плевела льняного, используют семяочистительную установку СОМ-300, а также электромагнитные машины ЭМС-1А и СМШ-0,4 с предварительной обработкой семян магнитным порошком – трифолином.

Для обеззараживания семена за две-три недели до посева протравливают одним из следующих протравителей: витавакс 200 ФФ, 34 % в.с.к. (1,5–2 л/т); винцит, КС (1,5–2, л/т); раксил ТМ, гель (5 кг/т); раксил ультра, КС (0,2–2 л/т); фенорам супер 70 % с.п. (2 кг/т); максим, КС (2 л/т); круйзер рапс, СК (1–1,2 л/т). При этом целесообразно использовать метод инкрустации. Для усиления защитного эффекта протравителей к ним, особенно при повышенной зараженности бактериозом и другими болезнями, рекомендуется добавлять микроэлементы: борную кислоту (17 %) – 125–250 г/ц, молибденово-кислый аммоний (52 % – 200 г/ц) и сернокислый цинк (22,7 %) – 20–350 г/ц. Инкрустация семян снижает поражение посевов льна болезнями в 2–3 раза и повышает их урожайность на 15–25 %.

Для протравливания семян льна применяют машины ПС-10, ПСШ-5, «Мобитокс супер», «Агрانو».

Посев. Сроки сева льна выбирают с таким расчетом, чтобы получить дружные всходы и заданную густоту. Лен ранних сроков сева раньше созревает, уборка урожая и приготовление тресты проходят в лучших условиях, что способствует повышению урожая и качеству льнопродукции. При запаздывании с посевом лен в большей мере поражается болезнями, особенно ржавчиной, и более склонен к полеганию, что в конечном итоге приводит к снижению урожая и его качества.

Оптимальные сроки посева льна наступают при достижении почвой на глубине 5–10 см температур 7–8 °С и влажности 50–60 % от полной влагоемкости. Посев необходимо провести в сжатые сроки, за 4–5 дней. На легких супесчаных почвах лен следует сеять раньше, чем на более связных суглинистых и глинистых.

Высокий урожай льна с хорошим качеством волокна можно получить только при оптимальной густоте стеблестоя, которая определяется нормой высева. Установлено, что нормы высева льна-долгунца следует дифференцировать в зависимости от плодородия почвы, доз удобрений, устойчивости сорта к полеганию. При посеве на хорошо окультуренных почвах норма высева семян составляет – 18–20 млн., среднеокультуренных – 20–22 млн. всхожих семян на 1 га. Указанные нормы высева обеспечивают оптимальную густоту стеблестоя к моменту уборки – 1700–1800 растений на 1 м² и надежную устойчивость его к полеганию.

Для установления весовой нормы высева по количеству хозяйственно годных семян пользуются следующей формулой:

$$X = \frac{A \cdot B \cdot 100}{B},$$

где X – норма высева семян, кг/га;

A – число высеваемых семян, млн.шт./га;

B – масса 1000 семян, г;

B – посевная годность семян, %.

Посевная годность определяется по формуле:

$$B = \frac{C \cdot T}{100},$$

где C – лабораторная всхожесть семян, %;

T – чистота семян, %.

Глубина заделки семян на суглинистых почвах составляет 1,0–2,0 см, а на супесчаных – 2,0–3,0 см. Способ посева узкорядный с шириной междурядий 7,5 см. Обычно используют специальные льняные сеялки СЗЛ-3,6, которые для полноты заделки семян оборудуются легкими прутковыми каточками. Высокое качество сева обеспечивают сеялки СПУЛ-4; СПУ-6МЛ; Амазоне Д-303 «Лемкен»; АПП-3АЛ; АПП-3АБ-АА. Обязательным агротехническим приемом является применение технологической колеи.

Уход за посевами льна-долгунца включает своевременное разрушение почвенной корки, борьбу с сорняками, вредителями и болезнями. Корка образуется обычно на глинистых почвах при обильном выпадении осадков в период от посева до появления всходов и установившейся в этот период жаркой сухой погоды. Почвенная корка способствует усиленному испарению почвенной влаги, препятствует доступу кислорода к семенам, затрудняет выход проростков льна на поверхность. Для ее разрушения применяют легкую зубовую борону ЗБП-0,6 А или сетчатую борону БСО-4А, пуская их поперек прохода посевного агрегата. Если семена еще не проросли, почвенную корку можно разрушить кольчатыми катками или ротационными матыгами.

Система мероприятий по химической защите льна-долгунца

На полях, предназначенных для посева льна-долгунца, после уборки ранубираемого предшественника против вегетирующих многолетних сорняков (бодяк полевой, осот желтый, пырей ползучий и др.) рекомендуется опрыскивание гербицидами: радуга, ВР (4–6 л/га); раундап, ВР (4–6 л/га); торнадо, ВР (4–6 л/га). Зяблевая вспашка проводится не ранее, чем через 15 дней после обработки.

Своевременное протравливание семян обеспечивает защиту растений от заболеваний и фитофагов. Для защиты от комплекса болезней и вредителей всходов (льняные блошки) проводится протравливание семян с инкрустацией препаратами: фунгицидного действия – витавакс 200 ФФ, 34 % в.с.к. (1,5–2 л/т); ламадор, КС (0,15 л/т); тебу 60, МЭ (0,4–0,5 л/т); ТМТД, ВСК (3–5 л/т); инсектицидного действия – имидор Про, КС (2,5 л/т); табу, ВСК (1 л/т); инсекто-фунгицидного действия – круйзер рапс, СК (1–1,2 л/т).

Для борьбы с однолетними двудольными сорняками проводится опрыскивание почвы после посева до всходов льна-долгунца препаратом каллисто, КС (0,2–0,3 л/га).

В фазе начало всходов против льняных блошек проводится краевая обработка полей шириной 30–50 м препаратами: децис профи, ВДГ (0,03 кг/га); каратэ зеон, МСК (0,1–0,15 л/га); фаскорд, КЭ (0,1 л/га).

Для снижения поражения растений льна возбудителями таких болезней, как антракноз, фузариоз, пасмо, в фазе «елочки» проводится опрыскивание фунгицидами: амистар экстра, СК (0,5 л/га); азофос модифицированный, 50 % к.с. (4 л/га); рекс дуо, КС (0,6 л/га); феразим, КС (1 л/га).

Контроль над однолетними двудольными сорняками осуществляется при обработке посевов при высоте растений 3–10 см следующими препаратами: агритокс, в.к. (0,7–1,2 л/га); гербитокс, ВРК (0,7–1,2 л/га). Против однолетних двудольных сорняков, в т. ч. устойчивых к 2М-4Х, рекомендованы базагран, 480 г/л в.р. (3–4 л/га); хармони, 75 % с.т.с. (10–25 г/га); хармони, 10–15 г/га + агритокс, 0,7 л/га.

При опрыскивании посевов в фазе «елочки» культуры (против мари белой в фазе не более 2-х настоящих листьев сорняка) гербицидами секатор турбо, МД (0,05–0,1 л/га);

магнум, ВДГ (8–10 г/га); пикадор, ВДГ (15–20 г/га) уничтожаются однолетние двудольные сорняки, в т. ч. устойчивые к 2М-4Х и некоторые многолетние двудольные.

При произрастании в посевах видов осота возможна обработка посевов в фазе розетки сорняков гербицидами агрон, ВР (0,3 л/га); лонтрел 300, ВР (0,1–0,3 л/га).

Для контроля однолетних и многолетних злаковых сорняков проводится опрыскивание посевов в фазе 2–6 листьев у однолетних сорняков и при высоте пырея ползучего 10–15 см следующими гербицидами: арамо 45, к.э. (1,5–2 л/га); миура, КЭ (0,4–1 л/га); фюзилад форте, КЭ (0,75–2 л/га).

В фазе бутонизации против льняной плодоярки, совки-гамма, льняного трипса при достижении ЭПВ проводится опрыскивание посевов: БИ-58 новый, 400 г/л к.э. (0,5–1 л/га); данадим эксперт, КЭ (0,5–0,9 л/га); новактин, ВЭ (0,5–1 л/га).

За 10–14 дней до уборки проводится предуборочная десикация растений в фазе ранней желтой спелости семян при побурении 85 % головок препаратами: глисол евро, ВР (2–3 л/га); радуга, ВР (2–3 л/га); реглон супер, ВР (1 л/га).

В период хранения в складских помещениях производится раскладка отравленных приманок против грызунов (домовая мышь, серая и черная крысы): шторм, восковые брикеты (0,3–2,0 брикета в каждый приманочный ящик).

Уборку льна-долгунца следует начинать в фазе ранней желтой спелости и заканчивать не позднее желтой спелости (этот период длится 8–12 дней). При определении сроков уборки необходимо наряду со спелостью льна учитывать и степень полегания. Чтобы не допускать подгнивания стеблей полегло льна, его следует убирать раньше.

В зависимости от условий применяют комбайновую, сноповую и отдельную уборку льна. В нашей республике в настоящее время применяются однофазная (комбайновая), сноповая и частично однофазно-рулонная уборка льна.

Для комбайновой уборки льна необходимо подготовить поле: отметить вешками препятствия (камни, ямы, кусты и др.), разбить на загоны площадью 5–10 га с предварительной подготовкой проходов шириной 6 м и поворотных полос в конце загона шириной 12 м.

Теребить лен необходимо гоновым способом с прямолинейным движением льнокомбайна. Это позволяет снизить потери урожая, обеспечить эффективную работу комбайнов и других машин.

Если в хозяйстве имеется несколько сортов льна с различными сроками созревания и репродукциями, во избежание их механического засорения необходимо тщательно очищать льнокомбайны после уборки, обмолота и очистки семян при переходе на уборку другого сорта.

Для уборки льна применяют комбайны марки ЛК-4А (ЛК-4Т), ГЛК-1,5 которые агрегируются с тракторами МТЗ различных модификации или самоходный комбайн КЛС-3,5. Льнокомбайнами проводят: теребление льна, очесывание семенных коробочек, растил соломы в ленту на льнище, сбор вороха в тракторный прицеп, 2ПТС-4.

Участки льна, полегшего в одном направлении, следует убирать против полеглости или под углом к ней, проезжая в холостую по той стороне участка, где направление полеглости совпадает с направлением движения агрегата.

Сильно полегший и спутанный лен рекомендуется убирать комбайном с отключенным очесывающим барабаном. Полегший лен теребят на пониженных скоростях движения и при повышенных оборотах вала отбора мощности трактора.

Уборка льностресты. Для ускорения процесса вылежки льносоломы, получения однородного цвета тресты и степени вылежки, разостланные ленты необходимо, в зависимости от погодных условий, периодически (до 3 раз) оборачивать.

Первое оборачивание лент проводят на 6–10 день после теребления, когда отделяемость волокна от древесины у стеблей верхнего слоя составляет 2,3–2,5 единиц.

Второе оборачивание проводят в случае выпадения осадков и уплотнения разостланных лент. Это способствует лучшей аэрации стеблей и удалению избыточной влажности.

Непосредственно перед подъемом лент тресты с целью ускорения вылежки нижнего слоя и улучшения качества подъема оборачивание лент проводят в третий раз.

Оборачивание лент осуществляется навесными оборачивателями ОЛБ-1, ОЛ- 1 и ОД-1, агрегатируемые с трактором класса 6 к Н (Т-25, Т-25А).

Когда разостланная лента сильно уплотнена и начинает прорастать сорняками в нижнем ее слое создается повышенная влажность и затрудняется воздухообмен. Поэтому перед оборачиванием лент целесообразно провести вспушивание их агрегатами ВЛ-1, ВЛ-2, ВЛ-3 или вспушивателем – порциобразователем ВПН-1. Ворошение льнотресты перед прессованием в рулоны снижает засоренность льносырья.

Для уборки тресты в рулоны может быть использовано льносырье с засоренностью не более 10 % и влажностью 23 %. Ленты должны быть сплошными, прямолинейными, без перекосов стеблей, с горстевой длиной не менее 60 см и растянутостью стеблей не более 1,2.

Для прессования льнотресты в рулоны используют рулонные прессподборщики ПРП-1,6 с приспособлением ПРЛ-1 для уборки льна, ПРФ-145, ПРФ-110Л, ПРЛ-150.

Подбор рулонов, погрузка их в транспортные средства, а также разгрузка и укладка рулонов льносолумы в штабель в местах хранения осуществляется фронтальным погрузчиком ПФ-05 с приспособлением ППЛ-05.

Тема 9. Структура урожая основных полевых культур.

Анализ и синтез структуры урожайности зерновых культур

Определение биологической урожайности зерна производится по формуле, предложенной профессором М.С. Савицким:

$$Y = \frac{(P \times K) \times (3 \times M)}{10\,000},$$

где Y – урожайность, ц/га;

P – количество растений к уборке, шт/м²;

K – продуктивная кустистость (для кукурузы – количество початков, шт/растение);

3 – среднее число зерен в колосе (метелке, початке), шт.;

M – масса 1000 зерен, г;

10000 – число для перевода урожайности в ц/га.

Указанная структурная формула урожайности используется как методологический инструмент для анализа и синтеза урожая.

Анализ урожайности дает возможность установить количественные характеристики элементов продуктивности при оценке фактического урожая.

Синтез урожайности, используя оптимальные сочетания и количественные характеристики элементов продуктивности, служит для ее моделирования. Например, при известных параметрах продуктивной кустистости (K), озерненности соцветий (3), массы 1000 зерен (M) и учете уровня планируемой урожайности (Y) из структурной формулы урожайности можно определить количество растений (P), которое необходимо иметь к уборке:

$$P = \frac{Y \times 10000}{K \times 3 \times M},$$

а затем рассчитать необходимую весовую норму посева по следующей формуле:

$$H_B = \frac{P \times A \times 100}{V_{об} \times ПГ},$$

где А – масса 1000 семян, г;

ПГ – посевная годность семян, %;

$V_{об}$ – общая выживаемость, %.

$$V_{об. (оз)} = \frac{V_{п} \times Пз \times Сх}{10000},$$

где $V_{об(оз)}$ – общая выживаемость озимых культур, %;

$V_{п}$ – полевая всхожесть, %;

Пз – перезимовка, %;

Сх – сохраняемость перезимовавших растений, %.

$$V_{об(яр)} = \frac{V_{п} \times Сх}{100},$$

где Сх – сохраняемость всходов, %.

$$ПГ = \frac{V_{л} \times Ч}{100},$$

где ПГ – посевная годность, %;

$V_{л}$ – лабораторная всхожесть, %;

Ч – чистота семян, %.

Биологическую урожайность семян зернобобовых можно рассчитать по формуле

$$Y = \frac{P \times Б \times С \times М}{10000},$$

где Y – урожайность семян, ц/га;

P – количество растений к уборке, шт/м²;

Б – количество бобов на растении, шт.;

С – количество семян в бобе, шт.;

М – масса 1000 семян, г.

Биологическую урожайность льносоломы можно определить по формуле

$$Y = \frac{P \times B_{1C}}{10},$$

где Y – урожайность, ц/га;

P – количество растений к уборке, шт/м²;

B_{1C} – вес одной соломинки, г.

Биологическую урожайность льносемян – по формуле

$$y = \frac{P \times K \times C \times M}{10000},$$

где P – количество растений к уборке, шт/м²;

K – количество коробочек на растении, шт.;

C – количество семян в коробочке, шт.;

M – масса 1000 семян, г.

Биологическую урожайность семян рапса можно определить по формуле

$$y = \frac{P \times C_T \times C \times M}{10000},$$

где Y – урожайность, ц/га;

P – количество растений к уборке, шт/м²;

C_T – количество стручков на растении, шт.;

C – количество семян в стручке, шт.;

M – масса 1000 семян в урожае, г.

Биологическая урожайность рассчитывается по формуле

$$Y_6 = \frac{P [(K_{кр} \times B_{кр}) + (K_{ср} \times B_{ср}) + (K_m \times B_m)]}{100},$$

где Y₆ – биологическая урожайность клубней, ц/га;

P – количество растений (кустов), шт/10 м² или тыс. шт/га;

K – количество клубней (крупные, средние, мелкие)

B – масса одного клубня (крупного, среднего, мелкого);

100 – коэффициент перевода в ц/га.

Биологическая урожайность корнеплодов определяется по формуле

$$y = \frac{P \times B_{1к}}{100},$$

где Y – урожайность, ц/га;

P – количество растений к уборке, шт/10 м² или тыс. шт/га;

B_{1к} – вес одного корнеплода, г.

При известном количестве семян, высеваемых на 1 м ряда, весовую норму посева свеклы легко определить по формуле

$$H_b = \frac{B \times K \times A}{1000},$$

где H_b – норма посева, кг/га;

B – количество семян, высеваемых на 1 м ряда, шт.;

K – коэффициент, величина которого зависит от ширины междурядий. При 70 см K = 14,3; при 60 см – 16,7; при 45 см – 22,2;

A – масса 1000 семян, г.