

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

Е.Н. Белоусова

СИСТЕМА ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

Рекомендовано учебно-методическим советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет» для внутривузовского использования в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлению подготовки 44.03.04 «Профессиональное обучение (по отраслям)»

Электронное издание

Красноярск 2023

ББК 35.32я73

Б 43

Рецензенты:

А.А. Шпедт, д-р с.-х. наук, директор ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, член-корреспондент РАН

Е.В. Лозневая, канд. биол. наук, консультант отдела развития растениеводства Министерства сельского хозяйства и торговли Красноярского края

Б 43 **Белоусова, Е.Н.**

Система применения удобрений [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Е.Н. Белоусова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2023. – 134 с.

В учебном пособии отражено содержание основных разделов и методических подходов при разработке системы применения органических и минеральных удобрений в севооборотах. Приводится перечень заданий для выполнения курсовой работы. В приложениях даны вспомогательные материалы для расчета уровня планируемой урожайности, выноса питательных веществ с растениеводческой продукцией, оценки обеспеченности почв элементами питания, расчета агроэкономической и энергетической эффективности применения удобрений.

Предназначено для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 44.03.04 «Профессиональное обучение (по отраслям)», направленность (профиль) «Агрономия».

ББК 35.32я73

© Белоусова Е.Н., 2023

© ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|-----|
| ВВЕДЕНИЕ | 4 |
| 1. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ СИСТЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ | 6 |
| 2. СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ ГЛАВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ..... | 12 |
| 3. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПОЛНЕНИЮ ОСНОВНЫХ ГЛАВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ..... | 14 |
| 3.1. Агрохимическая характеристика почвы севооборота..... | 14 |
| 3.2. Определение продуктивности севооборота | 17 |
| 3.3. Накопление, использование органических удобрений и технология их внесения..... | 19 |
| 3.4. Определение потребности культур севооборота в минеральных удобрениях по выносу питательных веществ с поправкой на обеспеченность | 24 |
| 3.4.1. Расчет потребности севооборота в азоте | 24 |
| 3.4.2. Расчет потребности севооборота в фосфоре | 26 |
| 3.4.3. Расчет потребности севооборота в калии..... | 27 |
| 3.5. Рациональное распределение удобрений в севообороте и расчет потребности в туках..... | 28 |
| 3.6. Агрохимическое обоснование системы удобрения севооборота и отдельных культур | 32 |
| 3.6.1. Биологические особенности основных сельскохозяйственных культур в связи с их питанием и применением удобрений..... | 32 |
| 3.6.2. Приемы внесения удобрений..... | 46 |
| 3.6.3. Технология применения минеральных удобрений | 59 |
| 3.6.4. Технология внесения жидких удобрений..... | 65 |
| 3.6.5. Расчет емкости склада для удобрений севооборота..... | 68 |
| 3.7. Определение эффективности применения удобрений в севообороте | 69 |
| 3.7.1. Оценка агрономической эффективности..... | 69 |
| 3.7.2. Оценка экономической эффективности | 70 |
| 3.7.3. Оценка энергетической эффективности | 71 |
| 4. ЗАДАНИЯ ДЛЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ | 73 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 114 |
| ЛИТЕРАТУРА | 116 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ | 120 |

Только изучив законы о жизни, только подметив или выпытав у самого растения, какими путями оно достигло своих целей, мы в состоянии направлять его деятельность к своей выгоде, вынудив его давать возможно более продуктов возможно лучшего качества.

К.А. Тимирязев, 1949

ВВЕДЕНИЕ

Еще Д.И. Менделеев писал: «Необходимость удобрения земли нужно признать делом решенным. Вопрос об удобрении приобретает интерес самый существенный оттого, что он тесно связан с вопросом о пище, а, следовательно, и о довольстве самым необходимым для людей». Химизация оказывает большое влияние на продуктивность земледелия. Каждый четвертый житель планеты кормится за счет средств химизации. Поэтому в обозримом будущем альтернативы удобрениям нет. Применение даже умеренных доз удобрений (40 кг/га) способствует повышению адаптации растений к стрессовым факторам, более эффективному использованию запасов почвенной влаги и осадков, стабилизирует во времени урожайность полевых культур на достаточно высоком уровне [Сорокина, 2015].

В современных условиях принципиальные положения системы удобрения, не потеряв смыслового содержания, претерпевают значительные изменения в форме их реализации. По мнению В.И. Титовой (2021), в настоящее время меняются лишь подходы к решению задач обеспечения растений достаточным количеством пищи, постоянно идут процессы усовершенствования «рациона питания» культур за счет введения в технологии возделывания растений все новых и новых веществ, элементов и форм их содержания. Использование агрохимикатов и средств защиты растений от вредителей, болезней и сорняков (пестицидов) – это тоже вопросы химизации земледелия. Без понимания особенностей их взаимодействия в процессе совместного использования, как в баковой смеси, так и в зоне расположения корневой системы или на листе при некорневом их внесении, разработать безопасную как для растения, так и для окружающей среды технологию их применения невозможно. Следует наконец-то признать, что накормить растения только за счет почвенных запасов (чаще всего они невысоки и исчерпаемы) и/или внесения в почву

органосодержащих отходов современного животноводства, равно как и получить экологически безопасную, сбалансированную по качеству продукцию, практически невозможно. В связи с этим использование в сельскохозяйственном производстве минеральных удобрений становится неизбежным, а масштабное развитие растениеводческой отрасли сельскохозяйственного производства без химических технологий невозможным. В конечном итоге урожайность культур и безопасность сельскохозяйственной продукции будут определяться грамотным использованием как органических и минеральных удобрений, так и средств защиты культурных растений от вредителей, болезней и сорняков. Главное в современном подходе к использованию химических технологий в сельскохозяйственной отрасли АПК – знание предмета, нормирование в применении и контроль качества исполнения. Эти задачи стоят перед студентами.

Д.Н. Прянишников писал, что химизацию земледелия надо начинать с химизации агрономов!

Проектирование системы применения удобрений в севообороте формирует у обучающихся умения использовать полученные теоретические знания при решении практических задач в химизации земледелия.

При выполнении курсовой работы студенты приобретают навыки самостоятельной работы по разработке системы удобрения в севообороте. В результате ее выполнения обучающиеся должны овладеть:

- методами научного обоснования применения удобрений;
- приемами разработки рациональной системы удобрения в севообороте с учетом агроклиматических ресурсов, плодородия почвы, биологических особенностей культур, предшественников;
- квалифицированно проанализировать запланированные мероприятия по внесению органических, минеральных удобрений и химических мелиорантов;
- доказать эффективность применяемых мероприятий.

Важным элементом курсовой работы для студентов обозначенного направления подготовки является необходимость выбора и аргументации образовательных технологий, которые могут быть использованы при реализации данного материала для будущих педагогов агрономического профиля.

1. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ СИСТЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

Важное условие рационального использования удобрений – разработка и освоение системы удобрений.

Система удобрения – обязательное и экономически наиболее эффективное звено адаптивно-ландшафтной системы земледелия в каждом почвенно-климатическом регионе. Это комплекс агрономических, экономических и организационных мероприятий по рациональному применению органических и минеральных удобрений, химических мелиорантов, обеспечивающих получение планируемого урожая сельскохозяйственных культур высокого качества, сохранение или повышение плодородия почвы, повышение производительности труда, снижение энергозатрат и себестоимости и формирование экологически безопасных агроэкосистем.

Система удобрения должна разрабатываться с учетом местных условий и в полной мере отражать современные достижения науки. Она должна совершенствоваться и корректироваться в зависимости от изменения плодородия почв, имеющихся средств химизации, внедрения высокоурожайных сортов и технологических приемов, а также требований охраны окружающей среды.

Система применения удобрений выполняет две основные функции:

- 1) агроэкономически и экологически обоснованное повышение продуктивности возделываемых культур и улучшение качества растениеводческой продукции;
- 2) предотвращение деградации агроландшафта и обеспечение расширенного воспроизводства плодородия почвы.

По видам применяемых удобрений выделяют следующие типы системы удобрений.

1. *Минеральная система удобрения* основана на применении только минеральных удобрений. Данная система обеспечивает максимальный выход продукции за счет азотных удобрений. Использование удобрений сравнимо с паровым предшественником. Прибавка зерна составляет 8-11 ц/га. Фосфорно-калийные удобрения без азота не дают прибавки урожайности. Фосфорные удобрения становятся эффективными на фоне высокой обеспеченности почвы азотом или пара. Прибавки зерна составляют 2-3 ц/га. Минеральная система

удобрений обеспечивает наибольшую рентабельность производства, порядка 80-350 % (так как нет затрат на внесение навоза). Плодородие почвы либо стабилизируется, либо несколько снижается за счет усиления дегумификации под влиянием азотных удобрений.

2. *Органическая (навозная и сидеральная)* система удобрения основана на утилизации и применении органических и зеленых удобрений. Прибавка зерна составляет 1,5-2,0 ц/га. Наибольшую прибавку урожая обеспечивают силосные культуры. За счет значительных затрат на внесение органических удобрений экономическая эффективность данной системы невысокая. Почвенное плодородие, как правило, повышается.

3. *Органоминеральная (комплексная)* система основана на сочетании органических и минеральных удобрений. Данная система обеспечивает самые высокие прибавки зерна, порядка 9,7-12,5 ц/га, но при этом окупаемость удобрений снижается в 2-3 раза за счет затрат на внесение органических удобрений. Данная система позволяет стабилизировать почвенное плодородие и даже несколько повысить его. Органоминеральная система позволяет получать наиболее высокую по качеству сельскохозяйственную продукцию.

Различают систему удобрения хозяйства, севооборота и систему удобрения отдельной культуры.

Система удобрения в хозяйстве представляет собой генеральную схему организационно-хозяйственных мероприятий по рациональному и эффективному применению удобрений, которая конкретизируется в системе удобрения севооборотов и в годовых планах применения удобрений.

Система удобрения в хозяйстве рассчитывается на длительный период и учитывает множество факторов и условий.

Система удобрения хозяйства включает четыре основных звена:

- 1) накопление, приобретение, хранение и учет удобрений;
- 2) рациональное распределение удобрений по объектам использования;
- 3) подготовка, транспортировка и внесение удобрений;
- 4) контроль над действием удобрений и учет их эффективности.

Необходимо ежегодно составлять годовые планы применения удобрений в хозяйстве. Они служат документальной основой для практического проведения всех работ по применению органических и минеральных удобрений, согласно годовому плану рассчитывают по-

требность в удобрениях по срокам применения, разрабатывают технологию их внесения и принимают организационные решения.

При разработке системы удобрения хозяйства учитывают следующие условия.

1. Организационно-экономические условия. Система землеустройства. Наличие в хозяйстве агрохимического обслуживания. Ресурсы для приобретения и накопления удобрений. Складские помещения. Средства механизации по подготовке и внесению удобрений. Близость баз агропромхимии и транспортных магистралей. Ответственные лица за химизацию в хозяйстве.

2. Почвенно-климатические условия. Сведения о почвах и почвенном плодородии. Почвенные карты и картограммы. Оценка климатических условий хозяйства ($\sum t > 10^\circ \text{C}$, \sum осадков, ГТК и т.д.).

3. Агротехнические условия заключаются в том, что каждый прием, связанный с применением удобрений, должен совпадать с одним из агротехнических приемов при возделывании сельскохозяйственных культур. Оказывают влияние площади питания растений, т.е. оптимальное обеспечение растений элементами питания. Поэтому следует использовать оптимальные сроки посева и посадки сельскохозяйственных культур, нормы высева семян, уход за посевами.

4. Следующее условие – это сорта сельскохозяйственных культур. Они неодинаково отзываются на удобрения. Важна цель возделывания полевых культур (на зеленую массу, семена, технические цели).

5. Одно из решающих условий применения удобрений – севооборот. Севооборот влияет на последствие удобрений, накопление питательных веществ, более экономное расходование влаги, борьбу с вредителями и болезнями.

6. Мелиоративные условия. Известкование кислых почв, гипсование солонцов. Орошение. Осушение. Лесомелиорация, в частности полезное лесоразведение. Следует помнить, что орошение предполагает использование более высоких норм удобрений. При этом проявляется ведущая роль азотных удобрений. При орошении необходимо внесение доз удобрений в несколько приемов. Обнаруживается эффективность амидных и аммонийных удобрений. Необходимо вносить органические удобрения. При осушении необходимо применение повышенных доз органических, известковых, калийных и фосфорных удобрений, а также микроудобрений, особенно медных.

Система удобрения севооборота – это многолетний план распределения различных удобрительных средств (органических, минеральных, извести, гипса, бактериальных препаратов) между культурами севооборота, обеспечивающий заданную продуктивность и расширенное воспроизводство плодородия почв.

Разработка системы удобрения в севообороте состоит из трех этапов. На первом устанавливают общую потребность культур в удобрениях. Для этого необходимо знать:

1) планируемые уровни продуктивности севооборота в зависимости от комплекса агротехнических, агроклиматических условий и планируемой урожайности культур;

2) нормативные показатели выноса питательных веществ единицей урожая основной продукции с учетом побочной;

3) оптимальные параметры плодородия почв хозяйства;

4) показатели баланса питательных веществ, обеспечивающих плановую продуктивность севооборота и расширенное воспроизводство плодородия почв;

5) дозы органических удобрений, обеспечивающих бездефицитный баланс гумуса в севообороте;

6) коэффициенты использования питательных веществ из почвы и удобрений.

На втором этапе, исходя из рассчитанной потребности в удобрениях, их распределяют между культурами севооборота при чередовании, затем определяют технологию и приемы внесения.

Третьим этапом является оценка эффективности системы удобрения. Для расчета агроэкономической результативности системы удобрения применяют три метода. Рассчитывают агрономическую, экономическую и биоэнергетическую эффективность системы удобрения.

Система удобрения отдельной сельскохозяйственной культуры – это определение потребности культуры в удобрениях, установление срока и способа внесения удобрений, расчет оплаты удобрений прибавкой урожая.

Разработка системы удобрения отдельной полевой культуры проводится по результатам комплексной и интегрированной диагностики. Это достигается совмещением информации о содержании питательных элементов в почве по агрохимическим картограммам и

экспресс-анализам с данными растительной диагностики. Поэтому агрохимическая диагностика – это определение степени обеспеченности растений питательными элементами.

Комплексная диагностика – это единый метод, включающий почвенную и растительную диагностику.

Почвенная диагностика позволяет контролировать условия выращивания растений (обеспеченность нитратным азотом, подвижным фосфором, обменным калием, микроэлементами).

Разнокачественность почв по содержанию фосфора и калия воспроизведена на агрохимических картограммах, составленных агрохимслужбой края для всех хозяйств. Нитратный азот в почве необходимо определять ежегодно.

Почвенная диагностика позволяет рассчитывать дозы основного внесения удобрений, которые необходимы для формирования величины урожая.

Растительная диагностика позволяет контролировать и корректировать питание растений в процессе вегетации. По результатам растительной диагностики рассчитывают дозы удобрений, необходимые для подкормок растений, от которых зависит качество урожая.

Различают визуальную и химическую растительную диагностику. Визуальная диагностика питания растений основывается на учете изменения ряда внешних признаков, их состояния в течение вегетации в каждый контролируемый срок вследствие нарушения питания: изменение окраски листьев, их формы, появление характерных пятен или полос бледной окраски, отмирание некоторых частей растений, изменение всего габитуса растений.

Химические анализы проб растений (валовые – после озоления растений, анализ вытяжек из растений, экспресс-анализ на срезах или в капле сока растений) составляют методы химической диагностики.

Наиболее точные результаты дает и потому широко применяется в практике сельского хозяйства химическая растительная диагностика. Она подразделяется на тканевую и листовую. Наиболее быстрым методом является тканевая диагностика. Она заключается в качественно-количественном определении различных элементов по реакциям со специально подобранными реактивами на срезах или на соке свежих растений.

Листовая диагностика основана на количественном определении тех или иных элементов при анализе целого растения или отдельной его части химическим путем. Листовой анализ дает возможность обнаружить недостаток питательных веществ раньше, чем на листьях растений появляются симптомы «голодания».

В практике земледелия существуют различные методы определения доз минеральных удобрений. Их можно объединить в две большие группы: полевые методы по непосредственным результатам опытов и балансовые расчетные методы.

Проблема определения рациональных доз удобрений под сельскохозяйственные культуры не имеет окончательного научного разрешения. Отсутствие надежных долгосрочных прогнозов погоды делает невозможным точное определение дозы удобрений под урожаем текущего года.

2. СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ ГЛАВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Структура и содержание разделов

Введение

1. Общие сведения о хозяйстве

2. Агрохимическая характеристика почвы севооборота

3. Определение продуктивности севооборота

4. Накопление, использование органических удобрений и технология их внесения

5. Определение потребности культур и расчет доз минеральных удобрений

6. Рациональное распределение удобрений в севообороте и расчет потребности в туках

6.1. Агрохимическое обоснование системы удобрения севооборота и отдельных культур

6.2. Биологические особенности основных сельскохозяйственных культур в связи с их питанием и применением удобрений

6.3. Приемы внесения удобрений

6.4. Расчет емкости склада для удобрений севооборота

7. Определение эффективности применения удобрений в севообороте

Заключение

Литература

Общий объем курсовой работы (текст с таблицами) должен занимать около 25-30 страниц.

1. Во *введении* очень кратко охарактеризовать роль и значение удобрений в повышении урожайности сельскохозяйственных культур и их качества. Дать определение и основные принципы рациональной системы удобрения севооборота.

2. Привести общие сведения о хозяйстве, по которому выполняется курсовая работа. Указать географическое положение и рынки сбыта продукции. Кратко описать землепользование хозяйства и его специализацию. Дать краткую характеристику природных условий. Сделать выводы о возможности возделывания тех или иных сельскохозяйственных культур и их сортов в данной зоне, а также об особенностях применения удобрений в зависимости от агроклиматических ресурсов (обеспеченности теплом и влагой) согласно «Системе земледелия Красноярского края...» (2015).

3. Дать подробную агрохимическую характеристику почвы, на которой расположен севооборот. Установить потребность в химических мелиорациях (известковании и гипсовании). Определить возможность применения фосфоритной муки по графику Б.А. Голубева и потребность в ней для оптимизации плодородия почвы по фосфору. Провести оценку обеспеченности почвы основными элементами питания (азотом, фосфором и калием).

4. Произвести расчет и анализ планируемой урожайности сельскохозяйственных культур в севообороте, учитывая средние запасы продуктивной влаги в почве перед посевом, в зависимости от предшествующей культуры, количество выпавших осадков за вегетационный период, а также коэффициенты водопотребления.

5. Рассчитать накопление органических удобрений в хозяйстве (на отделении, в бригаде) и поступление с ними доступных питательных веществ. Установить норму, место и периодичность внесения органических удобрений в севообороте.

6. Определить потребность культур, выращиваемых в севообороте, в питательных веществах с учетом выноса элементов питания с планируемым урожаем, поступления питательных веществ с органическими удобрениями и принятых критериев баланса азота, фосфора и калия, обеспеченности ими.

7. Составить общую схему системы удобрения севооборота, рационально распределив требуемое количество удобрений между культурами с учетом их чередования, роли предшественника, биологических особенностей культур, цели возделывания, последствий в севообороте.

8. Провести квалифицированное агрохимическое обоснование разработанной системы удобрения. Описать особенности минерального питания культур севооборота. Выбрать формы удобрений, привести их взаимодействие с почвами. Указать рациональные приемы внесения выбранных удобрений (сроки, способы, машины и агрегаты).

9. Рассчитать емкость склада для хранения требуемого объема удобрений в туках.

10. Определить агрономическую, экономическую и энергетическую эффективность разработанной системы удобрения.

3. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К ВЫПОЛНЕНИЮ ОСНОВНЫХ ГЛАВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

3.1. Агрохимическая характеристика почвы севооборота

В данном разделе указывается, на какой почве расположен севооборот, для которого проектируется система удобрения. Дается подробная агрохимическая характеристика по основным показателям (содержание гумуса, актуальная, обменная и гидролитическая кислотность, емкость катионного обмена, степень насыщенности основаниями, обеспеченность почв подвижными формами основных питательных веществ). По данным таблицы 1 дается оценка агрохимических показателей в следующем порядке.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика почвы севооборота

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | S | Hг | ЕКО | Na ⁺ | V, % | pH _{ксл} | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
|-----------------------------|----------|--------------|----|-----|-----------------|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | мг-экв/100 г | | | | | | По методу....., мг/100 г | |
| | | | | | | | | | |

1. Количественные значения содержания гумуса в почве полей севооборотов оцениваются по соответствующим критериям (табл. П.1.1). Обсуждается роль показателя для характеристики и оценки плодородия почв. При анализе этих данных обращается внимание на выявление причин, приведших к изменению содержания гумуса в почве севооборота. Предложите глубину обработки почвы под культуры севооборота. Привлекается литература из научных публикаций с обязательными ссылками на них.

2. Среди комплекса свойств почв, оказывающих влияние на условия питательного режима и применение удобрений, важное значение имеют физико-химические свойства – реакция почвы, величина емкости поглощения, степень насыщенности основаниями и буферные свойства. Используя выданные преподавателем данные:

○ установите потребность почвы в известковании по степени насыщенности основаниями (V) и величине обменной кислотности (pH_{ксл}). Для этого необходимо рассчитать емкость катионного обмена (ЕКО) и степень насыщенности почвы основаниями (V, %). Если почва

нуждается в известковании, необходимо рассчитать дозу извести с учетом степени нуждаемости в известковании и гранулометрического состава почвы, введя поправочный коэффициент к средней дозе извести (CaCO_3 , т/га);

○ составьте план известкования в зависимости от чувствительности культуры севооборота к реакции среды, указав место внесения (поле севооборота) рассчитанной дозы известкового мелиоранта;

○ определите потребность почв в гипсовании. Если почва нуждается в гипсовании, необходимо рассчитать дозу гипса.

Большое значение рассмотренные особенности физико-химических свойств почв имеют при объяснении эффективности применения труднорастворимых фосфатов. Зависимость между указанными свойствами почв и возможностью более эффективного применения фосфоритной муки определяют с помощью графика Б.А. Голубева (рис. 1).

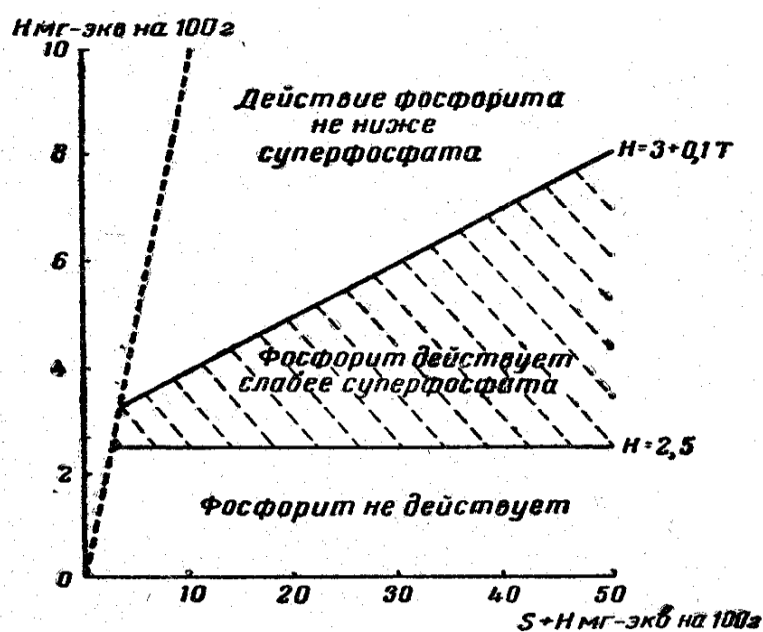


Рисунок 1 – График Б.А. Голубева для прогноза действия фосфора фосфоритной муки

В фосфоритной муке фосфор находится в соединении $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, не доступном для растений. обстоятельными исследованиями Б.А. Голубев установил, что фосфоритная мука оказывает положительное действие на урожайность сельскохозяйственных культур при величине гидролитической кислотности не ниже 2,5 ммоль /100 г почвы. На почвах с гидролитической кислотностью ниже 2,5 ммоль /100 г почвы

фосфорит не действует. В этом случае фосфоритную муку применяют только после компостирования с навозом, торфом или в смеси с физиологически кислыми удобрениями.

Действие фосфоритной муки может быть равным действию суперфосфата при высоких значениях потенциальной кислотности и ненасыщенности почвы основаниями, поэтому фосфоритную муку применяют в чистом виде.

3. Определите возможность применения фосфоритной муки по графику Б.А. Голубева, используя данные о гидролитической кислотности и емкости поглощения. Доза внесения должна повысить фактическое содержание подвижных фосфатов в почве до планируемого уровня. Она рассчитывается по формуле

$$Д = (П - Ф) \cdot Р,$$

где $Д$ – доза P_2O_5 , мг/кг;

$П$ – планируемый уровень P_2O_5 , мг/кг;

$Ф$ – фактическое содержание P_2O_5 в почве, мг/кг;

$Р$ – расход P_2O_5 для повышения содержания подвижного фосфора на 1 мг/кг (табл. П.1.2).

Зная процентное содержание P_2O_5 , рассчитайте дозу фосфоритной муки в физическом весе.

Пример. Почва – дерново-подзолистая, среднесуглинистая, $pH_{\text{сол.}}$ – 4,3; количество P_2O_5 по Кирсанову – 150 мг/кг, планируемый уровень – 200 мг/кг.

$$Д = (200 - 150) \cdot 8 = 400 \text{ кг/га } P_2O_5.$$

Если в фосфоритной муке содержится 20 % P_2O_5 , то доза $P_{\text{ф}}$ составляет $400 \cdot 100/20 = 2000$ кг/га, или 2 т/га. Следует предложить наиболее эффективный способ применения фосфоритной муки на данной почве.

4. Дайте оценку обеспеченности почв доступным азотом, учитывая роль предшественника и содержание гумуса (табл. П.1.3).

Определите потребность сельскохозяйственных культур, выращиваемых в севооборотах, в нитратном азоте, пользуясь разработанными грациями (табл. П.1.4). Полученные данные по обеспеченности почвы азотом в севообороте представьте в виде таблицы 2.

Таблица 2 – Обеспеченность доступным азотом сельскохозяйственных культур севооборота в зависимости от содержания гумуса и предшественников

| Севооборот | Класс по содержанию | Обеспеченность | Примерное содержание N-NO ₃ , мг/кг почвы |
|------------|---------------------|----------------|--|
| | | | |

Укажите мероприятия, способствующие накоплению азота в почве (введение паров, посев многолетних трав, сидерация, внесение органических и минеральных удобрений и т.д.).

5. На основании агрохимических картограмм содержания в почве подвижных фосфатов и обменного калия, а также данных таблицы 1 проведите анализ обеспеченности почв этими элементами питания по местным грациям (табл. П.1.5, П.1.6). Результаты оценки обеспеченности почв подвижным фосфором и обменным калием представьте в виде таблицы 3, указав метод их определения (Ф.В. Чириков, А.Т.Кирсанов, Б.П. Мачигин).

Таблица 3 – Обеспеченность подвижным фосфором и обменным калием по методу.....

| Элемент питания | Содержание, мг/100 г почвы | Обеспеченность для культур севооборота | | |
|-------------------------------|----------------------------|--|------------------|------------------|
| | | Зерновые, зернобобовые | Пропашные, травы | Картофель, овощи |
| P ₂ O ₅ | | | | |
| K ₂ O | | | | |

В заключение этого раздела по литературным данным и результатам агрохимического обследования почв Красноярского края охарактеризуйте обеспеченность почвы севооборота микроэлементами.

3.2. Определение продуктивности севооборота

Первое условие, обеспечивающее высокоэффективное использование удобрений и их экологическую безопасность, – правильное установление продуктивности севооборота и величины планируемой урожайности сельскохозяйственных культур.

Под урожайностью понимают показатель, характеризующий средний сбор каждого вида сельскохозяйственной продукции с еди-

ности площади. Урожайность сельскохозяйственных культур принято определять в расчете на 1 га.

Продуктивность – основной показатель сельскохозяйственного производства. Под продуктивностью понимают относительный показатель объема продукции к ресурсу, которым может являться гектар, единица энергии. Продуктивность выражается в физических и стоимостных единицах. На нее влияет значительное число факторов.

При планировании урожайности следует помнить, что в районах недостаточного увлажнения лимитирующим фактором урожайности сельскохозяйственных культур является в первую очередь почвенная влага. Поэтому, планируя урожайность, необходимо учитывать продуктивные запасы влаги в почве и количество атмосферных осадков за вегетационный период, а также использование влаги растениями.

При таких условиях урожайность определяется согласно формуле

$$Y_{п} = K \frac{(ПВ + АО)}{Н},$$

где K – коэффициент использования влаги культурами при применении удобрений (табл. П.1.7);

$ПВ$ – запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы, мм (табл. П.1.8);

$АО$ – атмосферные осадки за вегетационный период (до созревания растений), мм (табл. П.1.9);

$Н$ – расход влаги (норматив затрат) влаги на создание 1ц основной продукции с учетом побочной, мм (табл. П. 1.10).

Планируемая урожайность ($У_{п}$) рассчитывается для всех культур севооборота. Планируемая прибавка урожая ($П_{у}$) в условиях Красноярского края при рациональных способах внесения удобрений составляет: в зоне тайги и подтайги – 35 %, лесостепи – 30, степи – 25 %. Для расчета прибавки урожая используют пропорцию:

$У_{п}$ – 100 %,

$П_{у}$ – 25-35 % (в зависимости от почвенно-климатической зоны).

Для оценки общей продуктивности севооборота и подсчета эффективности системы удобрения используют коэффициенты перевода урожая в зерновые единицы, которые приведены в таблице П.1.11. Прибавка в зерновых единицах рассчитывается умножением планируемой прибавки (ц с 1 га) на коэффициент перевода в зерновые единицы. Затем рассчитывается суммарная за севооборот прибавка

урожая в зерновых единицах. Все результаты следует занести в таблицу 4 и провести анализ изменения величины урожайности полевых, кормовых и овощных культур севооборота, сформулировать выводы.

Таблица 4 – Продуктивность севооборота

| Севооборот | Площадь поля, га | Планируемый урожай, ц/га | Планируемая прибавка, ц/га | Коэффициент перевода в зерновые единицы | Прибавка в зерновых единицах, ц з.е./га |
|------------|------------------|--------------------------|----------------------------|---|---|
| 1. | | | | | |
| 2. | | | | | |
| ... | | | | | |
| Итого | | | | | |

На величину урожая культур влияет не только количество осадков за вегетационный период, но и характер их распределения: при отсутствии в мае и июне страдают зерновые, а при засушливой второй половине лета (июль, август) – пропашные. По мере уменьшения среднегодовой суммы осадков и нарастания засушливости климата выявлено снижение эффективности азотных удобрений и усиление действия фосфорных туков. Во влажные годы возрастает роль азотных удобрений, а при недостатке инсоляции – калийных.

3.3. Накопление, использование органических удобрений и технология их внесения

Применение органических удобрений во всех почвенно-климатических районах Сибири – важнейшее условие повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Исследованиями установлено, что на дерново-подзолистых почвах прибавка урожая первой культуры от навоза составляет 25-42 % и распределение этих прибавок по годам зависит от особенностей севооборота. На черноземных почвах урожай первой культуры возрастает на 19-26 %, а от последействия – на 74-81 %. По данным ВИУА, эффективность навоза увеличивается в ряду севооборотов: зернотравяные – зернопаровые – зернопропашные – зернопаропропашные – плодосменные – пропашные. Поэтому в первую очередь органическими удобрениями обеспечивают следующие севообороты: овощные, кормовые с большим набором пропаш-

ных культур, специализированные с техническими культурами (сахарная свекла, конопля). Насыщенность органическими удобрениями полевых севооборотов с преобладанием зерновых хлебов, льна-долгунца, а также лугопастбищных севооборотов значительно меньше, чем овощных. При распределении органических удобрений по полям севооборота учитывают тип и плодородие почвы, обеспеченность хозяйства навозом, его качество, отзывчивость культуры и предшественник.

В каждом севообороте выбирают, как правило, 2 (реже 3) поля для внесения органических удобрений. В северных районах применяют более высокие дозы навоза, чем в южных и засушливых. Причем эффективность навоза возрастает от степной к таежной зоне. Навоз действует на урожай всем комплексом своих питательных веществ в Нечерноземной зоне, засушливых районах (в основном фосфором), где зерновые культуры обычно не реагируют на внесение минерального азота и калия. Только на легких почвах отмечено преимущество навоза по сравнению с эквивалентным количеством элементов питания в минеральных удобрениях. Внесение навоза увеличивает урожайность озимых хлебов, а последствие его положительно влияет на урожай яровой пшеницы и многолетних трав. Под зерновые культуры вносят меньше навоза, чем под пропашные. Наиболее высокие дозы применяют под кормовые корнеплоды, силосные и овощные культуры (капуста, огурец). На дерново-подзолистых и серых лесных почвах удобрения вносят под овощи, картофель, кормовые корнеплоды, кукурузу, сахарную свеклу, подсолнечник и другие пропашные культуры из расчета 30-60 г/га, под озимые – 20-30 т/га. Повышенные дозы органических удобрений (60-80 т/га) применяют на малоплодородных почвах для окультуривания.

Технологические схемы применения органических удобрений

В зависимости от места хранения навоза, удаленности полей, на которых будут разбрасываться удобрения, а также технических данных машин для погрузки, транспортировки и разбрасывания удобрений и обеспеченности хозяйств этими машинами при внесении твердых органических удобрений применяют две технологические схемы: *прямоточную* (ферма – навозоразбрасыватель – поле) и *перевалочную* (ферма – транспортное средство – место складирования у поля – навозоразбрасыватель – поле).

По *прямоточной технологической схеме* из прифермского хранилища навоз грузят в навозоразбрасыватели, которые вывозят его в поле и распределяют по поверхности почвы. Этот способ считается рациональным для внесения органических удобрений в прифермских севооборотах на расстоянии до 4 км.

По *перевалочной технологической схеме* навоз вывозят на расстояние более 4 км в поля в течение всего года, укладывают в бурты и хранят в штабелях, в последующем распределяют по полю. В этом случае навозоразбрасыватели используют только для внесения удобрений, поэтому их сменная производительность значительно повышается.

Для погрузки твердых органических удобрений в транспортные средства и укладки в бурты применяют грейферные, фронтально-перекидные погрузчики и др. Вывозят органические удобрения автомобилями-самосвалами и тракторными прицепами самосвалами. Для внесения твердых органических удобрений применяют машины: ПРТ-16, РОУ-5, РОУ-6, 1-ПТУ-4, ПТУ-7000, RAUCH-7000, Торнадо (JOSKIN), JOHNDEERE, Flex III 20 «Samson Agro A/S» (Дания).

В современных условиях значительно возросли требования к качеству внесения органических удобрений и охране окружающей среды. Особое внимание уделяется оптимизации норм расхода удобрений, повышению равномерности их распределения. В значительной степени решению этих задач способствует оснащение современных машин для внесения органических удобрений бортовыми компьютерами, позволяющими автоматически регулировать технологические параметры работы.

Жидкие органические удобрения вносят с помощью МЖУ-16, МЖУ-20, Greenstar-10,2; Zunhammer; TerraGator; PИTON-100, PИTON-200. Преимущественное распространение среди машин получили прицепы-цистерны. Это обусловлено тем, что их применение обеспечивает низкие годовые расходы, отсутствие простоев, высокую технологическую гибкость, а также возможность использования на отдельных участках хозяйства. Внесение жидких органических удобрений осуществляется по следующим технологическим схемам [Васильев, Филиппова, 1988]:

- А – прифермское навозохранилище – цистерна – полевое навозохранилище – цистерна-разбрасыватель – поле;
- Б – прифермское навозохранилище – трубопровод – полевое навозохранилище (гидрант) – цистерна-разбрасыватель – поле;

- В – навозохранилище – трубопроводная сеть – дождевальная установка – цистерна-разбрасыватель – поле.

Схему А применяют при отсутствии трубопровода при перекачивании навоза из прифермского хранилища в полевое.

Схема Б при отсутствии трубопроводной сети и дождевальных установок намного эффективнее первой. Транспортировка жидкого навоза из прифермского хранилища в полевое по трубам с последующим внесением его цистернами-разбрасывателями позволяет намного снизить транспортные расходы и значительно повысить производительность труда. При удобрении полей по схемам А и Б навоз не разбавляют водой.

Схему В применяют при наличии трубопроводной сети и установки для дождевания. При этом используемый навоз разбавляют водой в соотношении 1:5-7.

1. Используя справочные материалы таблиц П.1.12, П.1.13, установите дозу, место и периодичность внесения органических удобрений в севообороте.

Накопление подстилочного навоза, которое можно получить от всего поголовья скота в хозяйстве, подсчитывают, пользуясь средними данными по выходу навоза на 1 голову в зависимости от продолжительности стойлового периода (табл. П.1.12), поголовья скота, а также птичьего помета (табл. П.1.13). Данные по производству и накоплению органических удобрений следует систематизировать в таблицу 5.

2. В связи с тем, что наиболее эффективным является применение полуперепревшего навоза, следует от полученного количества навоза (табл. 5) вычесть 25 %, которые теряются при его разложении.

Далее полученное количество органических удобрений следует пересчитать на 1 га пашни – насыщенность севооборота органическими удобрениями (для этого полученное количество органических удобрений нужно разделить на площадь севооборота). Затем найдем величину дозы органических удобрений, умножив их количество, приходящееся на 1 га пашни, на число полей в севообороте.

3. Рассчитанную дозу органических удобрений нужно рационально распределить по объектам. Установите, в какое поле севооборота и в какой норме планируется внесение органических удобрений. Кратко опишите применяемый способ внесения и заделки органических удобрений в почву, указав сельскохозяйственные агрегаты и машины.

Таблица 5 – Накопление навоза (птичьего помета) на отделении (ферме, бригаде) при продолжительности стойлового периода дней

| Вид скота, имеющегося в хозяйстве | Количество голов | Выход навоза за 1 год, т | | Выход навозной жижи в год, т |
|-----------------------------------|------------------|--------------------------|-------|------------------------------|
| | | от 1 головы | всего | |
| КРС | | | | |
| Молодняк КРС | | | | |
| Лошади | | | | |
| Свины | | | | |
| Овцы | | | | |
| Птица | | | | |

4. Определите степень использования органических удобрений культурами севооборота (табл. 6). Исходя из химического состава навоза, взятого по справочникам или из таблицы П.1.14, рассчитайте содержание питательных веществ в той дозе навоза, которая запланирована для внесения в конкретное поле севооборота.

Таблица 6 – Использование питательных веществ культурами из навоза

| Показатель | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
|--|---|-------------------------------|------------------|
| Химический состав навоза, % | | | |
| Содержание питательных веществ в ___ т навоза, кг | | | |
| <i>Использование первой культурой</i> | | | |
| Коэффициент использования питательных веществ из навоза, % | | | |
| Будет усвоено, кг | | | |
| <i>Использование второй культурой</i> | | | |
| Коэффициент использования питательных веществ из навоза, % | | | |
| Будет усвоено, кг | | | |
| <i>Использование третьей культурой</i> | | | |
| Коэффициент использования питательных веществ из навоза, % | | | |
| Будет усвоено, кг | | | |
| Усвоено всего культурами, кг | | | |

Примечание: показатель – усвоено всего культурами (кг) рассчитывается как сумма усвоенных элементов первой, второй и третьей культурами. Коэффициенты использования питательных веществ из навоза приведены в таблице П.1.11.

С учетом коэффициента использования растениями питательных веществ из навоза определяется количество доступных элементов питания, получаемое растениями из навоза.

3.4. Определение потребности культур севооборота в минеральных удобрениях по выносу питательных веществ с поправкой на обеспеченность

Существует много методов расчета доз удобрений и определения суммарной потребности в удобрениях за севооборот. Все они имеют положительные и отрицательные стороны. В настоящей работе применяется метод расчета доз удобрений, основанный на возврате питательных веществ от их выноса с урожаями в зависимости от обеспеченности почвы элементами питания. Основатель отечественной агрохимии Д.Н. Прянишников полагал, что непрерывное повышение урожаев и сохранение плодородия почвы возможно при возврате в почву 75-80 % азота, 100-110 % калия и 120-130 % фосфора.

Математическое выражение данного метода имеет следующий вид:

$$D = U_{\text{п}} \times B \times K_1 \times K_2,$$

где D – доза удобрения, кг д.в. на 1 га;

$U_{\text{п}}$ – величина планируемого урожая, ц с 1 га;

B – вынос элементов питания (N, P₂O₅, K₂O) с единицей урожая, кг (табл. П.1.15);

K_1 – поправочный коэффициент в зависимости от обеспеченности почв элементами питания или коэффициент возврата (табл. 7, 9, 11);

K_2 – поправочный коэффициент на содержание доступной влаги в метровом слое почвы перед посевом культур (табл. П.1.16).

Следует провести расчеты доз минеральных удобрений для каждой культуры севооборота, пользуясь этим методом. Порядок выполнения расчетов доз удобрений приводится ниже.

3.4.1. Расчет потребности севооборота в азоте

Для получения высоких урожаев азот должен возвращаться в виде удобрений в овощных севооборотах на 100-110 %, а в полевых – в количестве 50-80 % от выноса с планируемым урожаем.

Коэффициенты возврата азота от его выноса с урожаем, в зависимости от обеспеченности этим элементом питания, приведены в таблице 7. Данная таблица имеет справочный характер для полевых севооборотов, по которым студенты разрабатывают систему удобрения.

Таблица 7 – Возврат азота с удобрениями в зависимости от обеспеченности им почв для полевых севооборотов

| Обеспеченность почв азотом | Возврат азота, % от его выноса с урожаем | Коэффициент возврата (K_1) |
|----------------------------|--|--------------------------------|
| Очень низкая | 80 | 0,8 |
| Низкая | 70 | 0,7 |
| Средняя | 50 | 0,5 |
| Повышенная | 20 | 0,2 |
| Высокая | Не применяется | – |
| Очень высокая | –//– | – |

Рассчитывается вынос азота с планируемым урожаем культур, а также потребность севооборота в азотных удобрениях в зависимости от обеспеченности растений азотом по предшественникам. Результаты расчетов оформляются в виде таблицы 8.

Азотные удобрения в севообороте действуют один год и не обнаруживают последствий. Это положение необходимо учитывать при дальнейшем распределении удобрений в севообороте.

Таблица 8 – Расчет доз азота в севообороте

| Севооборот | Планируемый урожай (Уп), ц с 1 га | Вынос азота (В) с 1 ц, кг | Вынос азота планируемым урожаем, кг/га | Обеспеченность культур азотом по предшественникам | Коэффициент возврата азота (K_1) | Расчетная доза азота (Д), кг/га |
|------------|-----------------------------------|---------------------------|--|---|--------------------------------------|---------------------------------|
| 1 | | | | | | |
| Итого | | | | | | |

От общего количества требуемого азота, рассчитанного по таблице 8, необходимо вычесть поступление азота с органическими удобрениями, вычисленное в таблице 6.

3.4.2. Расчет потребности севооборота в фосфоре

Академик Д.Н. Прянишников рекомендовал возвращать в почву 100-130 % фосфора от его выноса с урожаем. Возврат фосфора в зависимости от обеспеченности им почв изменяется, как представлено в таблице 9. Общая потребность севооборота в фосфоре рассчитывается по таблице 10. Используется такой же принцип расчета, как для расчета доз азотных удобрений.

Таблица 9 – Возврат фосфора с удобрениями в зависимости от обеспеченности им почв для полевых севооборотов

| Обеспеченность почв фосфором | Возврат фосфора, % от его выноса с урожаем | Коэффициент возврата (K_1) |
|------------------------------|--|--------------------------------|
| Очень низкая | Более 130 | 1,3 |
| Низкая | 120 | 1,2 |
| Средняя | 110 | 1,1 |
| Повышенная | На почвах, обогащенных азотом | С дозой 10-20 кг/га |
| Высокая | | |
| Очень высокая | | |

Следует учитывать, что рядковое внесение удобрений в малых дозах практически не оказывает последствий. Фосфорные удобрения в дозах 40-80 кг д.в. на гектар существенно действуют на урожай два года, что также необходимо учитывать при разработке системы удобрения.

Таблица 10 – Расчет доз фосфора в севообороте

| Севооборот | Планируемый урожай (Уп), ц с 1 га | Вынос фосфора (В) с 1 ц, кг | Вынос фосфора с планируемым урожаем, кг/га | Обеспеченность почв фосфором | Коэффициент возврата (K_1) | Расчетная доза фосфора (Д), кг/га |
|------------|-----------------------------------|-----------------------------|--|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | | | | | | |
| Итого | | | | | | |

От общего количества фосфора, требуемого культурами севооборота (табл.10), следует вычесть фосфор, поступающий с органическими удобрениями, рассчитанный в таблице 6.

3.4.3. Расчет потребности севооборота в калии

Для калия выдерживается такой же принцип расчета доз удобрений. Размеры возврата калия с удобрениями на почвах среднего и тяжелого гранулометрического состава приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Возврат калия с удобрениями в зависимости от обеспеченности им почв для полевых севооборотов

| Обеспеченность почв калием | Возврат калия, % от его выноса с урожаем | Коэффициент возврата (K_1) |
|----------------------------|--|--------------------------------|
| Очень низкая | 100 | 1,0 |
| Низкая | 80 | 0,8 |
| Средняя | 60 | 0,6 |
| Повышенная | 20-40 | 0,2-0,4 |
| Высокая | Не применяется | – |
| Очень высокая | –II– | |

При средней и высокой обеспеченности почв калием его возврат с удобрениями меньше, потому что валовые запасы его в почве больше и происходит постоянный переход их в подвижные формы. Калийные удобрения вносятся один-два раза за севооборот в оптимальных дозах, в основном под калиелюбивые культуры или в паровые поля. В таких дозах калийные удобрения обладают последствием. Порядок расчета потребности севооборота в калийных удобрениях приведен в таблице 12.

Таблица 12 – Расчет доз калия в севообороте

| Севооборот | Планируемый урожай (Уп), ц с 1 га | Вынос калия (В) с 1 ц, кг | Вынос калия с планируемым урожаем, кг/га | Обеспеченность почв калием | Коэффициент возврата (K_1) | Расчетная доза калия (Д), кг/га |
|------------|-----------------------------------|---------------------------|--|----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| | | | | | | |
| Итого | | | | | | |

Из общего количества калия, требуемого культурами севооборота (см. табл.12), необходимо вычесть калий, поступающий с органическими удобрениями (см. табл. 6).

3.5. Рациональное распределение удобрений в севообороте и расчет потребности в туках

Исходя из рассчитанной потребности, удобрения распределяют в севообороте между культурами при их чередовании, определяют виды, формы удобрений и соотношений элементов питания с учетом их взаимодействия с почвой и устанавливают технологию и приемы внесения. Рекомендуемый ассортимент не должен ограничиваться азотными, фосфорными и калийными удобрениями. Необходимо учитывать потребность полевых культур в серосодержащих, магниевых, борных удобрениях. Опытные данные подтверждают необходимость дальнейшего изучения проблемы оптимизации многоэлементного минерального питания растений.

Для правильного распределения удобрений в севообороте необходимо изучить литературу по вопросам применения удобрений.

Особенно следует познакомиться с трудами агрохимиков, работавших в Красноярском крае (Майборода Н.М., Танделов Ю.П., Ерышова О.В., Рудой Н.Г., Крупкин П.И., Антонов И.С., Ялтонский М.А., Кильби И.Я., Выручек А.А.). Эти работы опубликованы в трудах КСХИ, КНИИСХ, КрасГАУ, агрохимических лабораторий, Агрохимического центра «Красноярский», а также опытных станций и государственных сортоучастков [Пути сохранения и повышения ..., 2020].

Исходя из планируемой урожайности сельскохозяйственных культур, почвенно-климатических особенностей, предшественников, доз минеральных и органических удобрений, составляется система удобрения севооборота.

Итоговое суммарное количество питательных веществ (азота, фосфора и калия), требуемых за севооборот (табл. 8, 10, 12) с учетом поступления питательных веществ из навоза, рационально распределяется в севообороте. При этом учитываются роль предшественника, биологические особенности и цель возделывания культуры (на семена, зеленую массу, клубни и т.д.), обеспеченность почвы питательными веществами, последствие удобрений. Продумываются и

выбираются дозы, сроки и способы внесения удобрений под каждую культуру. Распределение удобрений заносится в таблицу 13.

После заполнения таблицы 13 необходимо представить следующие расчеты:

1) соотношение питательных веществ в минеральных удобрениях (N, P₂O₅, K₂O);

2) количество действующего вещества в среднем на 1 га пашни севооборота, кг: N, P₂O₅, K₂O, навоза или химического мелиоранта.

Таблица 13 – Распределение минеральных удобрений в севообороте

| Севооборот | Азот | | | Фосфор | | | Калий | |
|------------|--|--------------|-----------|----------|--------------|-------------|----------|--------------|
| | Доза питательных веществ по способам внесения, кг д.в. | | | | | | | |
| | Основное | Предпосевное | Подкормка | Основное | Предпосевное | Припосевное | Основное | Предпосевное |
| | | | | | | | | |

При рациональном распределении разных видов удобрений в севообороте необходимо руководствоваться следующими *основными принципами*.

Азотные удобрения в первую очередь вносятся под многолетние и однолетние травы, силосные культуры, повторные посевы зерновых и на хорошо обеспеченных фосфором и калием почвах.

Фосфорные удобрения необходимо вносить под зерновые культуры, размещенные по хорошим азотным предшественникам (чистым и занятым парам, пласту и обороту пласта многолетних трав), при оптимальных дозах азотных удобрений под них, под покровные культуры для многолетних трав, а также под пропашные (картофель, кормовые корнеплоды).

Калийные удобрения необходимо вносить один или два раза за ротацию севооборота под калиелюбивые культуры (картофель, кормовые корнеплоды, кукурузу, подсолнечник), в паровые поля (при опасности полегания зерновых культур), а также под многолетние травы и озимые культуры для лучшей их перезимовки.

Согласно современным научным разработкам установлены следующие закономерности. Растения нуждаются в азотных удобрениях

при содержании в пахотном слое $N-NO_3$ ниже 16 мг/кг почвы перед уходом в зиму и весной перед посевом. Внесение фосфорных удобрений необходимо при содержании в пахотном слое (мг P_2O_5 на 100 г почвы): менее 15-20 по Кирсанову на серых лесных и дерново-подзолистых почвах, менее 10-15 по Чирикову на черноземах и других нейтральных почвах, менее 3,0-4,5 по Мачигину на карбонатных почвах.

Необходимость в калийных удобрениях возникает при содержании в пахотном слое K_2O (мг/100г почвы): менее 15-20 по Кирсанову на серых лесных и дерново-подзолистых почвах, менее 9-11 по Чирикову на черноземах и других нейтральных почвах, менее 25-30 по Кирсанову на торфяных почвах, менее 30-40 по Мачигину на карбонатных почвах. Эффективность удобрений обуславливается также уровнем влагообеспеченности поля, а именно запасом продуктивной влаги в корнеобитаемом слое почвы и количеством осадков в критический (по отношению к влаге) период развития культуры. Для зерновых культур критический период составляет от третьей декады мая до первой декады июля. В этот период осадки также важны для яровой пшеницы, которая размещается по пару. Отказ от применения удобрений будет обоснован, когда глубина промачивания почвы не превышает 0,5 м, а запас продуктивной влаги в этом слое ниже 60 мм. В засушливых условиях азот не действует, оказывая или угнетающее действие, либо остается в последствии. Хорошо действуют фосфор и калий или один фосфор.

При пониженных температурах действует азот, причем аммиачные формы лучше, чем нитратные. Это связано с лучшим усвоением его растениями и быстрым включением в биосинтез белка и запасных веществ. Фосфор действует слабее, в основном ускоряя созревание, однако резко снижается доступность почвенных фосфатов и фосфатов удобрений из-за их «съеживания» в холодных условиях. Увеличение доз фосфорных удобрений не дает эффекта. На калийные удобрения лучше всего отзываются картофель, кормовые корнеплоды. Они приводят к повышению урожайности и улучшению качества. Под пшеницу калийные удобрения применяют только для борьбы с полеганием по паровым предшественникам и пласту многолетних трав. По уровню насыщенности земледелия удобрениями выделяют следующие этапы: стартовый (начальный), компенсационный и радикальный.

Стартовый этап является для условий Красноярского края обязательным. Удобрения применяют в небольших дозах при посеве

зерновых культур в рядки и посадке пропашных культур в лунки. Необходимость применения стартовых доз относится к азотным и фосфорным удобрениям. Дозы удобрений составляют 10-30 кг/га д.в.

Компенсационный этап предполагает возмещение элементов питания, отчужденных с урожаем сельскохозяйственных культур. Дозы применения удобрений обуславливаются экономическими и материально-техническими условиями хозяйства, как правило, это 60-70 кг/га д.в.

Радикальный этап предполагает расширенное воспроизводство почвенного плодородия. Дозы применения удобрений увеличиваются до 120 кг д.в./га и более.

Удобрения необходимо рационально распределить между культурами севооборота с учетом следующих факторов:

- ❖ роль предшественника;
- ❖ уровень обеспеченности почвы элементами питания;
- ❖ биологические особенности сельскохозяйственных растений и сортов;
- ❖ цель возделывания культуры (ее доходность);
- ❖ последствие удобрений;
- ❖ состав и свойства удобрений.

Таблица 14 – План внесения минеральных и органических удобрений в севообороте

| Севооборот | Доза | | | | | Виды удобрений, формула, % д.в. | Внесено в туках (Т), ц/га | | | |
|------------|-------|------------|----------------------|---|---|---------------------------------|---------------------------|-----------|----------|-------------|
| | Навоз | Мелиоранты | кг д.в./га | | | | Азотные | Фосфорные | Калийные | Комплексные |
| | | | N | P | K | | | | | |
| | | | по способам внесения | | | | | | | |
| 1. | | | | | | | | | | |
| 2. | | | | | | | | | | |
| Итого | | | | | | | | | | |

В таблице 14 приводится расчет удобрений в туках (Т, ц/га). Для этого доза удобрения (Д, кг д.в. / 1 га) делится на содержание элементов питания в конкретном удобрении (С, %) по формуле

$$T = D/C.$$

Расчеты проводятся под каждую культуру севооборота и вносятся в соответствующие графы таблицы 14.

3.6. Агрохимическое обоснование системы удобрения севооборота и отдельных культур

После распределения удобрений между культурами севооборота следует дать очень подробное агрохимическое обоснование разработанной системе удобрения. Обоснование дается по каждой культуре с оценкой ее предшественника, особенностей питания культуры, указанием доз, сроков и способов внесения удобрений, а также их последствия. Необходимо указать, какие машины и орудия используются для внесения удобрений под каждую культуру. В этом же разделе сообщается о процессах взаимодействия применяемых удобрений с почвой, на которой размещен севооборот. Приводится схема (реакция) взаимодействия удобрений с ППК (почвенно-поглощающим комплексом) данной почвы. Объясняется доступность питательных элементов растениям, возможность потери некоторых питательных веществ из удобрений, изменение реакции среды и т. д.

Рациональность разработанной системы удобрения следует подкреплять ссылкой на авторов изученной литературы. Агрохимическое обоснование проводится в порядке чередования культур в севообороте. Нельзя объединять в одно обоснование две культуры, которые встречаются в севообороте 2-3 раза, так как они размещены по разным предшественникам, имеют разную степень обеспеченности питательными веществами, особенно азотом, и отличаются планируемой урожайностью.

3.6.1. Биологические особенности основных сельскохозяйственных культур в связи с их питанием и применением удобрений

Каждая культура в индивидуальном развитии от семени до семени проходит характерную для нее динамику (цикл) потребления питательных элементов. Зная ее, можно, а часто и нужно с помощью удобрений регулировать этот процесс.

Озимые рожь и пшеница. По сравнению с яровыми зерновыми озимые культуры имеют очень продолжительный период потребления питательных веществ, начинающийся осенью и заканчивающийся на следующий год в фазе цветения. Обладают более мощной корневой системой. Отличаются большим биологическим потенциалом, лучше отзываются на внесение удобрений. Урожайность этих культур зависит от перезимовки, которую необходимо улучшить рациональным применением органических и минеральных удобрений, а также известкованием.

Озимые культуры предъявляют повышенные требования к фосфорно-калийному питанию, которое способствует развитию корневой системы, накоплению углеводов и повышению зимостойкости. При отрастании весной они нуждаются в усиленном азотном питании. Холодная погода осенью и весной резко ослабляет поступление азота в растение. Избыток азота с осени приводит к изнеживанию растений, что является причиной гибели озимых или полеганию летом. Очень отзывчивы озимые растения на внесение органических удобрений, особенно по чистым и занятым парам в дозе 30-40 т/га. Обязательным является припосевное внесение фосфорных удобрений и допосевное внесение калийных удобрений. Высокоэффективный прием в системе удобрений – ранневесенняя подкормка озимых азотными удобрениями после перезимовки. Действие подкормки зависит от влажности. Для ранневесенней подкормки по мерзлоталой почве (черепку) рекомендуется применение аммиачной селитры, а поздних сроков – мочевины.

Яровые зерновые культуры (пшеница, ячмень, овес), в отличие от озимых, имеют более сжатый период потребления питательных веществ. Две трети усваивается ими от начала выхода в трубку до цветения. Яровые слабее кустятся, имеют слаборазвитую корневую систему, что обуславливает сравнительно высокую потребность в доступных питательных веществах. Ячмень поглощает элементы питания за 30-35 дней, пшеница за 48-55 дней, у овса этот период более продолжительный среди яровых. В системе удобрения яровых зерновых культур ведущую роль выполняет азот, без внесения которого фосфорные и калийные удобрения не увеличивают урожай зерна. Фосфорные и калийные удобрения вносят с осени, азотные под предпосевную культивацию вразброс или локально-ленточно (врезанием). В рядки при посеве вносят небольшую дозу фосфорных удобрений.

Органические удобрения под яровые хлеба, как правило, не вносятся, так как они хорошо используют последствие. В Красноярском крае под яровую пшеницу, размещенную по пару, вносят 20-30 т/га. Различают систему удобрения первых и вторых зерновых культур. Под первые зерновые (по пару, пласту многолетних трав, занятому пару) вносят только фосфорные удобрения. Калийные удобрения вносят в пар или в парозанимающие культуры, гранулированные формы можно вносить в рядки при посеве или врезать локально-ленточно. Под вторые зерновые культуры вносят азотно-фосфорные удобрения. Идеальным удобрением для повторных посевов зерновых культур являются нитроаммофос, аммофос, сульфаммофос. Они вносятся в зависимости от типа почв. На черноземных почвах эффективнее применение аммофоса, а для менее гумусированных почв – нитроаммофос. При размещении зерновых после пропашных культур, удобренных органическими удобрениями, не следует вносить азотные удобрения более 50-60 кг/га во избежание полегания. При использовании зерновых в качестве покровной культуры для многолетних трав вносят фосфорно-калийные удобрения с учетом их общей потребности.

Основной особенностью питания *зернобобовых культур (горох)* является фиксация азота воздуха благодаря симбиозу корней бобовых культур с клубеньковыми бактериями. 75 % азота, фиксированного из воздуха, используется растениями, а 25 % остается в клубеньках. Поэтому в почве остается незначительное количество азота. В надземной массе эти растения накапливают много фосфора, кальция, магния и серы. Важной их особенностью является способность поглощать труднодоступные формы фосфора. Большое влияние на фосфорный обмен оказывает калий. При достаточной обеспеченности почвы калием увеличивается использование даже малых доз фосфора. Зернобобовые потребляют много кальция. Повышенное содержание в почве азота значительно уменьшает азотфиксацию.

Зернобобовые культуры довольно равномерно потребляют питательные вещества почвы и удобрений. Поступление азота и калия в растения заканчивается в период цветения, а фосфор потребляется вплоть до уборки. Обязательным приемом является внесение под зернобобовые стартовых доз азота – 30-45 кг/га, так как фиксация азота начинается не с первого дня роста, а примерно через 3-4 недели. Эффективным фосфорным удобрением может являться фосфоритная мука. Для усиления азотфиксации семена бобовых культур обрабаты-

вают нитрагином и молибденом. Очень эффективным удобрением является молибденизированный суперфосфат. По требованиям к условиям произрастания *соя* довольно устойчива к заморозкам, засухе, переувлажнению почвы, вынослива к целому ряду патогенов, в связи с чем становится востребованной культурой на продовольственном рынке Сибири.

Потребность в элементах питания у сои довольно высокая, особенно в азоте, необходимом для накопления белка. На формирование 1 т семян она использует 75-100 кг азота, 20-30 кг фосфора и 30-50 кг калия. Характерной особенностью сои является неравномерное потребление ею питательных веществ по фазам роста и развития растений. Наиболее интенсивное их потребление отмечается в фазе формирования бобов и начала налива семян. Критические фазы в потреблении элементов питания: по азоту – фаза бутонизации и цветения (30-40 дней), по фосфору – первый месяц вегетации, по калию – фаза бобообразования и налива семян.

Несмотря на наличие критических периодов, соя довольно слабо реагирует на минеральные удобрения на черноземных и других типах почв, характеризующихся высоким плодородием. Это объясняется тем, что до 70 % всего потребления азота соя удовлетворяет за счет биологической фиксации из атмосферного воздуха посредством симбиоза с ризобиями, фосфор – из труднорастворимых соединений, а обменный калий – из почвенных запасов благодаря активному функционированию корневой системы. Эти особенности культуры следует учитывать в системе удобрений, обеспечивая условия для активного функционирования симбиотного процесса. Помимо основных элементов питания соя испытывает потребность в микроэлементах: в фазе образования двух-трех листьев – бор, молибден; в фазе бутонизации – бор, молибден, цинк, железо, марганец.

Крупяные культуры (гречиха и просо). По сравнению с зерновыми растениями гречиха – интенсивная культура. Она потребляет азота в 1,5 раза, фосфора в 2 раза, калия в 3 раза, кальция в 5 раз больше, чем пшеница. Очень хорошо реагирует на органические удобрения, внесенные под предшественник, а также на зеленое удобрение.

Гречиха требует почвенного плодородия и способна усваивать из почвы элементы питания в труднодоступной форме, хорошо усваивает фосфор из фосфоритной муки. Страдает от недостатка усвояемого азота. Поэтому при внесении азота проявляется потребность в

фосфорно-калийных удобрениях. Гречиха очень чувствительна к хлору, поэтому используют бесхлорные формы калийных удобрений. Хлорсодержащие калийные удобрения вносят осенью. В качестве рядкового внесения используют двойной суперфосфат в дозе 10-15 кг/га.

Просо – теплолюбивая культура. Это определяет интенсивность потребления питательных веществ из почвы. В первые фазы роста и развития просо больше всего нуждается в азотном питании, затем – в калийном и фосфорном. Максимальная потребность в азоте и калии приходится на период кущение – цветение растений, а в фосфоре – выметывание метелки – спелость зерна. Система удобрения проса включает основное, припосевное и подкормку. Основное удобрение обычно вносят осенью под зяблевую вспашку, применяют как органические, так и минеральные удобрения. Просо хорошо использует питательные вещества навоза и минеральных удобрений, внесенных под предшествующую культуру. Лучшими формами минеральных удобрений для проса являются аммонийная селитра, суперфосфат и хлористый калий. При плоскорезной обработке почвы целесообразно использовать сложные удобрения – аммофос, нитрофоску, нитроаммофос.

Просо хорошо отзывается на рядковое внесение гранулированного суперфосфата в дозе 10-15 кг/га. Следует отметить, что припосевное удобрение не заменяет основной прием удобрений, а лишь дополняет его. Для проса необходимо проводить подкормки, так как для него характерен растянутый период потребления питательных веществ и высокая потребность в них во второй половине вегетации растений. Их проводят в фазе кущения и начала выхода растений в трубку. Рекомендуемая доза первой подкормки – $N_{20}P_{30}K_{20}$, а второй – $N_{10}P_{15}K_{15}$ [Шеуджен и др., 2013].

Многолетние травы развивают мощную корневую систему, обогащающую почву азотом. Они требуют фосфор и калий. В первые периоды жизни необходимы легкодоступные фосфаты. Велика потребность и в калии, вынос которого клевером в 10 раз больше, чем льном и зерновыми.

Предъявляют требования к бору, молибдену и меди, которые способствуют росту и развитию и повышают продуктивность. Клевер высевают под покров. Он не переносит кислые почвы. Хорошо отзывается на органические удобрения, которые вносят под покровную культуру (20-30 т/га), особенно на дерново-подзолистых почвах. Фосфорно-калийные удобрения вносят под покровную культуру. При

этом эффективность удобрений в два раза выше, чем при поверхностном внесении. Вносят высокие дозы в запас. Подкормки проводят азотными и фосфорными удобрениями в дозах 30-40 кг/га. Семена рекомендуют обрабатывать молибденом.

Люцерна предъявляет более высокие требования к плодородию, чем клевер. Дает высокие урожаи только на хорошо окультуренных почвах. Корневая система более мощная, чем у других трав. Хорошо отзывается на органические удобрения, внесенные под предшествующую культуру. Под основную обработку вносят суперфосфат и калийные удобрения. На хорошо окультуренных почвах норму фосфорных удобрений снижают на 20-30 %, а калия оставляют. Подкормки удобрениями, особенно азотными, применяют после каждого укоса по 40-60 кг/га. Эффективность подкормок значительно возрастает при орошении.

Однолетние кормовые травы. Группа однолетних кормовых трав объединяет растения семейства бобовых и злаковых, дающих урожай только в год посева. Из бобовых растений широко используют вику яровую, пелюшку (горох кормовой), люпин кормовой; из злаковых – сорго, суданскую траву. Однолетние травы используют, как правило, на зеленый корм. Это хорошие парозанимающие культуры, позволяющие своевременно освободить поля для посева озимых.

Вика, как в чистом посеве, так и в смеси с другими культурами, хорошо отзывается на удобрения. На формирование 1 т семян и соответствующего количества надземной массы она потребляет из почвы 65-120 кг азота, 15 кг фосфора, 18 кг калия.

Вико-овсяная смесь (а также посевы вики с другими злаковыми компонентами) отзывчива на внесение навоза, который вносят в норме 20-30 т/га под зяблевую вспашку. Злаковые культуры являются более сильным конкурентом в усвоении удобрений. При недостатке в почве фосфора и калия они угнетают вику. Внесение под вико-злаковые смеси фосфора и калия по 45-60 кг/га повышает урожай зеленой массы на 30-40 %. Наибольшее влияние оказывает внесение удобрений с осени под вспашку. Хороший эффект обеспечивает рядковое внесение аммофоса вместе с семенами. Вика, как и другие бобовые культуры, обладает повышенной способностью извлекать фосфор из труднорастворимых соединений. Поэтому виды фосфорных удобрений для нее равноценны.

Большую часть азота культура извлекает из воздуха благодаря функционированию клубеньковых бактерий. До начала ветвления стебля клубеньки образуются в основном на главном стебле. Затем этот процесс продолжается на корнях второго порядка. Наибольшее количество клубеньков формируется к началу цветения, а в период образования бобов их численность уже снижается. В зависимости от условий произрастания вика 40-60 % потребности в азоте обеспечивает за счет азотфиксации. Посевы вики в смеси со злаковыми культурами хорошо реагируют на известкование кислых почв. Более эффективно внесение доломитовой муки, являющейся дополнительным источником магния.

Пелюшка, или кормовой горох, – хорошая парозанимающая культура. Под основную обработку почвы вносят фосфорно-калийные удобрения из расчета $P_{45-60}K_{45-60}$. При посеве в смеси со злаковыми культурами под предпосевную культивацию рекомендуется применять азотные удобрения N_{20-30} .

Суданская трава – одна из самых ценных кормовых культур. На образование 1 т сухого вещества потребляет из почвы 25-30 кг азота, 6-7 кг фосфора и 15-17 кг калия. Органические удобрения вносят под предшествующие культуры. Минеральные удобрения вносят под суданскую траву из расчета $N_{45-50} P_{30-45} K_{30-45}$. Для суданской травы характерна повышенная потребность в азотных удобрениях в критические периоды – кущение – выметывание метелки, а также интенсивного наращивания массы. Азотные подкормки проводят после стравливания или скашивания. При нормальной обеспеченности влагой создаются благоприятные условия для дружного отрастания.

Самым энергично развивающимся направлением в сельском хозяйстве Красноярского края является производство **рапса на масле-семена**. Рапс очень требовательная культура к обеспеченности почвы элементами питания. На формирование 1 т семян рапса с учетом побочной продукции в условиях Сибири требуется 71 кг азота, 15,7 кг фосфора, 84,8 кг калия, т.е. в два раза больше азота и фосфора, чем на зерновые культуры, и в 4 раза больше калия. Кислотность почвы должна быть в пределах 5,5-7. Рапс требователен к влаге, поэтому размещать его следует на почвах среднего и тяжелого гранулометрического состава, поскольку легкие песчаные почвы не обладают достаточной влагоемкостью. Максимальное потребление элементов питания у ярового рапса отмечено в фазе бутонизации – начала цветения. Рапс отзывчив на внесение минеральных удобрений. По дан-

ным многочисленных исследований, рекомендуемая доза удобрений в лесостепной зоне для формирования урожайности 18-20 ц/га составляет $N_{60-120}, P_{40-60}, K_{100-160}$.

Азотные удобрения вносят под предпосевную культивацию или в период полупаровой обработки почвы при поздних сроках посева. Лучшие результаты дает дробное внесение азотных туков – осенью под основную обработку и весной при посеве. Осенью допускается вносить только сульфат аммония с обязательной заделкой в почву. При применении других видов азотных удобрений их рекомендуют вносить в два приема: перед посевом (при посеве) N_{60-80} , затем в фазу начала стеблевания N_{40} .

В настоящее время в крае под рапс используют минеральные азотные удобрения в жидком виде: карбамидно-аммиачную смесь (КАС) и безводный аммиак. Из опыта практикующих предприятий КАС-32 вносят локально перед посевом в количестве 150-300 л, безводный аммиак врезают на глубину 19 см из расчета 72 кг/га осенью или весной.

Максимум поглощения подвижного фосфора происходит в период между стеблеванием и цветением. Корневая система рапса, по сравнению с зерновыми культурами, обладает фосформобилизирующими свойствами, то есть способна усваивать неподвижный фосфор из почвы. Стартовую дозу фосфорных удобрений (до 10-20 кг/га P_2O_5) рекомендуется вносить с семенами при посеве, большие дозы фосфора и калия – локально или вразброс под основную обработку почвы.

Потребность рапса в калии удовлетворяется внесением сульфатсодержащих калийных удобрений. Этим предотвращается избыток хлоридов, вызывающих у рапса хлорозы, а также достигается обеспечение растений рапса серой. Сера – наиважнейший элемент для рапса, повышающий не только урожайность, но и содержание масла в зерне. С каждой тонной ярового рапса выносятся 5 кг серы. Недостаток серы восполним при подкормке рапса серосодержащим азотным удобрением – сульфатом аммония.

Также необходимо предусмотреть внекорневые подкормки борными удобрениями. Рапс нуждается в боре, особенно до и во время цветения. Зачастую именно в эти фазы развития растения наблюдается недостаток этого микроэлемента. За вегетацию рапс поглощает до 350-450 г/га бора. Содержание бора в почвах возрастает с повышением ее кислотности.

При выращивании рапса на маслосемена необходимо внесение 30-50 кг/га серы и 2-3 кг/га бора в виде борной кислоты.

Кормовые корнеплоды дают высокие урожаи на плодородных почвах при хорошей заправке удобрениями. Наиболее требовательна кормовая свекла, затем брюква и менее турнепс. Они обладают малоразвитой корневой системой, но потребляют много питательных веществ. Кормовые корнеплоды неодинаково потребляют питательные вещества во время вегетации. При формировании надземной части (ботвы) необходимо усиленное азотное питание. Фосфор равномерно поступает в течение всей вегетации. Калий активно поглощается во вторую половину вегетации при формировании корнеплода. Основными удобрениями являются органические в норме 40-60 т/га и более. Кормовые корнеплоды хорошо отзываются на последнее действие органических удобрений. Из всех корнеплодов наиболее отзывчив на минеральные удобрения турнепс. Кормовая свекла хорошо отзывчива на натрий, поэтому лучше применять калийную соль, в составе которой содержится натрий. Кроме того, эта культура нуждается в боре, внесение которого предотвращает заболевание корнеплодов гнилью сердечка и дуплистостью корня. Корнеплоды положительно реагируют на рядковое внесение суперфосфата. Эффективны подкормки. Первую подкормку проводят при образовании первой пары настоящих листьев азотом и фосфором или навозной жижей. Во вторую подкормку перед смыканием ботвы вносят фосфорно-калийные удобрения.

Картофель вследствие слаборазвитой корневой системы, располагающейся в верхнем пахотном слое, требует высокого плодородия почвы и внесения значительных количеств удобрений. Влияние разных видов удобрений на рост, развитие и урожай картофеля неодинаково. Азот способствует нарастанию ботвы. Фосфор положительно влияет на растение в течение всей вегетации, особенно в период цветения и клубнеобразования, калий способствует синтезу крахмала и потребляется в больших количествах, чем азот и фосфор.

Важный период – клубнеобразование. В этот период необходимо наличие достаточного количества питательных веществ, которые расходуются на рост клубней. Избыток азота при клубнеобразовании уменьшает накопление крахмала в клубнях и их вызревание. Происходит «жирование» клубней. Высокоэффективным является внесение под картофель навоза в дозе 40-60 т/га под зяблевую вспашку. Повышенные нормы навоза нежелательны, так как понижают содержание

крахмала в клубнях, особенно при недостатке влаги. Под картофель вносят полные минеральные удобрения по 60-90 кг/га каждого. Из азотных удобрений лучше применять аммонийные формы, а из калийных – бесхлорные, так как картофель является хлорофобной культурой. Лучше применять серосодержащие калийные удобрения, такие как сульфат калия, в связи с дополнительной потребностью картофеля в сере. Фосфорно-калийные удобрения вносят под основную обработку, а азотные – под предпосевную. Рекомендуется внесение комплексных удобрений (нитроаммофос, диаммофос). Идеальными являются тройные комплексные удобрения. Эффективно под картофель локально-ленточное внесение (врезание), так как удобрения в этом случае вносятся в слой, где идет клубнеобразование.

Подсолнечник обладает мощной корневой системой, поглощающей большое количество калия и азота. Соотношение потребляемых питательных веществ – N:P:K 1,2:1:6 на семена и 1,7:1:5 на зеленую массу. Подсолнечник – калийлюбивая культура. Избыток азота при недостатке фосфора резко снижает масличность. Азот усиленно потребляется подсолнечником от начала образования корзинок до налива семян, калий – в фазу образования корзинки. Подсолнечник может использовать питательные вещества из глубоких слоев почвы за счет мощной корневой системы. В системе удобрения используют органические удобрения 30-40 т/га. Навоз вносят под зяблевую вспашку и под весеннюю перепашку зяби. При посеве вносят нитроаммофос или двойной суперфосфат. Первую подкормку, как правило, азотными и фосфорными удобрениями применяют при появлении 3-4-й пары листьев, вторую – фосфорно-калийными удобрениями – перед образованием корзинок.

Кукуруза обладает большими потенциальными возможностями для создания урожая зеленой массы. Кукуруза – теплолюбивая культура, что определяет ее требования к произрастанию. Весной в Сибири часто складываются неблагоприятные условия для возделывания кукурузы на силос, и в первый месяц после появления всходов она развивается очень медленно. В этот период кукуруза очень требовательна к наличию легкодоступных питательных веществ в почве. Однако в момент прорастания семян кукуруза чувствительна к концентрации солей в почве, поэтому дозу рядкового внесения дают очень малой – до 10 кг/га. Эффективно внесение основного фосфорно-калийного удобрения в дозах 60-90 кг/га. Более высокие дозы вносят в том случае, если не применяли навоз или компост. Азотные

удобрения лучше вносить не с осени, а весной под предпосевную культивацию и при междурядной обработке (как подкормку). Наиболее интенсивное поглощение кукурузой питательных веществ, особенно азота, начинается с фазы 6-7 листьев. Органические удобрения вносят осенью – под зябь. Лучшими формами азотных удобрений под кукурузу являются аммиачная вода и безводный аммиак. Эти удобрения способствуют гибели проволочника – опасного вредителя кукурузы.

Лен-долгунец – культура, очень требовательная к пищевому режиму. Лен характеризуется слаборазвитой корневой системой и имеет очень короткий (30 дней) период максимального потребления питательных веществ. Это период быстрого роста (конец фазы елочки – цветение). Поэтому при определении норм удобрений возникает много трудностей, связанных с биологией культуры: невысокая усвояемость питательных веществ, короткий период их потребления, повышенная чувствительность растений к концентрации почвенного раствора и недостатку влаги. Лен требует соблюдения норм и правильного соотношения элементов питания, равномерного распределения по полю. Вносят хорошо перепревший навоз 15-20 т/га. Под лен нельзя переизвестковывать почву, поскольку растения могут поражаться бактериозом. Норма полного удобрения – $N_{30-60}P_{60-90}K_{90-120}$. Калийные удобрения вносят под основную обработку, часть фосфорных удобрений врезают, часть вносят при посеве. Лучше использовать борный суперфосфат. В фазу елочки эффективны подкормки аммиачной селитрой.

Перспективной культурой для центральных и южных районов Красноярского края является *лен масличный*. Для формирования 1 ц семян с учетом побочной продукции льну масличному необходимо 5-6,5 кг азота, 1,0-1,2 кг фосфора, 4-5,5 кг калия. Для возделывания льна пригодны черноземные легко-, среднесуглинистые, супесчаные почвы с рН 5,0-6,0, обеспеченные подвижным фосфором (100-200 мг/кг почвы), обменным калием (100-200 мг/кг), бором (0,30,7 мг/кг) и цинком (3-5 мг/кг).

Посев льна масличного на почвах с рН более 6,0 не рекомендуется, поскольку лен может поражаться кальциевым хлорозом.

Наибольшая потребность в азоте проявляется в фазы елочки и бутонизации, в фосфоре – в начальный период развития и в период формирования коробочек, в калии – в период созревания.

В то же время лен масличный чувствителен к избытку питательных веществ в почве, поэтому целесообразно внесение удобрений в разные сроки: осенью под зябь, перед посевом и в подкормку. Азот и фосфор вносятся при посеве в виде комплексного удобрения или смеси аммиачной селитры и аммофоса. Часть азотных и калийных удобрений целесообразно вносить в качестве подкормки в фазу елочка для обеспечения растений этими элементами в период наибольшей потребности в них [Сентябрев, 2010].

Особенности питания и удобрения овощных культур

Группа овощных культур представлена широким набором растений по ботаническому составу, биологии роста и развития, характеру используемых в пищу частей. Каждая культура характеризуется своеобразием и динамичностью в характере поглощения элементов питания и по фазам роста и развития растений.

Для нормального режима питания овощных культур важное значение имеют аэрация и температура почвы. Эти культуры при температуре почвы 12 °С, как правило, голодают, так как получают азота на 25 %, а фосфора вдвое меньше, чем при температуре 20 °С.

Овощные культуры неодинаково относятся к реакции среды и концентрации почвенного раствора. Наиболее выносливы к кислой реакции рН 5,0 – редис, редька, щавель, арбуз. Морковь, огурец, томат и кольраби переносят рН 5,5-6,0. Для капусты белокочанной и цветной требуется рН 6,0-6,5. Свекла столовая, салат, лук лучше произрастают на почвах с нейтральной реакцией (рН 6,5-7,0). Поэтому наиболее отзывчивы на известкование и непосредственное внесение извести свекла и капуста белокочанная, а лук, огурец, салат хорошо используют последствие известкования. Малотребовательны к внесению извести редис, томат, горох, цветная капуста. К повышенной концентрации почвенного раствора чувствительны лук, огурец, морковь, тогда как свекла, капуста и томат хорошо развиваются при повышенных ее значениях.

Эффективность удобрений в овощеводстве определяется водным балансом. Улучшение фосфорного питания позволяет растениям лучше переносить засуху, избыток азота усиливает отрицательное действие засухи.

Овощные культуры неодинаково реагируют на различные формы минеральных удобрений. Хороший эффект оказывают мочевина и

аммиачная селитра. Капуста, огурец и томат положительно реагируют на сульфат аммония. Из фосфорных удобрений лучшим является гранулированный суперфосфат. На почвах, бедных серой, предпочтение отдают простому гранулированному суперфосфату, особенно под томат, капусту и огурец. Из калийных удобрений сульфат калия оказывает лучшее действие на все культуры по сравнению с хлористым калием, за исключением столовой свеклы. Натрийсодержащие калийные удобрения хорошо применять под свеклу, томат, капусту. Высококонтентрированные калийные удобрения необходимо вносить под лук, морковь, огурец.

Капуста. Корневая система капусты, хотя и сильно разветвленная, в основном располагается в пахотном слое и не отличается повышенной усваивающей способностью элементов питания из труднорастворимых соединений. По этой причине капусте необходима большая площадь питания: оптимальная схема посадки $0,7 \times 0,7$ м (20 тыс. растений на 1 га). Она потребляет элементы питания в течение всего периода вегетации. Фаза интенсивного поглощения элементов питания – формирование кочанов, т.е. вторая половина вегетации. Исходя из биологических особенностей минерального питания растений, система удобрения предусматривает: удобрение грунта для выгонки рассады; основное удобрение почвы; внесение удобрений при высадке рассады; подкормки.

Основное удобрение прежде всего включает навоз, торфокомпосты и низинный, хорошо разложившийся некислый торф. Более эффективно эти удобрения используются средне- и позднеспелыми сортами капусты. На минеральных почвах они могут сопровождаться азотными минеральными удобрениями, хороший эффект дает компостирование органических удобрений с фосфоритной мукой. Вынос калия растениями в 4 раза больше, чем фосфора. Поэтому почва должна быть обогащена этим элементом. Оптимальное соотношение основных элементов питания на фоне навоза 1,5:1,0:2,0; без навоза 2,0:1,0:2,5.

Огурцы – растение теплолюбивое. На долю корневой системы огурца приходится не более 3-5 % общей массы растения, и это накладывает свой отпечаток на систему удобрения культуры. Огурец может поглощать элементы питания только из легкорастворимых соединений и в то же время не выносит повышенных концентраций питательных веществ. Интенсивный прирост вегетативной массы огурца наблюдается в первые 5 декад, причем в листьях выше доля

азота и фосфора, в стеблях – калия. С 4-й декады идет накопление сухой массы и элементов питания в плодах – калия в мякоти, азота в семенах. Основная часть элементов питания поглощается растением в период плодоношения – от 55 до 85 %. В начале вегетации преимущественно поглощается азот, затем, в период интенсивного роста ботвы, усиливается потребление калия, а в период плодоношения, в связи с ростом ботвы, – снова азота.

Система удобрения огурца включает основное внесение и подкормки. Задачей основного удобрения является создание оптимальной реакции среды, обогащение почвы элементами питания. Огурцы предпочитают органические удобрения, в том числе навоз любой степени разложения. Высокие урожаи хорошего качества огурцов обеспечиваются при достаточном содержании в почве микроэлементов – бора, марганца. Первая подкормка растений огурца проводится в начале цветения, в период плодоношения эта операция проводится после каждого сбора урожая, практически каждые 3-4 дня.

Томаты формируют слаборазвитую корневую систему, которая в основном располагается в пахотном слое. Длительный период интенсивного поглощения элементов питания, высокие требования растений к аэрации водопотреблению вызывают необходимость плодородных, достаточно структурных почв. Пасленовые культуры отличаются способностью к продолжительному росту и новообразованию органов. Соответственно поглощение элементов питания идет в течение всего периода вегетации. При выгонке рассады до появления первых листочков растения преимущественно нуждаются в азоте. Затем, в связи с утолщением и ростом стебля, возрастает потребность в калии и фосфоре. После высадки рассады в грунт, в период разрастания листьев до завязывания плодов, усиливается поглощение азота. При формировании плодов в сумме усваиваемых элементов преобладает калий. В августе интенсивность поглощения элементов питания резко снижается. Налив плодов в основном идет за счет передвижения из вегетативных органов поглощенных ранее элементов питания. В целом за вегетационный период потребление элементов питания происходит в соотношении 2,5:1,0:4,0. Система удобрения для пасленовых культур включает следующие элементы: грунт и удобрения для выгонки рассады; основное удобрение; подкормки. В качестве основного под эти культуры вносятся органические удобрения, но они должны быть хорошо разложившимися. Свежий навоз вызывает формирование нестандартных по форме пло-

дов, может снизить содержание сахаров, аскорбиновой кислоты, витаминов. Эти культуры хорошо используют последствие органических удобрений. Подкормки растений пасленовых проводятся перед цветением и в период формирования плодов. В составе смеси для подкормки растений должен преобладать фосфор. Рекомендуемые дозы элементов питания (кг/га): азот – 15, фосфор – 30, калий – 15.

Лук отличается повышенной требовательностью к плодородию почвы, так как корневая система его слабо развита и располагается в поверхностном слое почвы. В то же время лук чувствителен к повышенной концентрации питательного раствора и кислотности. Толерантные значения рН для лука 6,5-8,0; оптимальные 6,7-7,3. Репчатый лук хорошо реагирует на минеральные удобрения. Калийные и фосфорные удобрения ускоряют созревание луковицы, повышают плотность, массу и лежкость. В условиях хорошей влагообеспеченности наиболее высокий урожай получают при внесении органических (20-30 т/га) и минеральных ($N_{60-90}P_{60-90}K_{60-90}$) удобрений. Большое значение имеет внесение общего количества минеральных удобрений в подкормку [Юлушев, 2005].

3.6.2. Приемы внесения удобрений

Существенное влияние на выбор технологии и приемов внесения удобрений оказывают:

- 1) свойства самих удобрений, их физическое состояние, концентрация в них питательных элементов;
- 2) степень подвижности питательных веществ в удобрениях, их растворимость;
- 3) особенности взаимодействия удобрений с почвенно-поглощающим комплексом;
- 4) наличие в удобрениях балластных веществ и отношение к ним сельскохозяйственных культур (Cl, SO₄, Na и т.д.).

Приемы внесения есть не что иное, как сочетание сроков и способов внесения органических, минеральных и бактериальных удобрений, тесно связанных с агротехникой возделывания отдельных культур. Выбранный прием внесения удобрений определяет срок, глубину и пространственное размещение питательных веществ в почве.

Сроки внесения минеральных удобрений

Учитывая периодичность питания растений (критический период и период максимального потребления элементов питания), выделяют три срока внесения удобрений. В зависимости от времени внесения удобрений и назначения различают следующие сроки:

- 1) основное удобрение (до посева): осеннее и весеннее;
- 2) предпосевное;
- 3) припосевное (во время посева);
- 4) подкормка (послепосевное внесение удобрений в период роста растений).

Основное удобрение предназначено:

- обеспечивать растение элементами питания на весь период его развития;
- повышать плодородие почвы;
- улучшать физические и физико-химические свойства почвы;
- стимулировать биологическую активность.

Поэтому для подавляющего большинства культур в условиях достаточного увлажнения и орошаемого земледелия оно составляет 60-90 %, а недостаточного увлажнения – 90-100 % общей дозы. В районах с гумидным климатом основное внесение фосфорно-калийных удобрений осуществляют обычно осенью под вспашку, а азотных – весной под предпосевную культивацию. В зонах достаточного увлажнения при промывном типе водного режима почв азотные удобрения с осени вносить нецелесообразно из-за высокой их растворимости и возможного вымывания. В условиях недостаточного увлажнения из-за пересыхания верхней части пахотного слоя почвы имеет преимущество глубокая заделка удобрения до посева под зяблевую вспашку.

Предпосевное внесение удобрений – применяют для удовлетворения потребностей растений в элементах питания в первый период их роста и развития. Это первый обязательный прием внесения минеральных удобрений под все культуры во всех почвенно-климатических условиях. Во время сева в первую очередь вносят преимущественно легкорастворимые фосфорные удобрения, поскольку фосфор нужен для питания растений в первые дни жизни. Предпосевное внесение удобрений всегда проводят локально, что значительно повышает их использование. Так, при рядовом внесении суперфосфата гранулированного под зерновые культуры коэффициент использования фосфора составляет 40-60 %. Эффективность

предпосевного удобрения зависит от вида сельскохозяйственных культур.

Припосевное удобрение вносят одновременно с посевом или посадкой полевых и овощных культур непосредственно в рядки. Припосевное рядковое удобрение предназначено для удовлетворения потребностей культур в питательных элементах в период прорастания семян до появления полных всходов, поэтому редко превышает 2-10 % общей дозы и представлено водорастворимыми формами. В период от прорастания семян до образования корневой системы всходы слабо усваивают питательные вещества почвы и основного удобрения. Припосевное удобрение позволяет растениям за короткий срок сформировать хорошо развитую корневую систему, улучшает питание растений в течение всего вегетационного периода. Виды и формы припосевного удобрения предопределены его назначением. В первые две недели после прорастания семян у растений наступает критический период к недостатку фосфора. Поэтому решающее значение в составе рядкового удобрения имеет фосфорное. В то же время проростки семян очень чувствительны к высокой концентрации почвенного раствора. В связи с этим непосредственно в рядки вносят в зависимости от культуры небольшие дозы удобрений (5-20 кг д.в./га).

Послепосевное удобрение (подкормку) проводят при недостаточном внесении основного удобрения для улучшения качества продукции, удовлетворения потребностей культур, чаще всего в азоте, реже в калии, в период максимального поглощения их в течение вегетации. На долю этого приема может приходиться 20-30 % общей дозы. В большинстве случаев фосфорно-калийные подкормки, вследствие мелкой заделки удобрений, неэффективны и ими нельзя заменить основное удобрение. Они целесообразны только на слабо обеспеченных этими элементами почвах при отсутствии или недостаточном внесении основного удобрения, когда симптомы голодания растений обнаруживаются по внешним признакам. Под овощные, кормовые и пропашные культуры на легких почвах наряду с азотными возможны подкормки калийными, а под двумя последними группами культур и жидкими органическими удобрениями.

Подкормки азотными удобрениями обязательны, как правило, для озимых зерновых и многолетних злаковых трав. Вышедшие после перезимовки растения ослаблены, микробиологическая деятельность в почве в этот период заторможена, растения испытывают недостаток азота. При этом внесение мочевины разбросным способом исключается из-за больших газообразных потерь азота при ее

разложении. Для повышения эффективности ранневесенних подкормок и уменьшения потерь азота их не следует проводить до полного схода снега и сброса снеговой воды. Вносить азот под озимые культуры следует весной, когда растения тронутся в рост, при этом наиболее эффективна прикорневая подкормка. Прикорневую подкормку озимых культур проводят при помощи зерновых сеялок с дисковыми сошниками поперек рядков растений после схода снега и подсыхания почвы, чтобы не повредить посевы.

На посевах кукурузы азотную подкормку дают во время первой междурядной обработки, картофеля – через 10-15 дней после всходов.

Способы внесения удобрений

Действие удобрений на урожайность культур определяется не только количеством и качеством минеральных удобрений (химический состав, физическое состояние), но и *способом* его внесения в почву.

Способ внесения (заделки) удобрения – это установленная схема размещения питательных элементов удобрения в пахотном слое почвы с помощью посадочных машин, существующих конструкций комбинированных сеялок. С учетом *характера распределения удобрений по площади* различают два способа внесения удобрений:

- 1) сплошное (разбросное);
- 2) локальное (рядковое, очаговое, ленточно-локальное, послыйное).

Выбор способа внесения удобрений зависит от того, какую задачу ставим мы перед собой – повысить плодородие почвы или удобрить конкретную культуру данного года. Если мы хотим воздействовать на почву, изменить ее во всей массе как среду для питания культурных растений, то должны стремиться к тому, чтобы все частички удобрений были равномерно расположены в почве. Если же вносимое удобрение должно явиться непосредственным источником пищи для растений, то его необходимо распределить в почве таким образом, чтобы оно было легко доступно активной части корневой системы и в то же время предохранялось от соприкосновения с поверхностью почвенных частиц, так как это может привести к понижению доступности их растению. При сплошном внесении соответствующая доза удобрения разбрасывается равномерно по всей площади, а затем бороной, культиватором, плугом заделывается в почву и перемешивается с ней. Такой способ расположения удобрений является правильным при применении органических удобрений и

при внесении извести, когда вопрос стоит не только о непосредственном питании растений, но и об улучшении физико-химических и биологических свойств почв как культурной среды для роста и развития растений. Разбросным способом вносят также слаборастворимые формы удобрений – фосфоритную муку, преципитат, фосфатшлак. Внесение минеральных удобрений осуществляется с использованием рассеивателей центробежного типа: РУ-1600, РУ-7000 А, МТТ-4У; AMAZONE: ZA-M серии 2AM или ZC-B7001; BOGBALLE: M1 или DZ; BREDAL: K-45 или K-105. При заделке удобрений под вспашку основное их количество размещается на глубине 9-20 см, в результате чего оно мало доступно растениям в начале вегетации (рис. 2).

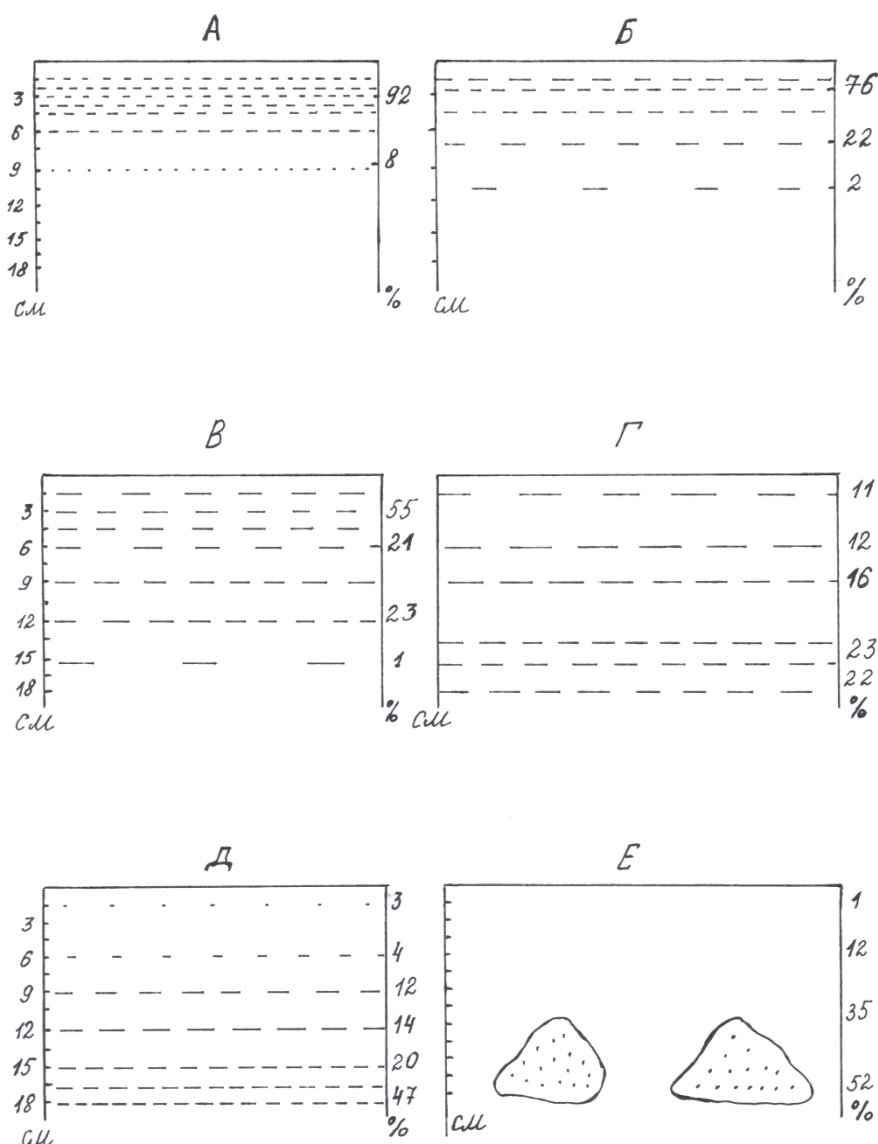


Рисунок 2 – Размещение основного удобрения при разных способах его заделки:
 А – легкой бороной; Б – тяжелой бороной; В – культиватором; Г – плугом;
 Д – плугом с предплужником; Е – культиватором-растениепитателем

При заделке культиваторами и дисковыми боронами 50-90 % удобрений находится в поверхностном 3-сантиметровом слое почвы, который быстро пересыхает, и питательные вещества удобрений плохо используются растением.

Преимущество разбросного внесения удобрений – высокая производительность. Однако недостатков больше. Прежде всего – неравномерность распределения по площади, при которой:

- ❖ наблюдается растянутость прохождения фаз развития растений;
- ❖ биологическая и хозяйственная зрелость растений наступает не одновременно, сопровождается потерями урожая. Невыравненность по размеру и массе продукции усложняет ее переработку, снижается качество конечной продукции;

- ❖ отмечается полосная засоренность и полегание хлебов;

- ❖ основная часть удобрений находится в слое 0-4 см, который часто пересыхает, а при заделке под вспашку удобрения смешиваются с большим объемом почвы, что способствует переходу их в труднодоступное состояние;

- ❖ при неглубокой заделке происходит выдувание, смыв тальными водами или атмосферными осадками частиц удобрений, что приводит к загрязнению открытых водоемов, грунтовых вод.

Под локальным внесением удобрений имеется в виду размещение их небольшой дозы (10-15 кг д.в. на гектар) в непосредственной близости от семян, клубней, или сплошными лентами под рядами растений (или сбоку), или гнездами под каждым растением – рядковое внесение (рис. 3).

Тем самым семена от удобрений отделяются прослойкой почвы. Такой способ внесения удобен тем, что молодые проростки растений, весьма чувствительные к повышенной концентрации солей в почвенном растворе, защищены прослойкой почвы, которая предохраняет их от непосредственного соприкосновения с образовавшейся повышенной концентрацией.

Припосевное ленточное удобрение позволяет размещать ленты удобрений на оптимальных и строго выдержанных расстояниях от рядков семян, снижает неравномерность их распределения. Ленты удобрений располагают ниже и сбоку от рядков семян.

Удобрения с семенами не контактируют, они разделены прослойкой почвы. Глубину внесения припосевного ленточного удобрения устанавливают с учетом почвенно-климатических условий. В зоне достаточного увлажнения на суглинистых почвах ленты удобре-

ний располагают на глубине около 3 см ниже уровня размещения семян, на песчаных и супесчаных почвах подтайги и в лесостепи удобрения вносят на 3-5 см, а в засушливой степной зоне на 5-7 см глубже семян. Смещение ленты удобрения в сторону от рядка семян должно составлять 2-4 см, при узкорядном посеве зерновых (с междурядьями 6-8 см) ленты удобрений размещают посередине междурядья.

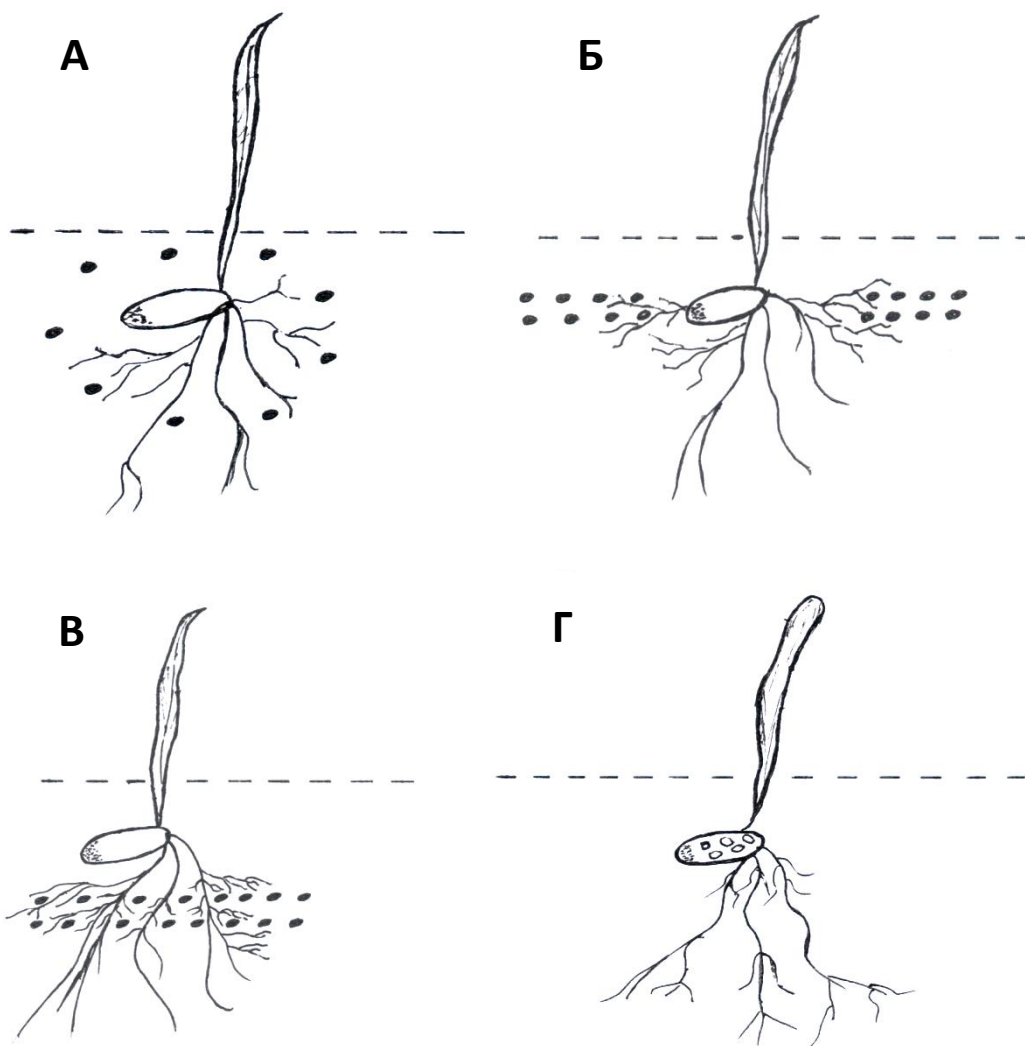


Рисунок 3 – Способы рядкового внесения удобрений:

А – удобрения контактируют с семенами; Б – удобрения изолированы от семян; В – размещение удобрений на 2-4 см ниже семени и сбоку от него;

Г – инкрустация семян микроэлементами

При внесении удобрения под пропашные культуры ленты должны смещаться в сторону от рядка на 2-10 см, глубина посева их на 2-7 см ниже семян. При больших дозах удобрения его размещают в две ленты, по обе стороны от рядка семян.

Локализация удобрений ускоряет появление вторичных корней у зерновых культур. Корни, находящиеся в зоне концентрации элементов питания, обеспечивают интенсивное поглощение фосфора (до 80 % от общего количества) и быстрый его метаболизм. Другие корни, не подвергаясь воздействию высоких осмотических сил, в основном поглощают влагу, обеспечивая растениям засухоустойчивость. Происходит специализация отдельных зон корневой системы, и она имеет особое значение для скороспелых сортов.

Потребление влаги при локализации удобрений снижается на 10-15 %, эффективность удобрений меньше зависит от погодных условий, а это особенно важно в земледельческих зонах, где в период всходы → кущение наблюдается засушливость.

Удобрения, внесенные близко к корням молодого растения, позволяют последнему быстро пойти в рост. Это важно для того, чтобы посеы достигли такой фазы роста, когда им менее угрожают вредители или болезни, когда они более успешно могут соревноваться с сорняками. Преимущество местного внесения по сравнению со сплошным:

- ❖ снижается связывание подвижного фосфора почвой в результате сокращения поверхности соприкосновения гранул с почвой;

- ❖ располагаясь на определенном оптимальном расстоянии относительно корней, оно лучше используется ими и оказывается значительно эффективнее;

- ❖ локализация микроудобрения путем предпосевной обработки семян растворами борной кислоты, молибденовокислого аммония, медного купороса, кроме физиологического значения, позволяет упростить, удешевить их применение.

Классификация приемов локального внесения удобрений

Известны разнообразные модификации локального внесения удобрений. Они различаются *назначением* вносимого удобрения (основное, стартовое и подкормка), *сроком его применения* (до посева, одновременно с ним или после посева) и параметрами его размещения в почве, т.е. *формой и взаимным расположением очагов удобрений* (экраном – сплошным слоем, непрерывными или пунктирными лентами, разрозненными гнездами).

Локальное внесение основного удобрения обычно проводят до посева или одновременно с ним. Основное удобрение, вносимое од-

новременно с посевом зерновых культур, высевают в общий рядок с семенами или размещают в почве лентой сбоку и ниже рядка семян.

Первый способ требует ограничения дозы удобрения, так как размещение большого количества растворимых солей в контакте с семенами может снизить их всхожесть, особенно при недостаточной влажности почвы.

Второй способ более универсален и эффективнее первого, так как исключает отрицательное действие высокой солевой концентрации на семена и проростки, обеспечивает благоприятные условия для роста корней в ленте удобрений.

Для внесения основного удобрения в общий рядок с семенами используют зернотуковые сеялки СЗ-3,6, СЗУ-3,6, СЗП-3,6.

В настоящее время в сельском хозяйстве Красноярского края большое применение находят пневматические централизованные высевающие системы (ПЦВС), которые обеспечивают снижение металлоемкости и повышение производительности. Универсальные посевные комплексы с одновременным внесением гранулированных удобрений: «AGRATOR DK», «AGRATOR-ANCER», Сеялка CaseIH (FlexiCoil) Flex HoeATX400 39FT (12 м) + Пневмобункер Precision Air 2230, «Кузбасс», «Kerneland Accord Insider-12-6000», широкозахватный посевной комплекс «Horsch», «Horsch Pronto 6 DC», «ТОМЬ-10», «JOHNDEERE-1830/1835».

При рядовом посеве семян с междурядьями 15 см доза калия в удобрении не должна превышать 30 кг, азота в аммонийной и нитратной форме – 25-30, а в форме мочевины – 15-20, фосфора – 40-60 кг на 1 га.

При узкорядном и перекрестном севе допускается увеличение указанных доз в 1,5-2 раза, если обеспечивается равномерное распределение удобрений между всеми рядками семян. Вместо тукосмесей целесообразно использовать гранулированные комплексные удобрения (нитрофос, нитрофоску, нитроаммофоску), которые более качественно высеваются туковыми аппаратами сеялки.

Оптимальные условия для появления всходов, минерального питания и развития зерновых культур обеспечиваются размещением лент основного удобрения на 2-4 см в сторону от рядка семян на глубину, устанавливаемую с учетом почвенно-климатических условий.

В отдельных случаях возможно проводить внесение удобрения сразу после посева или при появлении всходов, обозначении рядков растений. Наиболее эффективно припосевное внесение удобрений.

Припосевное ленточное внесение основного удобрения позволяет расположить все рядки семян на оптимальных расстояниях от лент удобрения и тем самым уменьшить неравномерность в минеральном питании и развитии отдельных растений.

Стартовое (рядковое) удобрение вносят в рядки семян или близко к ним одновременно с посевом, используя для внесения машины ППМ-Обь-43Т, СКП-2,1 Омичка, СЗС-2,1. Назначение стартового удобрения – усилить минеральное питание растений в период от прорастания семян до образования корневой системы, способной усваивать питательные вещества из почвы и основного удобрения.

Стартовое удобрение, соответственно его назначению, применяют небольшими дозами (до 20 кг N, P₂O₅, K₂O на 1 га) и размещают в почве в непосредственном контакте с семенами или на расстоянии не более 2-3 см от них. Используемые для этого удобрения должны быть хорошо растворимыми в воде и легко усвояемыми для растений.

Потребность молодых растений в фосфоре преобладает над потребностью в азоте. Поэтому в составе стартового удобрения решающее значение имеет фосфор.

Азот и калий включают в стартовое удобрение только в тех случаях, когда почвенные запасы этих элементов недостаточны, а основное удобрение не применялось или внесено разбросным способом с заделкой на большую глубину и позиционно недоступно слаборазвитым корням молодых растений.

Стартовое удобрение, содержащее азотные и калийные соли или повышенные дозы фосфатов, необходимо отделять от семян небольшой (2-3 см) почвенной прослойкой. Это обеспечивается комбинированными сошниками кукурузных, свекловичных сеялок.

Подкормку проводят в период вегетации растений. При этом удобрения вносят вразброс (поверхностная подкормка) или локально (прикорневая подкормка). Подкормка вегетирующих растений *прикорневым способом* широко применяется на всех пропашных и озимых зерновых культурах. Прикорневую подкормку озимых зерновых культур проводят весной после схода снежного покрова и подсыхания почвы до состояния, допускающего работу тракторных агрегатов без существенного повреждения посевов и поверхности почвы (рис. 4).

Прикорневая подкормка озимых культур может выполняться зернотуковыми сеялками всех марок, оснащенными дисковыми сошниками. Лучшую заделку удобрений обеспечивают однодисковые сошники сеялки СЗО-3,6.

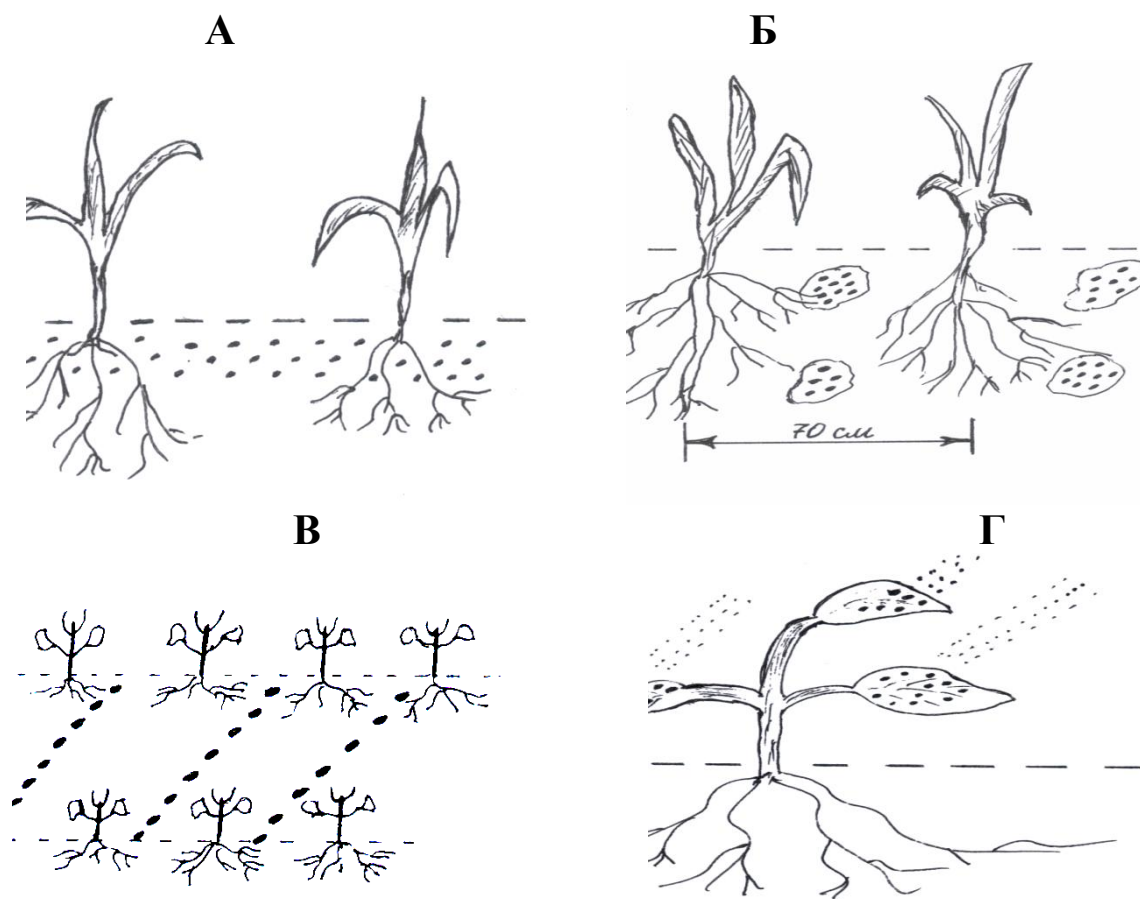


Рисунок 4 – Способы внесения подкормок:

*А – рассеив по поверхности; Б – локально, при междурядной обработке;
 В – прикорневым способом поперек рядков; Г – некорневые опрыскивания*

Экраным способом (сплошным слоем) вносят основное фосфорное удобрение под зерновые культуры при плоскорезной обработке почвы в засушливой степной зоне. При этом плоскорезную (безотвальную) обработку почвы следует производить одновременно с внесением удобрений на глубину 12-16 см.

Некорневая (листовая) подкормка макроудобрениями ранее была распространена на зерновых культурах для повышения качества белка, при концентрации удобрения в растворе не выше 10-15 % и норме расхода жидкости 200-300 л/га. В настоящее время этот вид подкормки входит в сельскохозяйственную практику в расширенном виде и используется не только как азотная подкормка, но и рассматривается как способ повышения урожайности. Важно помнить, что путем обработки листа раствором невозможно дать ту дозу элементов питания, которая необходима для построения определенного количества урожая. Самое подходящее для этого удобрение – мочевина. Учитывая, что, по сути, эта форма удобрения – органическое веще-

ство, концентрацию раствора для обработки вегетирующих растений можно увеличить вдвое и довести до 20 %.

Наиболее распространенным способом внесения микроудобрений в настоящее время является именно внекорневая подкормка, что позволяет избежать нежелательных взаимодействий элементов с почвенным раствором, дает возможность быстрого реагирования в условиях недостатка и с экологической точки зрения является более благоприятным, чем внесение в почву. Однако эффект от листовой подкормки растений комплексными микроудобрениями будет определяться рядом условий, среди которых можно назвать состав удобрения, свойства смеси для проведения подкормки, биологическую характеристику культуры, технологию внесения листового удобрения и ряд хозяйственно-организационных факторов. Важнейшим условием является своевременность внесения. В производственной практике внесение микроэлементов чаще всего приурочивается к внесению средств защиты растений. Но эти сроки не всегда отвечают критическим фазам роста и развития растения, его реальным потребностям в элементах питания.

Дифференцированное внесение удобрений (в координатном земледелии)

В соответствии с ГОСТ Р 56084-2014 «Глобальная навигационная спутниковая система. Система навигационно-информационного обеспечения координатного земледелия. Термины и определения» *дифференцированное внесение* (в координатном земледелии) – это процесс внесения в почву материалов (семян, удобрений, средств защиты растений) с переменной дозой, рассчитанной на основе анализа плодородия почв и (или) состояния посевов.

Дифференцированное внесение удобрений реализуется в двух режимах: **off-line** (с готовой картой поля) и **on-line** (режим реального времени).

Режим «**off-line**» предусматривает предварительную подготовку **карты-задания**, в которой в системе координат определены (привязаны) дозы удобрения для каждого элементарного участка поля. Готовая карта-задание переносится на **бортовой компьютер** трактора. Трактор, оснащенный бортовым компьютером, двигаясь по полю, определяет свое местонахождение с помощью **GPS-** или **ГЛОНАСС-приемника**, считывает с карты-задания дозу удобрения, соответст-

вующую месту нахождения, и посылает сигнал на **контроллер распределителя удобрений**. Контроллер, получив сигнал, выставляет на распределителе удобрений дозу, соответствующую месту нахождения.

Режим **«off-line»** применим как для **основного и предпосевного внесения удобрений** по данным электронной карты агрохимического обследования почв и (или) электронной карты урожайности и (или) электронной карты электропроводности, так и для **подкормки** по данным электронной карты биомассы растений, содержащей количественные значения нормализованного индекса вегетации сельскохозяйственной культуры (далее – NDVI). **NDVI** – это искусственный безразмерный показатель количества фотосинтетически активной биомассы (плотности растительности).

В режиме реального времени **«on-line»** доза удобрений определяется во время работы сельскохозяйственной техники при ее движении по полю с учетом **калибровки**. Калибровка – это количественная зависимость дозы удобрения от показаний **сенсорного датчика**, установленного на сельскохозяйственной технике, выполняющей операцию. Различают оптические, механические, электромагнитные и другие датчики, позволяющие определять основные параметры состояния почв, плотность травостоя, его жизнеспособность, содержание хлорофилла в листьях и биомассу растений. **Бортовой компьютер** сельскохозяйственной техники получает данные от датчика, сравнивает их с записанными в память значениями, полученными во время калибровки, и посылает сигнал на контроллер. В настоящее время режим **«on-line»** применяется преимущественно для **подкормки** вегетирующих культур азотными удобрениями.

В целях корректировки доз удобрений в режиме реального времени применяется **система дистанционного зондирования Земли** (далее – ДЗЗ), с помощью которой осуществляется картирование внутрипольной гетерогенности (неоднородности) почвенного и растительного покрова.

Опыт внедрения дифференцированного внесения удобрений в филиале Агрофизического НИИ в Ленинградской области показал увеличение урожайности пшеницы до 60-70 ц/га, картофеля – до 600-650 ц/га. При этом экономия удобрений и средств защиты растений в среднем за 5 лет составила порядка 35 % [Федоренко и др., 2018].

3.6.3. Технология применения минеральных удобрений

Транспортировка и внесение удобрений Агротехнические требования

При внесении твердых минеральных удобрений особое внимание уделяют правильной организации и полной механизации работ, соблюдению сроков и доз внесения удобрений.

Необходимо вносить удобрения в агротехнические сроки, соблюдая установленные дозы высева, равномерно распределять удобрения в почве или на поверхности поля. Неравномерность распределения при поверхностном внесении удобрений по всей площади поля не должна превышать 25 % для кузовных машин и 15 % – для туковых сеялок.

Не допускаются разрывы между смежными проходами машин и необработанные участки поля.

Перекрытие в стыковых проходах должно составлять 5% от ширины захвата агрегата.

Поворотные полосы засевают удобрениями с той же дозой высева, что и основное поле.

Влажность вносимых минеральных удобрений должна обеспечивать нормальную работу дозирующих устройств. Максимальное отклонение влажности от стандартной – не более 2 %.

Выбор технологических схем

В зависимости от наличия машин, расстояния доставки удобрений в поле, дозы внесения и других факторов используют следующие технологические схемы работы агрегатов: *прямоточную, перегрузочную и перевалочную* (табл. 15).

Прямоточная технология предусматривает внесение удобрений по схеме «склад – машина для внесения – поле».

Приготовленные на складе к внесению удобрения загружают погрузчиком в кузов разбрасывателя, который доставляет их в поле и распределяет по поверхности удобряемого участка. Туки транспортируют и разбрасывают одним и тем же агрегатом. Это снижает потери удобрений и простои агрегата по организационным причинам, кроме того, отпадает необходимость в дополнительных погрузочных и транспортных средствах.

Таблица 15 – Основные операции и комплексы машин, применяемые при различных технологических схемах внесения минеральных удобрений

| Схема внесения удобрений | Операция | Машины и оборудование |
|--------------------------|--|--|
| Прямоточная | Загрузка на складах | Погрузчики ПФ-0,75, ПФП-1,2, ПЭ-0,85 |
| | Транспортировка и внесение | Машины 1 РМГ-4, НРУ-0,5, РУМ-8, КСА-3. Amazone: ZA-M серии 2-AM или ZC-B7001. Voqball: M1 или DZ. Bredal: K-45 или K-105 или комбинированным агрегатом с пневмоподачей туков: СУ-900 |
| Перегрузочная | Загрузка на складах | Погрузчики ПФ-0,75, ПЭ-0,85, ПФП-1,2 |
| | Транспортировка и перегрузка в машины для внесения | Транспортные перегрузочные средства САЗ-3502, ЗАУ-3 (УЗСА-40) |
| | Внесение | Машины РУМ-8, 1 РМГ-4, РТТ-4,2, НРУ-0,5 РУ-1600, РУ-7000А, МТТ-4У; Amazone: ZA-M серии 2-AM или ZC-B7001. Voqball: M1 или DZ. Bredal: K-45 или K-105 или комбинированным агрегатом с пневмоподачей туков: СУ-900 |
| Перевалочная | Загрузка на складах | Погрузчик ПФ-0,75, ПФП -1,2, ПЭ-0,85 |
| | Транспортировка и выгрузка удобрений в кучи | Автомобили-самосвалы и тракторные самосвальные прицепы общего назначения |
| | Загрузка машин для внесения | Погрузчики ПФ-0,75, ПЭ-0,85, ПФП-1,2, ЗАУ-3 (УЗСА-40) |
| | Внесение | Машины РУМ-8, 1 РМГ-4, РТТ-4,2, НРУ-0,5, РУ-1600, РУ-7000А, МТТ-4У |

По перегрузочной схеме «склад – транспортировщик – перегрузчик – машина для внесения – поле» удобрения, подготовленные к внесению на складе, загружают погрузчиком в транспортно-перегрузочные средства, доставляют их в поле и затем перегружают в

кузов машины для внесения. Машина при этом работает только на внесении, благодаря чему резко повышается производительность агрегата. Для доставки удобрений в поле и перегрузки их в кузовные разбрасыватели применяют специальные автопогрузчики, а также автомобили-самосвалы с предварительным подъемом кузова. Вносить удобрения по перегрузочной технологии можно с использованием обычных автосамосвалов при наличии в поле передвижной эстакады.

Перевалочная технология предусматривает внесение удобрений по схеме «склад – автосамосвал – перегрузочная площадка – машина для внесения – поле». Минеральные удобрения загружают на складе погрузчиками в автомобили-самосвалы или тракторные прицепы самосвальные, которые доставляют туки в поле и разгружают их на краю удобряемого участка на специально подготовленную площадку. Из куч удобрения погружают тракторным погрузчиком в машины для внесения, которые работают только на этом процессе. Перевалочная технология позволяет провести часть работ по доставке удобрений в поле до агротехнических сроков их внесения, но требует дополнительных транспортных и погрузочных средств. Прямочная и перегрузочная технологические схемы работ машин наиболее экономически выгодные и обеспечивают полную механизацию работ. Прямочная схема может быть рекомендована при работе кузовных машин для внесения, если места хранения удобрений расположены в пределах эффективного радиуса их использования (табл. 16).

Таблица 16 – Предельные радиусы перевозки минеральных удобрений кузовными машинами при внесении их по прямочной технологии (площадь обрабатываемого поля 30 га), м

| Доза внесения удобрений, т/га | 1 РМГ-4 | РУМ-8 | КСА-3 |
|-------------------------------|---------|-------|-------|
| 0,1 | 28,0 | 45,0 | 61,1 |
| 0,2 | 14,0 | 22,0 | 44,7 |
| 0,3 | 10,0 | 14,0 | 30,4 |
| 0,4 | 7,6 | 11,0 | 25,1 |
| 0,5 | 6,5 | 8,0 | 19,3 |
| 0,6 | 5,5 | 6,1 | 18,8 |
| 0,7 | 5,0 | 6,0 | 17,0 |
| 0,8 | 4,9 | 5,0 | 16,2 |
| 0,9 | 4,5 | 4,9 | 14,3 |
| 1,0 | 4,0 | 4,0 | 13,7 |

При больших радиусах применяют перегрузочную и перевалочную схемы. Перевалочную технологическую схему применяют при отсутствии специальных перегрузочных средств типа САЗ-3502, эстакад, УЗСА-40.

Внесение удобрений Подготовка поля

1. Поле освобождают от препятствий, мешающих нормальной работе агрегатов. Неустранимые и малозаметные препятствия (глубокие ямы, канавы, овраги) ограждают или отмечают предупредительными знаками и об этом заранее сообщают трактористу.

2. Перед началом работ выбирают целесообразную схему работы машин и устанавливают наиболее выгодное направление рабочих ходов агрегатов, учитывая состояние поверхности почвы. Движение агрегата должно совпадать с направлением предшествующей вспашки или движением уборочных машин.

3. При выбранном направлении движения агрегата на поле отмечают поворотные полосы и провешивают линию первого прохода. Ширину поворотной полосы выбирают в зависимости от состава агрегата и способа движения. В тех случаях, когда повороты агрегата можно делать за пределами поля, поворотные полосы не отбивают.

4. При выборе длины гона учитывают, что машины для внесения минеральных удобрений относятся к группе машин с ограниченным запасом рабочего хода, так как их емкости требуют периодической загрузки. Наилучшие условия для работы агрегатов создаются, когда запас рабочего хода достаточен на движение агрегата до конца гона и обратно. Запас рабочего хода агрегата зависит от дозы внесения удобрений рабочей ширины разбрасывания.

5. Для каждого из указанных случаев, в зависимости от технологической схемы работы машин, существуют свои наиболее целесообразные варианты разбивки поля.

6. При подготовке поля для работы по прямоточной технологии руководствуются общими требованиями. Кроме того, при разметке поля, у которого длина гона примерно равна запасу рабочего хода, учитывают состояние подъездных путей и расположение поля относительно места заправки. Если место заправки находится в направлении движения агрегата, то поле разбивают на два участка и обрабатывают сначала один участок, а затем – другой. При этом длина участка должна составлять половину запаса рабочего хода. Если место заправки расположено в направлении, перпендикулярном дви-

жению агрегатов и имеются подъездные пути к обоим концам поля, то его на участки не разбивают, а агрегат заезжает на поле с одного из его концов, движется до противоположного конца поля, затем подъезжает к месту заправки, и процесс повторяется. В этом случае длина обрабатываемого участка должна быть равной запасу рабочего хода агрегата.

7. При работе разбрасывателей по перегрузочной схеме с использованием перегрузчиков типа САЗ-3502 подготовка поля и выбор способов движения агрегатов зависят не только от соотношения длины гона и пути разбрасывания, но и от способности перегрузчиков передвигаться по полю. Если перегрузчики могут свободно проходить по полю, его размечают, руководствуясь общими требованиями к разметке полей, а агрегаты заправляют в различных местах. Если движение перегрузчиков по полю затруднено, то агрегаты заправляют на границах поля, а само поле размечают в соответствии с требованиями по подготовке полей для прямоточного способа работы, исходя из соотношения длины гона к запасу рабочего хода агрегата.

8. При работе машин по перевалочной технологической схеме руководствуются общими требованиями к разметке полей, учитывая соотношение длины гона к запасу рабочего хода и место расположения заправки, как и по прямоточной схеме.

Работа агрегатов на загоне

1. Перед началом работы агрегат переводят из транспортного положения в рабочее. При необходимости опускают ветрозащитное устройство до горизонтального положения и располагают агрегат на поворотной полосе по линии первого прохода, обозначенной вешками. Включают разбрасывающие рабочие органы.

2. Выбор способа движения агрегатов зависит от размера поля и эксплуатационных данных машин, входящих в состав агрегата. Основной способ движения односеялочных агрегатов, кузовных и навесных центробежных машин – челночный. Зная рабочую ширину захвата машины при внесении данного вида удобрений, тракторист ведет агрегат в стороне от следа колес предшествующего прохода на расстоянии, равном половине ширины захвата.

3. На полях с малой длиной гона, а также при работе широкозахватных агрегатов (трех-, четырех- и пятисеялочных) целесообразен загонный способ движения, как наиболее выгодный. В этом случае сокращается ширина поворотной полосы по сравнению с челночным способом примерно на 30-40 %.

4. В процессе работы агрегат необходимо вести прямолинейно с перекрытием предыдущего прохода и сохранением постоянного интервала между смежными проходами. Скорость движения агрегата при внесении удобрений машиной РУМ-8 должна быть постоянной и соответствовать той, при которой проводилась регулировка на дозу внесения.

5. При работе с машинами 1 РМГ-4 и КСА-3 допускается маневрирование скоростями.

Контроль и оценка качества

Контроль и оценку качества работ по внесению минеральных удобрений проводят при настройке агрегатов периодически в процессе выполнения работы, а также при приемке-сдаче после окончания работ. Оценка качества внесения удобрений приведена в таблице 17.

Таблица 17 – Оценка качества внесения удобрений

| Показатель | Способ замера | Градация нормативов | Балл |
|---|--|---------------------------------|-------------|
| Отклонение от дозы внесения, % | Включают подающий механизм для заполнения высевной щели. После этого подстилают или подвешивают брезент и в течение 1 минуты машину прокручивают. Высеянные удобрения взвешивают. Операцию повторяют не менее трех раз | До ± 5 До 10 Более 10 | 3 2 0 |
| Неравномерность высева удобрений, % | Противни расставляют на ширину рабочего захвата агрегата. Удобрения, собранные с каждого противня, взвешивают, и результаты заносят в ведомость. Операцию повторяют не менее трех раз | До 10 До 25 Более 25 | 3 2 1 |
| Перекрытие стыковых проходов, % от ширины захвата | Не менее трех раз вешкой отмечают ширину первого прохода, замером определяют ширину второго прохода | До 3 До 5 Более 5 | 3 2 0 |

Комиссия проверяет объем и качество выполненных работ и составляет акт.

3.6.4. Технологии внесения жидких удобрений

Выбор наиболее рациональных технологий внесения жидких удобрений является важным фактором, определяющим эффективность их использования, доступность питательных веществ для корневых систем растений, оптимальную дозировку, номенклатуру используемых технических средств.

Применяемые в настоящее время технологии внесения жидких удобрений различаются по способу внесения удобрений, удаленности полей и технологическим схемам его выполнения [Соловьева, 2010].

В зависимости от способа выполнения основной технологической операции – внесения различают поверхностное и внутрипочвенное распределение жидких удобрений.

Поверхностное сплошное внесение осуществляется с помощью штанговых опрыскивателей или специализированных машин.

Из жидких азотных удобрений для поверхностного внесения пригодны растворы, применяемые при обычном давлении (ЖКУ, КАС, аммиакаты). Они могут разбрызгиваться по поверхности почвы или при точном учете их концентрации, а также в стадии развития растений, даже на посевах. Поверхностным способом нельзя вносить жидкий и водный аммиак.

Поверхностный способ является наименее эффективным и экономичным, так как машины неравномерно распределяют удобрения по участку поля, в результате чего может произойти неравномерный рост и созревание растений и связанная с этим пестрота урожая, снижение его качества. Наряду с этим при сплошном поверхностном внесении минеральных азотных и жидких органических удобрений происходят значительные потери азота из-за вымывания, денитрификации и освобождения газообразного аммиака (до 15-40 %).

Более рационально *поверхностное локальное* внесение удобрений – их распределяют по поверхности почвы концентрированными очагами, преимущественно в виде лент различной ширины, после чего заделывают в почву различными почвообрабатывающими орудиями. Наиболее рациональным и экологически безопасным способом внесения жидких удобрений является *локальный внутрипочвенный*. В соответствии с агротехническими требованиями при его использовании фактическая средняя доза удобрения должна отличаться от заданной не более чем на $\pm 10\%$.

Поверхностное внесение жидких минеральных удобрений (КАС, ЖКУ, водный аммиак) может осуществляться по прямоточной, перевалочной и перегрузочной технологиям (рис. 5).

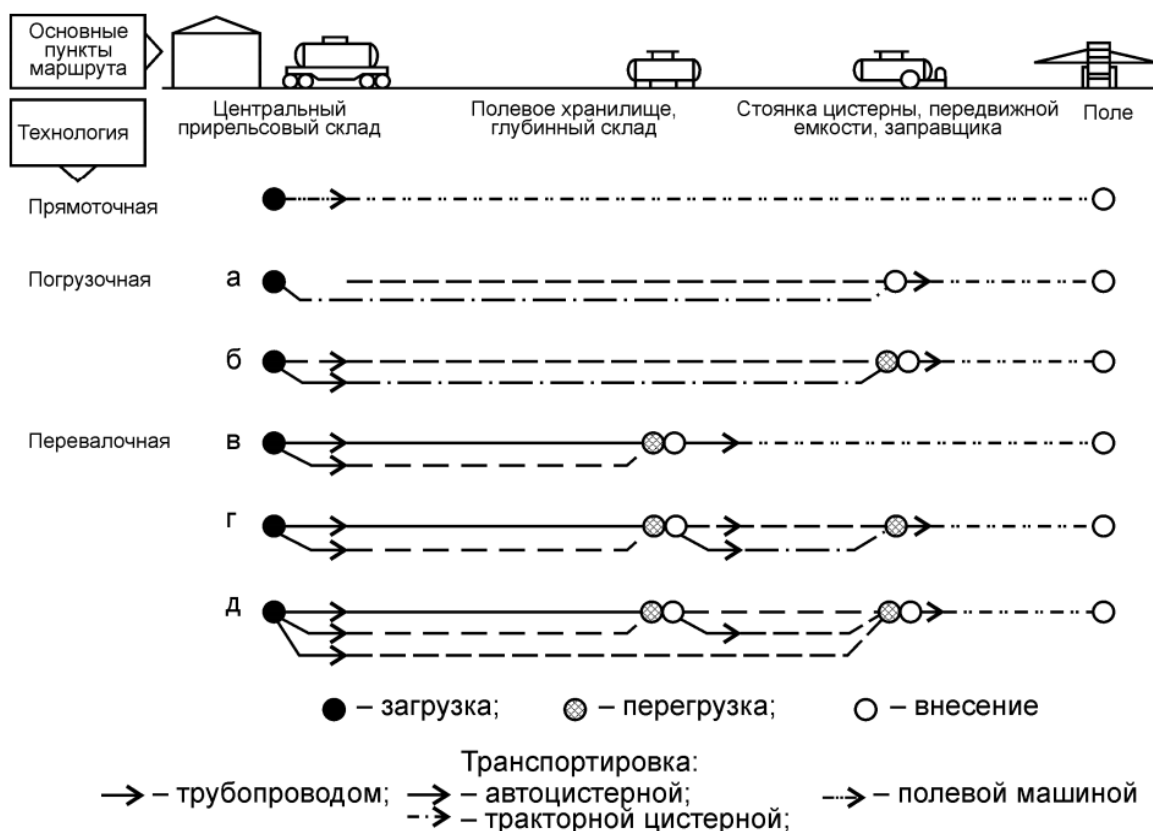


Рисунок 5 – Технологическая схема транспортировки и внесения ЖКУ и КАС

Для внутрипочвенного (локального) внесения таких удобрений используют перегрузочную и перевалочную технологические схемы. При *прямоточной* схеме ЖМУ на центральном складе удобрений загружают в машину для их внесения, транспортируют до обрабатываемого поля и вносят на поверхность почвы или внутрипочвенно. Ее целесообразно использовать, когда расстояние от склада до поля не превышает 3-4 км при поверхностном и 5-10 км при внутрипочвенном внесении удобрений.

Перегрузочная схема. Жидкие удобрения после доставки на поле перегружают из транспортной емкости в машины для внесения ЖМУ. Рекомендуется применять при расстоянии от склада до поля 10-15 км.

Перевалочная схема. ЖМУ, доставляемые из центрального склада большегрузными транспортными средствами или по трубопроводу, перегружают в стационарное или передвижное полевое

хранилище. Машины для внесения ЖМУ заправляются самостоятельно или с помощью промежуточного перегрузчика (заправщика). Перевалочную технологию целесообразно применять на больших площадях, так как на малых участках нужно часто передвигать емкости с одного поля на другое.

Для жидкого аммиака, в связи с особенностями его физико-химических свойств, наиболее экономически выгодной считается работа по схеме «завод – автоцистерна – поле». Однако работа по этой схеме требует более четкой организации труда как по доставке, так и по внесению удобрений. Она применяется при радиусе транспортировки удобрений не более 40 км. При увеличении зоны обслуживания от 40 до 100 км используют схему с глубинным складом «завод-автоцистерна – глубинный склад – тракторная цистерна – поле». Однако большинство потребителей удалены от заводов-поставщиков на расстояние более 100 км, что повышает оптимальные радиусы автомобильных перевозок, поэтому основной объем работ выполняют по схемам: «завод – железнодорожная цистерна – прирельсовый склад – тракторная цистерна (автоцистерна) – поле»; «завод – железнодорожная цистерна – прирельсовый склад – автоцистерна – глубинный склад – тракторная цистерна – поле».

Технические средства для внесения жидких удобрений

Конструкция технических средств для внесения жидких минеральных удобрений зависит от их вида, способов агрегатирования и внесения удобрений относительно поверхности почвы. Для поверхностного внесения ЖМУ могут использоваться самоходные, прицепные и навесные штанговые опрыскиватели, специализированные самоходные и прицепные машины. С учетом современных требований сельскохозяйственного производства для сплошного поверхностного внесения ЖМУ используют самоходные опрыскиватели на базе вездеходов или универсальных энергетических средств (САХ-2, САХ-3, САХ-6, ОПШ-0,5, «Рубин-4», «Варяг», «Ботаник»), оснащенных шинами сверхнизкого давления, что позволяет существенно снизить уплотнение пахотного слоя почвы и расход топлива, обеспечить возможность высокопроизводительной работы на более ранних стадиях роста сельскохозяйственных культур. Внутрипочвенное внесение ЖМУ совмещается с операциями по основной обработке почвы или с посевом сельскохозяйственных культур. В связи с этим агрега-

ты для внесения ЖМУ состоят из емкости для жидких удобрений, посевного или почвообрабатывающего агрегата и специального подкормочного приспособления. Среди последних моделей машин следует отметить подкормщик ПТ-480, культиватор КЛ-4,2 с оборудованием для ленточного внесения жидких удобрений, удобрительные комплексы УКМТ к комбинированным посевным агрегатам «Дончанка», подкормщики жидкими удобрениями серии ПЖУ ООО «Агрохиммаш». Для реализации технологии ленточного внесения жидкого безводного аммиака предлагается использовать комбинированные агрегаты серии Dalton, Hardi Master VHY/Z, Hardi Commander Classic, отвечающие современным требованиям по щадящей обработке почвы, оснащенные инжекторами для внесения аммиака, регуляторами-дозаторами, датчиками расхода безводного аммиака и датчиком скорости.

3.6.5. Расчет емкости склада для удобрений севооборота

Определяется общая потребность по видам удобрений на всю площадь полей севооборота. Для этого количество туков, рассчитанное по таблице 14, умножают на площадь поля севооборота и переводят их в тонны физической массы конкретных удобрений. Результаты расчетов заносят в таблицу 18. Исходя из общего количества туков (общая масса удобрений), а также объема, занимаемого одной тонной удобрений по каждому виду (табл. П.1.16), рассчитывается объем склада для хранения этих удобрений. Заполняется форма таблицы 18.

Таблица 18 – Общая потребность в минеральных удобрениях для севооборота, т

| Севооборот | Площадь поля, га | Азотные | Фосфорные | Калийные | Комплексные |
|------------|------------------|---------|-----------|----------|-------------|
| 1. | | | | | |
| 2. | | | | | |
| Итого | | | | | |

Чтобы рассчитать площадь склада, требуется общий объем удобрений (кубатуру удобрений) поделить на высоту штабеля или насыпи, которая приведена в таблице П.1.18.

Таблица 19 – Расчет емкости склада

| Вид удобрения | Общая масса удобрений для севооборота, т | Объем одной тонны удобрения, м ³ | Общий объем удобрений, м ³ | Площадь склада, м ² |
|---------------|--|---|---------------------------------------|--------------------------------|
| | | | | |

После расчета емкости склада необходимо кратко изложить основные правила возможного смешивания и хранения тех видов и форм удобрений, которые выбраны в курсовой работе.

3.7. Определение эффективности применения удобрений в севообороте

3.7.1. Оценка агрономической эффективности

Агрономическая эффективность применения удобрений – это результат действия удобрений на выход основной продукции (зерна, клубней, волокна и т.п.), выраженный прибавкой урожая с гектара или на единицу тука. Следовательно, при определении агрономической эффективности применения удобрений исходят из абсолютных натуральных показателей.

Агрономическая эффективность применения удобрений за ротацию севооборота показывает окупаемость 1 кг действующего вещества удобрений прибавкой урожая в зерновых эквивалентах. Она рассчитывается по формуле

$$O_y = P_y / \Sigma NPK,$$

где O_y – окупаемость урожая, кг зерновых единиц на 1 кг действующего вещества удобрений;

P_y – суммарная прибавка урожая сельскохозяйственных культур за севооборот в зерновых единицах, кг;

ΣNPK – сумма питательных веществ органических и минеральных удобрений за севооборот, кг.

3.7.2. Оценка экономической эффективности

Производится расчет экономической эффективности использования удобрений в севообороте (табл. 20) в среднем на один гектар.

Таблица 20 – Экономическая эффективность применения удобрений в севообороте на 1 га

| № п/п | Показатель | Числовой результат |
|-------|--|--------------------|
| 1 | Прибавка урожая, т | |
| 2 | Стоимость 1 т зерна, тыс. руб. | |
| 3 | Стоимость минеральных удобрений, тыс. руб.: азотные _____ фосфорные _____ калийные _____ комплексные _____ | |
| 4 | Затраты на транспортировку, погрузо-разгрузочные работы, хранение и внесение минеральных удобрений, тыс. руб. | |
| 5 | Стоимость хранения и внесения _____ т навоза, тыс. руб. | |
| 6 | Итого затрат по применению удобрений, тыс. руб. (п.3+п.4+п.5) | |
| 7 | Затраты на уборку дополнительного урожая, тыс. руб. | |
| 8 | Всего затрат, тыс. руб. (п.6+п.7) | |
| 9 | Чистый доход, тыс. руб. (п.2-п.8) | |
| 10 | Рентабельность, % ($\frac{n.9}{n.8} \cdot 100$) | |

Закупочные цены на сельскохозяйственную продукцию, стоимость удобрений и затрат на их применение берутся по последним данным на момент расчетов из-за высокой динамичности цен на внутреннем рынке. Чистый доход равен разности между стоимостью прибавки урожая и суммой затрат на приобретение и применение удобрений, а также уборку дополнительной продукции. Рентабельность – частное от деления чистого дохода на все затраты и умноженное на 100 для перевода показателя (в %).

3.7.3. Оценка энергетической эффективности

Биоэнергетическая оценка эффективности применения удобрений применяется в связи с высокой стоимостью горюче-смазочных материалов и других энергоносителей. При расчетах используются следующие показатели:

- 1) теплотворная способность культур (табл. П.1.19);
- 2) затраты энергии на производство удобрений (табл. П.1.20), их внесение (табл. П.1.22), уборку и подрботку дополнительного урожая (табл. П.1.24).

Энергетическая эффективность (энергетическая отдача или биоэнергетический КПД) применения минеральных удобрений (\mathcal{E}) определяется по формуле

$$\mathcal{E} = Q / A,$$

где Q – количество энергии, полученной в прибавке основной продукции от удобрений, МДж;

A – энергозатраты на применение удобрений, МДж.

Результаты расчетов заносятся в таблицу 21. Общие итоги по биоэнергетической эффективности применения удобрений оцениваются по градациям, приведенным в таблице 22.

На основании изложенного материала по всем разделам курсовой работы проводится обобщение полученного расчетного материала и записываются выводы. Указываются пути повышения плодородия анализируемых почв. Дается оценка баланса питательных веществ в хозяйстве. Приводятся рациональные приемы и нормы внесения минеральных удобрений. Дается оценка эффективности применения органических и минеральных удобрений.

В качестве отдельного заключения необходимо представить данные об используемых образовательных технологиях, которые наиболее эффективно и методически обоснованно помогут освоить информацию по системе применения удобрений в севообороте. По материалам курсовой работы необходимо подготовить доклад и презентацию.

Таблица 21 – Энергетическая эффективность применения удобрений в среднем на 1 га

| Показатель | Единица измерения | Числовой результат |
|--|-------------------|--------------------|
| Приход энергии | | |
| Прибавка урожая | т/га | |
| Теплотворная способность урожая | МДж/кг | |
| Содержание энергии в прибавке урожая | МДж | |
| Затраты энергии | | |
| Внесено минеральных удобрений, всего | т/га | |
| В т.ч.: азотные | т/га | |
| фосфорные | т/га | |
| калийные | т/га | |
| комплексные | т/га | |
| Производство удобрений, всего | МДж/га | |
| В т.ч.: азотные | МДж/га | |
| фосфорные | МДж/га | |
| калийные | МДж/га | |
| комплексные | МДж/га | |
| Транспортировка, погрузо-разгрузочные работы, хранение и подготовка удобрений к внесению | МДж/га | |
| Внесение минеральных удобрений, всего | МДж/га | |
| В т.ч.: локальное – СЗП-3,6 | МДж/га | |
| врезка – СЗС-2,1 | МДж/га | |
| поверхностно вразброс – РУМ, РМГ и др. | МДж/га | |
| Внесено органических удобрений | т | |
| Производство и хранение органических удобрений | МДж/га | |
| Погрузка, транспортировка и внесение органических удобрений поверхностно вразброс (РОУ, ПРТ) | МДж/га | |
| Уборка, транспортировка, подработка урожая | МДж/га | |
| Итого затраты энергии | МДж/га | |
| Энергетическая оценка | | |
| Биоэнергетический коэффициент (коэффициент возврата энергии) | Ед. | |

Таблица 22 – Биоэнергетическая оценка применения Удобрений

| Оценка | Градация для | |
|------------|-----------------------|--|
| | минеральных удобрений | органических удобрений (1-й год действия) |
| Пониженная | 0,5-1,0 | 0,5-0,9 |
| Средняя | 1,0-2,0 | 0,9-1,5 |
| Высокая | Более 2,0 | Более 1,5 |

4. ЗАДАНИЯ ДЛЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Задания для курсовой работы по агрохимии сгруппированы согласно природно-климатическому районированию по геоморфологическим округам Красноярского края [Система земледелия ..., 2015].

Земледельческая часть Красноярского края расположена в сложных геоморфологических условиях. Здесь выделяются три геоморфологических страны (провинции): Западно-Сибирская равнина, плоскогорья и низменности Восточно-Сибирского плоскогорья, горы и межгорные котловины Южной Сибири. Эти физико-геоморфологические страны делятся на провинции, области и округа. Под округом понимается орографически обособленная и относительно однородная по рельефу территория. В пределах земледельческой части Красноярского края выделено 9 геоморфологических округов, находящихся в трех физико-географических странах (табл. 23).

Таблица 23 – Основные климатические показатели в разных геоморфологических округах Красноярского края (по данным Крупкина П.И., 2002)

| Метеостанция, метеопост | Ср. го- до-вая t воздуха, °C | Даты перехода t через | | | Длина периода с t, дни | | |
|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|------------|-------------|---------------------------|-----------|------------|
| | | 0 °C | + 5 °C | + 10 °C | >0 °C | >+5 °C | >+10 °C |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Южно-Минусинский округ | | | | | | | |
| Каратуз | -0,5 | 9.04-22.10 | 27.04-1.10 | 19.05-11.09 | 195 | 156 | 114 |
| Ермаковское | + 0,6 | 7.04-24.10 | 25.04-1.10 | 15.05-13.09 | 199 | 158 | 120 |
| Идринское | -1,0 | 13.04-20.10 | 27.04-2.10 | 19.05-10.09 | 189 | 157 | 113 |
| Курагино | -0,4 | 14.04-20.10 | 22.04-1.10 | 20.05-12.09 | 188 | 154 | 114 |
| Краснотуранск | -1,6 | 13.04-20.10 | 14.04-1.10 | 18.05-12.09 | 189 | 159 | 116 |
| Минусинск | + 0,3 | 9.04-20.10 | 23.04-5.10 | 15.05-15.09 | 193 | 163 | 122 |
| Чулымо-Енисейский округ | | | | | | | |
| Балахта | -1,5 | 16.04-16.10 | 1.05-26.09 | 26.05-7.09 | 182 | 147 | 103 |
| Легостаево | -0,8 | 15.04-17.10 | 1.05-30.09 | 24.05-8.09 | 184 | 151 | 106 |
| Ужур | -1,2 | 16.04-15.10 | 4.05-30.09 | 26.05-5.09 | 181 | 148 | 101 |
| Крутояр | -0,8 | 18.04-16.10 | 5.05-30.09 | 25.05-8.09 | 180 | 147 | 105 |
| Курбатово | -2,7 | 19.04-13.10 | 5.05-26.09 | 27.05-4.09 | 176 | 143 | 99 |
| Назаровский округ | | | | | | | |
| Шарыпово | -0,4 | 14.04-18.10 | 3.05-5.10 | 22.05-12.09 | 186 | 154 | 112 |
| Назарово | -0,5 | 14.04-16.10 | 1.05-2.10 | 23.05-8.09 | 184 | 153 | 107 |
| Ачинско-Боготольский округ | | | | | | | |
| Ачинск | -0,1 | 14.04-18.10 | 2.05-2.10 | 22.05-10.09 | 186 | 152 | 110 |
| Боготол | -0,3 | 17.04-16.10 | 5.05-29.09 | 22.05-10.09 | 181 | 146 | 110 |

Окончание табл. 23

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-------------------------------------|------|-------------|-------------|-------------|-----|-----|-----|
| Чернореченская | | 16.04-17.10 | 3.05-30.09 | 24.05-7.09 | 183 | 149 | 105 |
| Тюхтет | -0,1 | 14.04-17.10 | 30.04-30.09 | 23.05-10.09 | 185 | 152 | 109 |
| Б.Улуй | -0,2 | 15.04-18.10 | 2.05-1.10 | 23.05-10.09 | 185 | 151 | 109 |
| Бириллюсы | -1,0 | 16.4-14.10 | 1.05-28.09 | 24.05-9.09 | 180 | 149 | 107 |
| Кеть-Чулымо-Енисейский округ | | | | | | | |
| Чульская МСТ | -1,2 | 16.04-15.10 | 3.05-28.09 | 25.05-7.09 | 181 | 147 | 104 |
| Гойда | -1,7 | 19.04-13.10 | 8.05-24.09 | 28.05-4.09 | 176 | 138 | 98 |
| Енисейск | -1,9 | 19.04-14.10 | 8.05-28.09 | 25.05-8.09 | 177 | 142 | 105 |
| Казачинское | -1,7 | 18.04-14.10 | 6.05-28.09 | 26.05-7.09 | 178 | 144 | 103 |
| Пировское | -1,7 | 18.04-14.10 | 7.05-26.09 | 27.05-6.09 | 178 | 141 | 101 |
| Красноярский округ | | | | | | | |
| Б.Мурта | -1,3 | 16.04-16.10 | 4.05-28.09 | 25.05-7.09 | 182 | 146 | 104 |
| Сухобузимское | -1,2 | 15.04-16.10 | 2.05-29.09 | 24.05-6.09 | 183 | 149 | 104 |
| Красноярск, оп.ст. | +0,5 | 11.04-21.10 | 30.04-2.10 | 20.05-12.09 | 192 | 154 | 114 |
| Красноярск, Северный | +0,5 | 7.04-22.10 | 26.04-1.10 | 15.05-15.09 | 197 | 157 | 122 |
| Канско-Рыбинский округ | | | | | | | |
| Агинское | -0,3 | 11.04-29.10 | 2.05-30.09 | 22.05-8.09 | 191 | 150 | 108 |
| Канск | -0,8 | 13.04-17.10 | 2.05-28.09 | 20.05-11.09 | 186 | 148 | 113 |
| Солянка | -0,3 | 15.04-15.10 | 3.05-30.09 | 24.05-8.09 | 182 | 140 | 106 |
| Ирбейское | -1,3 | 15.04-17.10 | 2.05-28.09 | 23.05-8.09 | 184 | 148 | 107 |
| Ключи | -0,1 | 14.04-16.10 | 5.05-29.09 | 21.05-10.09 | 184 | 146 | 111 |
| Шало | -0,7 | 15.04-16.10 | 4.05-28.09 | 24.05-5.09 | 183 | 146 | 103 |
| Дзержинское | -1,7 | 17.04-14.10 | 7.05-26.09 | 22.05-8.09 | 179 | 141 | 108 |
| Абан | -1,3 | 17.04-16.10 | 6.05-27.09 | 24.05-9.09 | 181 | 143 | 107 |
| Долгий Мост | -2,0 | 18.04-19.10 | 7.05-24.09 | 25.05-6.09 | 176 | 139 | 103 |
| Уяр | -0,6 | 13.04-17.10 | 3.05-29.09 | 22.05-8.09 | 180 | 148 | 108 |
| Троицкое | -2,6 | 19.04-12.10 | 9.05-24.09 | 25.05-3.09 | 175 | 137 | 100 |
| Чуно-Бирюсинский округ | | | | | | | |
| Гонда | -2,5 | 19.04-10.10 | 9.05-24.09 | 31.05-2.09 | 173 | 137 | 93 |
| Богучаны | -2,6 | 19.04-13.10 | 9.05-26.09 | 27.05-9.09 | 176 | 139 | 104 |
| Кежма | -4,3 | 23.04-9.10 | 11.05-3.10 | 11.05-5.09 | 168 | 134 | 96 |
| Климино | -3,5 | 23.04-11.10 | 10.05-5.09 | 26.05-8.09 | 170 | 137 | 104 |
| Приангарский округ | | | | | | | |
| Мотыгино | -2,4 | 21.04-13.10 | 11.05-7.09 | 28.05-7.09 | 174 | 138 | 101 |

КЕТЬ-ЧУЛЫМО-ЕНИСЕЙСКИЙ ОКРУГ

1. Енисейский район, Енисейская государственная сортоиспытательная станция

Агрохимические показатели серой лесной мощной глубоковскипающей тяжелосуглинистой почвы

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 51 | 4,8 | 24,6 | 3,8 | | – | | 5,8 | 18 | 14 |

❖ Севооборот: пар + озимая рожь – 360 га; яр. пшеница – 360 га; овес + галега восточная – 360 га; галега восточная 1 г.п (на сено) – 360 га; галега восточная 2 г.п.– 360га.

❖ Накопление органических удобрений: лошади взрослые – 89 голов, лошади молодняк – 20 голов, КРС взрослые – 760 голов, КРС молодняк – 403 головы, свиньи – 1000 голов.

2. Енисейский район, СПК им. Калинина

Агрохимические показатели серой лесной мощной со вторым гумусовым горизонтом почвы

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 51 | 4,5 | 21,6 | 3,5 | | – | | 5,5 | 13 | 11,3 |

❖ Севооборот: пар сидеральный – 165 га; озимая рожь – 165 га; яр. пшеница – 165 га; картофель – 165 га; яр. пшеница – 165 га; овес – 165 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 1138 голов, КРС молодняк – 256 голов.

3. Енисейский район, СПК «Сибирь»

Агрохимические показатели глубоко дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 26 | 3,5 | 18 | 7,1 | | – | | 5,1 | 20 | 7 |

❖ Севооборот: чистый пар – 240 га; озимая рожь – 240 га; яр. пшеница – 240 га; клевер – 240 га; клевер – 240 га; яр. пшеница – 240 га; овес – 165 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 900 голов, КРС молодняк – 600 голов.

4. Казачинский район, СХА «Заветы Ленина»

Агрохимические показатели темно-серой оподзоленной
тяжелосуглинистой почвы

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 30 | 5,4 | 28,4 | 5,6 | | – | | 5,4 | 5,6 | 7,5 |

❖ Севооборот: клевер – 75 га; клевер – 75 га; яр. пшеница – 75 га; горох+овес – 75 га; яр. пшеница – 75 га; яр.пшеница+клевер – 75 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 950 голов, лошади взрослые – 100 голов, лошади молодняк – 50 голов.

КРАСНОЯРСКИЙ ПРИРОДНЫЙ ОКРУГ

Красноярский природный округ включает Красноярскую лесостепь и окружающую ее подтайгу. Красноярская лесостепь занимает срединное положение среди островов зоны лесостепи центральной части Красноярского края.

5. Сухобузимский район, ЗАО «Племзавод Таежный»

Агрохимические показатели темно-серой лесной оподзоленной
легкосуглинистой почвы

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу Кирсанова, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 24 | 5 | 25 | 7,9 | | – | | 5,3 | 12 | 14 |

❖ Севооборот: суданская трава+пелюшка – 300 га; озимая рожь – 300 га; горох – 300 га; картофель – 300 га; яр. пшеница – 300 га; ячмень – 300 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС молодняк – 600 голов, лошади взрослые – 195 голов; лошади молодняк – 25 голов.

6. Сухобузимский район, ООО СХП «Искра»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного
среднемоющего среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------------|-------------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 35-45 | 7,6 | 40 | 2,8 | | – | | 6,7 | 16 | 15 |

❖ Севооборот: кукуруза, з.м. – 202 га; рапс+пелюшка – 202 га; картофель – 202 га; овес – 202 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 160 голов, лошади взрослые – 90 голов; лошади молодняк – 16 голов.

7. Сухобузимский район, ООО СХП «Осень»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного
маломощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------------|-------------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 30-40 | 8 | 45 | 1,8 | | – | | 6,2 | 28 | 30 |

❖ Севооборот: чистый пар – 200 га; яр. пшеница – 200 га; овес – 200 га; кукуруза – 200 га; яр. пшеница – 200 га; овес – 200 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 560 голов, КРС молодняк – 290 голов; свиньи – 126 голов.

8. Сухобузимский район, СПК «Искра»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного
среднегумусного маломощного суглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------------|-------------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 34 | 6,7 | 41,1 | 2,8 | | – | | 6,3 | 10 | 12 |

❖ Севооборот: кукуруза – 200 га; яр. пшеница – 200 га; ячмень – 200 га; соя – 200 га; яр. пшеница – 200 га.

❖ Накопление органических удобрений: лошади взрослые – 170 голов, лошади молодняк – 70 голов; КРС взрослые – 426 голов.

9. Емельяновский район, ООО «Пахарь»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного
среднегумусного маломощного суглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------------|-------------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 36-40 | 8,5 | 44 | 2,8 | | – | | 6,9 | 12 | 19 |

❖ Севооборот: чистый пар – 200 га; озимая рожь – 200 га; ячмень – 200 га; кукуруза + бобы кормовые, з.м. – 200 га; ячмень – 200 га; овес – 200 га.

❖ Накопление органических удобрений: лошади взрослые – 200 голов, КРС взрослые – 600 голов; КРС молодняк – 400 голов.

10. Сухобузимский район, ООО СХП «Осень»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного
маломощного тучного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------------|-------------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 36 | 10,4 | 48,2 | 1,8 | | – | | 6,5 | 12 | 13 |

❖ Севооборот: картофель – 165 га; лук на репку – 165 га; просо кормовое – 165 га; огурец – 165 га; морковь – 165 га.

❖ Накопление органических удобрений: лошади взрослые – 10 голов, лошади молодняк – 5 голов, КРС взрослые – 120 голов; КРС молодняк – 200 голов.

11. Большемуртинский район, ООО «АгроЭлита»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного
среднемощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------------|-------------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 32-46 | 7,1 | 37 | 3,2 | | – | | 6,0 | 16 | 14 |

❖ Севооборот: кукуруза, з.м. – 224 га; просо кормовое – 224 га; ячмень – 224 га; горох+овес – 224 га.

❖ Накопление органических удобрений: лошади взрослые – 64 голов, лошади молодняк – 23 головы, КРС взрослые – 973 головы, КРС молодняк – 248 голов.

12. Большемуртинский район, СПК «Колхоз Рассвет»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного маломощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 40 | 8,0 | 50 | 2,1 | | – | | 6,0 | 18,1 | 13,8 |

❖ Севооборот: подсолнечник, з.м. – 198 га; суданская трава – 198 га; рапс – 198 га; горох + овес – 198 га; овес – 198 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 641 голова, КРС молодняк – 455 голов.

13. Большемуртинский район, К (Ф)Х «Кормилец»

Агрохимические показатели темно-серой лесной легкосуглинистой почвы

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 21-50 | 6,0 | 26,5 | 2,5 | | – | | 5,7 | 20 | 15,0 |

❖ Севооборот: сидеральный пар (овес+горох) – 250 га; корнеплоды – 250 га; кукуруза – 250 га; овес – 250 га; ячмень – 250 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 520 голов, КРС взрослые – 855 голов.

14. Большемуртинский район, СПК «Юбилейный»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного среднемощного среднегумусного легкосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 37-50 | 7,2 | 47 | 3,4 | | – | | 5,8 | 18,0 | 13,0 |

❖ Севооборот: чистый пар – 227 га; яровая пшеница – 227 га; овес – 227 га; кукуруза – 227 га; ячмень – 227 га; рапс – 227 га; овес – 227 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 832 головы, КРС молодняк – 178 голов, лошади взрослые – 55 голов.

15. Большемуртинский район, АО Свинокомплекс «Красноярский»

Агрохимические показатели темно-серой лесной среднетяжелосуглинистой почвы

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 30 | 5,8 | 38,6 | 3,8 | | – | 5,6 | 26 | 20 | |

❖ Севооборот: подсолнечник, з.м. – 200 га; яровая пшеница – 200 га; просо кормовое – 200 га; овес – 200 га.

❖ Накопление органических удобрений: свиньи взрослые – 432 головы, свиньи молодняк – 876 голов.

16. Емельяновский район, ООО «Емельяновское»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного маломощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|------|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 34 | 8,3 | 61,8 | 0,76 | | – | 6,2 | 25 | 16,3 | |

❖ Севооборот: капуста – 115 га; картофель – 115 га; свекла – 115 га; огурец – 115 га; томаты – 115 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 732 головы, лошади взрослые – 150 голов, лошади молодняк – 54 головы.

17. Емельяновский район, АО «Красноярскагроплем»

Агрохимические показатели чернозема обыкновенного среднетяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 45 | 7,0 | 50,0 | - | | – | 6,4 | 12 | 40 | |

❖ Севооборот: овес+пелюшка – 300 га; озимая рожь – 300 га; горох – 300 га; картофель – 300 га; яровая пшеница – 300 га; ячмень – 300 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 700 голов, лошади взрослые – 450 голов.

18. Емельяновский район, ООО «Сибирская теплица»

Агрохимические показатели темно-серой лесной
тяжелосуглинистой почвы

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 30 | 5,2 | 30,0 | 4,2 | | – | | 5,8 | 22 | 10 |

❖ Севооборот: рапс+пелюшка – 330 га; картофель – 330 га; свекла – 330 га; капуста – 330 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 580 голов, лошади взрослые – 350 голов, свиньи 200 голов.

19. Емельяновский район, ООО «Пахарь»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного
среднегумусного среднемошного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 40 | 8,0 | 49,0 | 2,1 | | – | | 6,0 | 18.1 | 13,8 |

❖ Севооборот: чистый пар – 100 га; яровая пшеница – 100 га; овес – 100 га; кукуруза, з.м. – 100 га; яровая пшеница – 100 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 641 голова, КРС молодняк – 380 голов.

20. Емельяновский район, ООО «Современные технологии»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного
среднегумусного среднемошного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 40 | 8,0 | 45,0 | 1,8 | | – | | 6,2 | 28 | 30 |

❖ Севооборот: чистый пар – 200 га; озимая рожь – 200 га; горох+овес – 200 га; яровая пшеница – 200 га; овес – 200 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 800 голов, КРС молодняк – 200 голов.

21. Емельяновский район, ООО «Шуваево»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного среднемощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 40 | 8,9 | 55,0 | 3,3 | | – | | 6,1 | 12,0 | 13 |

❖ Севооборот: горох + овес – 311 га; яровая пшеница+люцерна – 311 га; люцерна 1г.п. – 311 га; люцерна 2 г.п. – 311 га; яровая пшеница – 311 га; овес – 311 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 600 голов, КРС молодняк – 350 голов, лошади взрослые – 59 голов, лошади молодняк – 20 голов.

22. Емельяновский район, «КНИИСХ»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного маломощного тучного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 35 | 10,4 | 48,2 | 1,8 | | – | | 5,8 | 12,0 | 13,0 |

❖ Севооборот: чистый пар – 233 га; яровая пшеница+донник – 233 га; донник – 233 га; яровая пшеница – 233 га; ячмень – 233 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 800 голов, лошади взрослые – 40 голов, лошади молодняк – 35 голов.

23. Емельяновский район, ОАО «Заря»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного маломощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 39 | 9,1 | 42,6 | 3,7 | | – | | 6,6 | 18,0 | 16,0 |

❖ Севооборот: кукуруза – 223 га; суданская трава – 223 га; ячмень – 223 га; горох+овес – 223 га; корнеплоды 223 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 400 голов, лошади взрослые – 25 голов, лошади молодняк – 46 голов.

24. Березовский район, ООО «Устье»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного среднемощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 45 | 7,0 | 47,6 | 2,6 | | – | | 6,3 | 15,0 | 11,0 |

❖ Севооборот: чистый пар – 405 га; картофель – 405 га; ячмень – 405 га; подсолнечник – 405 га; овес – 405 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 350 голов, лошади взрослые – 125 голов, лошади молодняк – 70 голов.

25. Березовский район, ООО «Агроэлита»

Агрохимические показатели темно-серой лесной среднемощной тяжелосуглинистой почвы

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 30 | 6,5 | 34,6 | 9,4 | | – | | 5,6 | 5,5 | 7,1 |

❖ Севооборот: чистый пар – 405 га; яровая пшеница – 405 га; картофель – 405 га; ячмень – 405 га; рапс – 405 га; овес – 405 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 850 голов.

26. Березовский район, СПК «Аленушка»
 Агрохимические показатели темно-серой лесной
 среднетяжелосуглинистой почвы

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 35 | 7,0 | 22,0 | 4,0 | | — | | 5,5 | 20,0 | 17,0 |

❖ Севооборот: горох+овес – 250 га; озимая рожь – 250 га; кукуруза – 250 га; овес – 250 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 380 голов, лошади взрослые – 500 голов.

27. Березовский район, ООО «Урожай»
 Агрохимические показатели чернозема выщелоченного
 маломощного тучного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 35 | 10,4 | 48,2 | 1,8 | | — | | 6,0 | 12,0 | 15,0 |

❖ Севооборот: кукуруза – 234 га; горох+овес+донник – 234 га; донник – 234 га; корнеплоды – 234 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 265 голов, лошади взрослые – 400 голов, лошади молодняк – 35 голов.

28. Березовский район, ООО «Овощи Сибири»
 Агрохимические показатели чернозема выщелоченного
 среднетяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 45 | 10,4 | 45,6 | 1,5 | | — | | 6,3 | 17,0 | 13,0 |

❖ Севооборот: капуста – 68 га; огурцы – 68 га; морковь – 68 га; свекла – 68 га.

❖ Накопление органических удобрений: лошади взрослые – 400 голов, лошади молодняк – 35 голов.

29. Березовский район, ООО СХП «Восток Агро-Инвест»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного
маломощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 27 | 8,9 | 39,0 | 2,4 | | — | | 6,8 | 14,0 | 13,0 |

❖ Севооборот: кукуруза – 120 га; горох+овес – 120 га; озимая рожь – 120 га; подсолнечник – 120 га; овес – 120 га.

❖ Накопление органических удобрений: лошади взрослые – 250 голов, лошади молодняк – 75 голов.

КАНСКО-РЫБИНСКИЙ ОКРУГ

30. Ирбейский район, СПК «Майский»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного
среднемощного среднегумусного среднесуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 40 | 8,3 | 50,0 | 3,9 | | — | | 6,3 | 16,0 | 8,0 |

❖ Севооборот: чистый пар – 217 га; озимая рожь – 217 га; ячмень – 217 га; картофель – 217 га; яровая пшеница – 217 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 800 голов, лошади взрослые – 40 голов, лошади молодняк – 10 голов.

31. Канский район, СПК «Георгиевский»

Агрохимические показатели темно-серой лесной
тяжелосуглинистой почвы

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 29 | 4,6 | 31,0 | 5,7 | | — | | 5,8 | 15,7 | 23 |

❖ Севооборот: чистый пар – 200 га; яровая пшеница – 200 га; ячмень – 200 га; соя – 200 га; яровая пшеница – 200 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 360 голов, лошади взрослые – 330 голов, лошади молодняк – 100 голов.

32. Канский район, ЗАО «Арефьевское»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного маломощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 37 | 7,5 | 49,2 | 2,1 | | – | | 6,6 | 15,0 | 11 |

❖ Севооборот: чистый пар – 120 га; яровая пшеница – 120 га; овес – 120 га; рапс – 200 га; ячмень – 120 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 760 голов, лошади взрослые – 500 голов.

33. Канский район, ЗАО «Большеуринское»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного маломощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 30 | 6,3 | 34 | 1,8 | | – | | 5,6 | 5,5 | 7,1 |

❖ Севооборот: кукуруза – 300 га; яровая пшеница – 300 га; горох+овес – 300 га; яровая пшеница – 300 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 860 голов, лошади взрослые – 430 голов, свиньи – 360 голов.

34. Канский район, ОАО «Племзавод Красный маяк»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного маломощного тучного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 35 | 9,1 | 36,7 | 2,3 | | – | | 6,0 | 10,5 | 11,2 |

❖ Севооборот: кукуруза – 220 га; суданская трава – 220 га; ячмень – 220 га; горох+овес – 220 га; корнеплоды – 220 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 360 голов, лошади взрослые – 124 головы, свиньи – 337 голов.

35. Канский район, КФХ «Луч»

Агрохимические показатели чернозема обыкновенного среднемощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 35 - 50 | 7,6 | 43,8 | 0,7 | | – | | 6,5 | 15,0 | 16,0 |

❖ Севооборот: сидеральный пар (суданская трава) – 217 га; озимая рожь – 217 га; овес – 217 га; картофель – 217 га; яровая пшеница – 217 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 360 голов, лошади взрослые – 124 головы, свиньи – 337 голов.

36. Канский район, ОАО «Тайнинское»

Агрохимические показатели чернозема обыкновенного среднемощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 55 | 8,5 | 33,6 | – | | – | | 7,0 | 30 | 17 |

❖ Севооборот: картофель ранний – 250 га; капуста – 250 га; свекла – 250 га; огурец – 250 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 560 голов, лошади взрослые – 224 головы, свиньи – 37 голов.

37. Рыбинский район, КХ «Полесье»

Агрохимические показатели серой лесной среднемощной оподзоленной почвы

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|------|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 26 | 4,8 | 37,1 | 2,34 | | – | | 5,3 | 25,3 | 9,1 |

❖ Севооборот: овес+пелюшка – 360 га; озимая рожь – 360 га; яровая пшеница – 360 га; картофель – 360 га; рапс яровой – 360 га; ячмень – 360 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 500 голов, лошади взрослые – 89 голов, свиньи – 337 голов.

38. Рыбинский район, СПК «Весна плюс»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного среднемощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 40 | 6,8 | 42 | 1,3 | | – | | 6,8 | 6,4 | 14 |

❖ Севооборот: чистый пар – 286 га; яровая пшеница+люцерна – 286 га; люцерна 1 г.п. – 286 га; люцерна 2 г.п. – 286 га; ячмень – 86 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 350 голов, лошади взрослые – 124 головы, свиньи – 57 голов.

39. Рыбинский район, ООО «Родник»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного среднемощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 40-60 | 7,9 | 48 | 1,4 | | – | | 6,5 | 18,7 | 19,5 |

❖ Севооборот: кукуруза+бобы кормовые – 580 га; яровая пшеница – 580 га; ячмень – 580 га; суданская трава+пелюшка – 580 га; яровая пшеница – 580 га; рапс+овес – 580 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 321 голова, лошади взрослые – 114 голов, свиньи – 159 голов.

40. Рыбинский район, ООО «Нектар»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного
среднемощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------------|-------------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 40-60 | 8,0 | 40 | 2,5 | | – | | 6,0 | 10 | 13,5 |

❖ Севооборот: чистый пар – 271 га; яровая пшеница – 271 га; ячмень – 271 га; кукуруза – 271 га; ячмень – 271 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 640 голов, лошади взрослые – 350 голов, лошади молодняк – 28 голов.

41. Иланский район, ООО «Надежда»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного
среднемощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------------|-------------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 45 | 6,5 | 33,2 | 4,8 | | – | | 6,5 | 25,1 | 24,5 |

❖ Севооборот: кукуруза, з.м. – 102 га; горох+овес+донник – 102 га; донник – 102 га; турнепс – 102 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 641 голова, лошади взрослые – 200 голов, лошади молодняк – 48 голов.

42. Иланский район, ООО «Усольское»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного
среднемощного тучного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------------|-------------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 50-80 | 11,1 | 40,0 | 2,0 | | – | | 6,6 | 9,0 | 13 |

❖ Севооборот: горох – 170 га; яровая пшеница – 170 га; кукуруза – 170 га; овес – 170 га; ячмень – 170 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 973 головы, лошади взрослые – 200 голов.

43. Иланский район, КФХ «Земля»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного маломощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 34 | 8,9 | 46,0 | 1,2 | | — | | 6,3 | 25 | 16,6 |

❖ Севооборот: горох+овес – 100 га; яровая пшеница – 100 га; овес – 100 га; кукуруза – 100 га; яровая пшеница – 100 га; рапс яровой – 100 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 450 голов, КРС молодняк – 100 голов, лошади взрослые – 20 голов, лошади молодняк – 32 головы.

44. Иланский район, СХПК «Имени VII съезда Советов»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного среднемощного среднегумусного среднесуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 50-80 | 7,6 | 44,5 | 0,9 | | — | | 6,5 | 15,0 | 16,0 |

❖ Севооборот: кукуруза+просо – 170 га; ячмень – 170 га; подсолнечник – 170 га; горох+овес – 170 га; яровая пшеница – 170 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 473 головы, лошади взрослые – 100 голов, лошади молодняк – 64 головы.

45. Саянский район, ООО «Сибиряк»

Агрохимические показатели серой лесной среднемощной среднесуглинистой почвы

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 25-27 | 5,6 | 34,6 | 5,6 | | — | | 5,4 | 12,0 | 18,0 |

❖ Севооборот: овес+пелюшка – 238 га; озимая рожь – 238 га; яровая пшеница – 238 га; картофель – 238 га; рапс яровой – 238 га; ячмень – 238 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 582 головы, лошади взрослые – 67 голов, лошади молодняк – 57 голов.

46. Саянский район, ООО «Атлант»

Агрохимические показатели лугово-черноземной среднесуглинистой многогумусной среднесуглинистой почвы

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|------|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 42 | 9,4 | 60,6 | 0,97 | | – | | 6,1 | 7,5 | 13,0 |

❖ Севооборот: овес+пелюшка – 390 га; яровая пшеница – 390 га; овес – 390 га; суданская трава – 390 га; яровая пшеница – 390 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 350 голов, КРС молодняк – 50 голов.

47. Уярский район, ООО «Эдельвейс»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного маломощного тучного среднесуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 35 | 10,4 | 48,2 | 1,8 | | – | | 6,0 | 12,0 | 13,0 |

❖ Севооборот: чистый пар – 233 га; яровая пшеница – 233 га; ячмень – 233 га; кукуруза – 233 га; яровая пшеница – 233 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 650 голов, КРС молодняк – 70 голов.

48. Уярский район, ЗАО «Авдинское»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного маломощного среднегумусного среднесуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 25 | 6,0 | 40,0 | 1,3 | | – | | 6,4 | 15,0 | 13,0 |

❖ Севооборот: чистый пар – 240 га; яровая пшеница – 240 га; ячмень – 240 га; рапс+пелюшка – 240 га; яровая пшеница – 240 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 700 голов, КРС молодняк – 28 голов.

49. Дзержинский район, ООО «Тажное»

Агрохимические показатели дерново-слабоподзолистой среднесуглинистой почвы

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 21 | 3,3 | 17,1 | 9,4 | | – | | 5,1 | 5,5 | 7,1 |

❖ Севооборот: клевер, з.м. – 100 га; озимая рожь – 100 га; картофель – 100 га; овес+клевер – 100 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 760 голов, КРС молодняк – 370 голов.

50. Тасеевский район, СПК «Возрождение»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного маломощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|------|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 30-40 | 6,8 | 42,0 | 4,14 | | – | | 5,9 | 11,0 | 13,0 |

❖ Севооборот: суданская трава+пелюшка – 205 га; яровой рапс – 205 га; картофель – 205 га; горох+овес – 205 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 300 голов, КРС молодняк – 350 голов.

51. Нижнеингашский район, ООО «Нива»

Агрохимические показатели темно-серой лесной маломощной тяжелосуглинистой почвы

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 28 | 5,2 | 30 | 4,2 | | – | | 5,8 | 22,0 | 10,0 |

❖ Севооборот: горох+овес – 300 га; озимая рожь – 300 га; рапс+пелюшка – 300 га; картофель – 300 га; овес – 300 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 450 голов, КРС молодняк – 150 голов.

52. Нижнеингашский район, ООО «Ингашский»
Агрохимические показатели чернозема оподзоленного
среднемощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 46 | 6,0 | 32,0 | 6,3 | | – | | 6,7 | 20,0 | 8,8 |

❖ Севооборот: занятый пар (вика+овес) – 232 га; яровая пшеница – 232 га; овес+клевер – 232 га; клевер 1 г.п. – 232 га; клевер 2 г.п. – 232 га; овес – 232 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 840 голов, КРС молодняк – 590 голов.

53. Нижнеингашский район, СПК «Маяк»
Агрохимические показатели темно-серой лесной
среднемощной тяжелосуглинистой почвы

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|------|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 25 | 7,0 | 41,3 | 4,29 | | – | | 5,6 | 13,0 | 7,0 |

❖ Севооборот: картофель – 250 га; капуста – 250 га; морковь – 250 га; лук на репку – 250 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 720 голов, свиньи – 500 голов.

54. Нижнеингашский район, ООО «Весна»

Агрохимические показатели серой лесной
среднемогной тяжелосуглинистой почвы

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г. почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------------|-------------|------------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 27 | 5,6 | 34,6 | 5,6 | | – | | 5,4 | 12,0 | 18,0 |

❖ Севооборот: суданская трава+пелюшка – 238 га; яровая пшеница – 238 га; рапс яровой – 238 га; картофель – 238 га; горох+овес – 238 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 800 голов, КРС молодняк – 200 голов, лошади – 120 голов.

АЧИНСКО-БОГОТОЛЬСКИЙ ПРИРОДНЫЙ ОКРУГ

Округ расположен в северо-западной части земледельческой полосы края и включает Козульский, Ачинский, Боготольский, Тюхтетский, Большеулуйский и Бирилюсский административные районы. На юге округ ограничен хребтом Арга, представляющим собой восточное ответвление Кузнецкого Алатау, на юго-востоке – северо-западными отрогами Восточного Саяна – Кемчугским нагорьем, на севере граница округа подходит по долине Чулыма до его широтного направления. На территории округа выделяются зоны лесостепи и подтайги. Лесостепь занимает южную часть округа. Со всех сторон она окружена подтайгой, на юге – предгорной, на остальной части – равнинной.

55. Бирилюсский район, АО «Кочетатское»

Агрохимические показатели темно-серой лесной мощной со вторым гумусовым горизонтом среднесуглинистой почвы

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------------|-------------|-----------------------|------|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 30 | 6,8 | 14,6 | 10,1 | | – | | 5,9 | 5,5 | 7,1 |

❖ Севооборот: чистый пар – 150 га; озимая рожь – 150 га; ячмень – 150 га; картофель – 150 га; овес – 150 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 260 голов, лошади взрослые – 120 голов, лошади молодняк – 60 голов.

56. Бирилюсский район, АО «Агроэлита»

Агрохимические показатели темно-серой лесной мощной со вторым гумусовым горизонтом среднесуглинистой почвы

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|------|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 30 - 45 | 5,08 | 14,6 | 10,1 | | – | | 5,6 | 21,0 | 18,0 |

❖ Севооборот: занятый пар – 100 га; озимая рожь – 100 га; овес+горох – 100 га; яровая пшеница – 100 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 214 голов, лошади взрослые – 56 голов, лошади молодняк – 40 голов.

57. Боготольский район, ООО СХП «Дары»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного среднегумусного маломощного среднесуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г. почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|------------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 35 | 7,2 | 41,0 | 5,9 | | – | | 5,2 | 7,5 | 12,5 |

❖ Севооборот: пар донниковый – 138 га; озимая рожь – 138 га; яровая пшеница – 138 га; подсолнечник, з.м. – 138 га; ячмень – 138 га; овес – 138 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 800 голов.

58. Боготольский район, ООО «Агрохолдинг Боготол»

Агрохимические показатели серой лесной оподзоленной тяжелосуглинистой почвы

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 21 | 3,4 | 19,4 | 8,9 | | – | | 5,4 | 14 | 14 |

❖ Севооборот: горох + овес – 150 га; озимая рожь – 150 га; картофель – 150 га; рапс + пелюшка – 150 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 500 голов, КРС молодняк – 180 голов, лошади взрослые – 170 голов.

59. Ачинский район, ООО «Зеленый мир»

Агрохимические показатели лугово-черноземной среднетощей многогумусной почвы

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|------|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 42 | 9,4 | 60,6 | 0,97 | | – | | 6,1 | 7,5 | 13 |

❖ Севооборот: занятый пар – 400 га; озимая рожь – 400 га; овес – 400 га; овес+рапс – 400 га; яровая пшеница – 400 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 650 голов, КРС молодняк – 295 голов, лошади взрослые – 37 голов.

60. Ачинский район, ООО «Агросфера»

Агрохимические показатели серой лесной маломощной почвы

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 20 | 3,5 | 17,1 | 9,4 | | – | | 5,1 | 5,5 | 7,1 |

❖ Севооборот: клевер, з.м. – 300 га; озимая рожь – 300 га; ячмень – 300 га; картофель – 300 га; овес+клевер – 300 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 350 голов, КРС молодняк – 95 голов, свиньи – 37 голов.

61. Козульский район, ООО «Таежный»

Агрохимические показатели темно-серой лесной среднетощей малогумусной почвы

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г почвы | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|--------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 31 | 5,1 | 25 | 3,7 | | – | | 5,5 | 10 | 15 |

- ❖ Севооборот: клевер 1 г.п. – 200 га; клевер 2 г.п. – 200 га; овес – 200 га; горох + овес – 200 га; яровая пшеница + клевер – 200 га.
- ❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 200 голов, КРС молодняк – 150 голов, лошади взрослые – 40 голов.

62. Большеулуйский район, МУП «Рассвет»
 Агрохимические показатели темно-серой лесной
 среднесуглинистой почвы

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 25 | 7,0 | 35,0 | 0,9 | | – | | 5,7 | 19 | 11 |

- ❖ Севооборот: суданская трава+пелюшка – 120 га; озимая рожь – 120 га; горох + овес – 120 га; яровая пшеница – 120 га; овес – 120 га.
- ❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 700 голов, лошади взрослые – 140 голов.

63. Большеулуйский район, АО «Большой Улуй»
 Агрохимические показатели серой лесной
 среднесуглинистой почвы

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 25 | 5 | 35 | 10 | | – | | 4,5 | 19 | 15 |

- ❖ Севооборот: горох+овес – 220 га; озимая рожь – 220 га; рапс+пелюшка – 220 га; картофель – 220 га; ячмень – 220 га.
- ❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 820 голов, лошади взрослые – 120 голов.

НАЗАРОВСКИЙ ОКРУГ

Данный округ расположен на территории Назаровского и северной части Шарыповского района и представляет собой лесостепь, ограниченную почти со всех сторон, кроме центрально-южной и центрально-западной частей, узкой полосой предгорной подтайги хребта Арга, Восточного Саяна, Солгонского кряжа и Кузнецкого Алатау.

64. Шарыповский район, ЗАО «Авангард»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного
среднемощного среднегумусного среднесуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------------|-------------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 42 | 6,6 | 43 | 2,0 | | – | | 6,8 | 21 | 20 |

❖ Севооборот: пар донниковый – 150 га; яровая пшеница – 150 га; рапс яровой (семена) – 150 га; суданская трава – 150 га; ячмень – 150 га; овес – 150 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 590 голов, КРС молодняк – 248 голов, лошади взрослые – 720 голов.

65. Назаровский район, ЗАО «Назаровское»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного
маломощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------------|-------------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 30 | 8,9 | 51 | 4,5 | | – | | 6,9 | 25 | 20 |

❖ Севооборот: подсолнечник, з.м. – 432 га; турнепс – 432 га; рапс, з.м. – 432 га; ячмень+донник – 432 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 680 голов, КРС молодняк – 200 голов, лошади взрослые – 52 головы.

66. Шарыповский район, ЗАО «Алтатское»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного
среднемощного высокогумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------------|-------------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 42 | 12,4 | 50,2 | 2,5 | | – | | 6,8 | 14 | 18 |

❖ Севооборот: пар сидеральный – 220 га; яровая пшеница – 220 га; овес – 220 га; просо кормовое – 220 га; яровая пшеница – 220 га; ячмень – 220 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 470 голов, КРС молодняк – 270 голов, лошади взрослые – 72 головы.

67. Назаровский район, ЗАО «Авангард»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного среднемощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 40 | 6,8 | 42 | 1,3 | | – | | 6,8 | 4 | 14 |

❖ Севооборот: пар занятый – 283 га; озимая рожь – 283 га; овес+рапс – 283 га; подсолнечник, з.м. – 283 га; яровая пшеница – 283 га; ячмень+бобы кормовые.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 680 голов, КРС молодняк – 200 голов, лошади взрослые – 52 головы.

68. Назаровский район, АО «Агрохолдинг Сибиряк»

Агрохимические показатели чернозема обыкновенного среднемощного многогумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 45 | 9,0 | 42,0 | 0,3 | | – | | 7,1 | 3,64 | 5,4 |

❖ Севооборот: кукуруза, з.м. – 200 га; суданская трава – 200 га; яровая пшеница – 200 га; овес – 200 га; горох+овес – 200 га; корнеплоды – 200 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 680 голов, КРС молодняк – 200 голов, лошади взрослые – 52 головы.

ЧУЛЫМО-ЕНИСЕЙСКИЙ ОКРУГ

Площадь Чулымо-Енисейского округа 810 га. Здесь размещаются Балахтинский, Новоселовский, Ужурский, юго-западная часть Шарыповского района. Территория округа занята в основном лесостепной зоной, по северо-восточной, восточной и западной окраинам которой находится зона предгорий подтайги.

69. Ужурский район, ЗАО «Искра»

Агрохимические показатели чернозема обыкновенного
маломощного среднегумусного среднесуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 26 | 8,8 | 41,5 | 3,1 | | — | 5,8 | 17 | 10 | |

❖ Севооборот: соя – 210 га; озимая тритикале – 210 га; яровая пшеница – 210 га; овес+пелюшка – 210 га; рапс яровой (семена) – 210 га; ячмень – 200 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 800 голов, КРС молодняк – 80 голов, лошади взрослые – 60 голов.

70. Ужурский район, ЗАО «Солгонское»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного
маломощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 30 | 8,2 | 58,8 | 3,1 | | — | 6,5 | 14,5 | 10 | |

❖ Севооборот: кукуруза, з.м. – 238 га; горох+овес+люцерна – 238 га; люцерна 1г.п. – 238 га; люцерна 2 г.п. – 238 га; люцерна 3 г.п. – 238 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 980 голов, КРС молодняк – 260 голов.

71. Ужурский район, ООО «Агроэлита»

Агрохимические показатели чернозема обыкновенного маломощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 33 | 6,5 | 43,0 | 2,0 | | – | | 6,5 | 25 | 22 |

❖ Севооборот: лен масличный (семена) – 300 га; яровая пшеница – 300 га; овес – 300 га; кукуруза, з.м. – 300 га; ячмень – 300 га; просо кормовое – 300 га; яровая пшеница – 300 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 780 голов, КРС молодняк – 560 голов, лошади взрослые – 268 голов.

72. Ужурский район, ООО «Колос»

Агрохимические показатели чернозема обыкновенного маломощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 36 | 8,4 | 36 | 3,1 | | – | | 6,2 | 13 | 36 |

❖ Севооборот: чистый пар – 210 га; яровая пшеница – 210 га; корнеплоды – 210 га; кукуруза, з.м. – 210 га; яровая пшеница – 210 га; овес – 210 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 415 голов, КРС молодняк – 743 головы.

73. Ужурский район, ОПХ «Михайловское»

Агрохимические показатели чернозема обыкновенного среднемощного тучного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 45 | 9,0 | 42,0 | 3,1 | | – | | 7,1 | 5,4 | 15 |

❖ Севооборот: чистый пар – 200 га; яровая пшеница+донник – 200 га; донник – 200 га; яровая пшеница – 200 га; овес – 200 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 800 голов, КРС молодняк – 450 голов, лошади взрослые – 280 голов.

74. Ужурский район, СПК «Крестьяне»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного среднемощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 42 | 6,57 | 43 | 2,0 | | – | | 6,8 | 21 | 10 |

❖ Севооборот: горох+овес – 150 га; яровая пшеница – 150 га; картофель – 150 га; яровая пшеница – 150 га; овес – 150 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 500 голов, КРС молодняк – 370 голов.

75. Ужурский район, ООО «Фортуна Агро»

Агрохимические показатели серой лесной среднемощной тяжелосуглинистой почвы

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 27 | 4,5 | 33,0 | 2,0 | | – | | 6,0 | 21,0 | 10 |

❖ Севооборот: подсолнечник, з.м. – 175 га; томаты – 175 га; лук на репку – 175 га; огурец – 175 га; морковь – 175 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 560 голов, КРС молодняк – 370 голов.

76. Новоселовский район, ЗАО «Новоселовское»

Агрохимические показатели чернозема обыкновенного маломощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 35 | 6,8 | 46,0 | 2,1 | | – | | 6,6 | 8,5 | 22,0 |

❖ Севооборот: картофель – 220 га; яровая пшеница – 220 га; овес – 220 га; кукуруза, з.м. – 220 га; яровая пшеница – 220 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 700 голов, КРС молодняк – 170 голов.

77. Новоселовский район, ЗАО «Светлолобовское»
Агрохимические показатели чернозема выщелоченного маломощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 39 | 8,4 | 40,6 | 2,7 | | – | | 6,6 | 14,0 | 18,0 |

❖ Севооборот: картофель – 300 га; яровая пшеница – 300 га; овес – 300 га; кукуруза+просо кормовое, з.м. – 300 га; яровая пшеница – 300 га; рапс+овес – 300 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 600 голов, лошади взрослые – 20 голов, лошади молодняк – 30 голов.

78. Новоселовский район, ЗАО «Интикульское»
Агрохимические показатели чернозема выщелоченного маломощного тучного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 39 | 9,1 | 42,6 | 3,7 | | – | | 6,6 | 18,0 | 16,0 |

❖ Севооборот: кукуруза, з.м. – 300 га; яровая пшеница – 300 га; суданская трава+пелюшка – 300 га; яровая пшеница – 300 га; овес – 300 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 800 голов, лошади взрослые – 70 голов, лошади молодняк – 30 голов.

79. Балахтинский район, ОАО «Тюльковское»
Агрохимические показатели чернозема выщелоченного среднеспособного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 41 | 6,7 | 37,1 | 3,4 | | – | | 6,7 | 13,0 | 14,7 |

❖ Севооборот: кукуруза, з.м.+просо кормовое – 200 га; яровая пшеница – 200 га; ячмень – 200 га; овес+пелюшка – 200 га; яровая пшеница – 200 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 500 голов, лошади взрослые – 170 голов, лошади молодняк – 430 голов.

80. Балахтинский район, ООО «Чулымское»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного укороченного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 22 | 8,8 | 50,0 | 3,3 | | – | 6,2 | 10,6 | 13,5 | |

❖ Севооборот: картофель – 200 га; яровая пшеница – 200 га; ячмень – 200 га; подсолнечник, з.м. – 200 га; ячмень – 200 га; овес+пелюшка – 200 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 500 голов, лошади взрослые – 270 голов, лошади взрослые – 50 голов, молодняк – 12 голов.

ЮЖНО-МИНУСИНСКИЙ ПРИРОДНЫЙ ОКРУГ

Данный природный округ включает три природные зоны (степь, лесостепь и подтайгу предгорий). В лесостепи выделено три подзоны (южная, типичная и северная лесостепь). Площадь округа – 1844 га.

81. Минусинский район, ЗАО «Тагарское»

Агрохимические показатели чернозема обыкновенного среднемошного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{H2O} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 54 | 8,63 | 50,0 | 2,4 | | – | 7,5 | 7,7 | 28,9 | |

❖ Севооборот: кулисный пар (горчица) – 354 га; яровая пшеница – 354 га; ячмень – 354 га; кукуруза – 354 га; яровая пшеница – 354 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 560 голов, лошади взрослые – 100 голов.

82. Минусинский район, ООО «Новотроицкое»
 Агрехимические показатели чернозема выщелоченного
 среднемошного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 52 | 7,8 | 40,0 | 1,8 | | – | | 6,5 | 7,0 | 12,0 |

❖ Севооборот: кукуруза+кормовое просо – 200 га; гречиха – 200 га; суданская трава+пелюшка – 200 га; яровая пшеница – 200 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 320 голов, КРС молодняк – 285 голов.

83. Минусинский район, ООО «Тигрицкое»
 Агрехимические показатели чернозема выщелоченного
 укороченного малогумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 22 | 5,6 | 40,0 | 1,5 | | – | | 6,5 | 23,0 | 13,0 |

❖ Севооборот: кулисный пар (суданская трава) – 218 га; озимая рожь – 218 га; овес+донник – 218 га; донник – 218 га; яровая пшеница – 218 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 480 голов.

84. Минусинский район, ООО «Ничкинское»
 Агрехимические показатели чернозема выщелоченного
 маломощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 40 | 7,0 | 40,0 | 2,4 | | – | | 6,2 | 22,0 | 12,0 |

- ❖ Севооборот: подсолнечник, з.м. – 218 га; турнепс – 218 га; кукуруза+соя – 218 га; ячмень – 218 га.
- ❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 480 голов.

85. Минусинский район, ООО «Знаменское»

Агрохимические показатели чернозема обыкновенного укороченного малогумусного легкосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{H2O} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 23 | 3,3 | 24,1 | 2,4 | | – | | 7,9 | 25,0 | 3,32 |

- ❖ Севооборот: подсолнечник, з.м. – 200 га; сорго сахарное – 200 га; рапс+пелюшка – 200 га; ячмень – 200 га.
- ❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 300 голов, КРС молодняк – 810 голов.

86. Ширинский район, АО «Туимское»

Агрохимические показатели чернозема обыкновенного укороченного среднегумусного среднесуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{H2O} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 23 | 6,3 | 46,0 | 1,7 | | – | | 7,3 | 18,5 | 13,0 |

- ❖ Севооборот: кукуруза + просо – 300 га; яровая пшеница – 300 га; овес – 300 га; рапс + овес – 300 га; яровая пшеница – 300 га.
- ❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 100 голов, лошади взрослые – 20 голов, овцы – 1000 голов.

87. Каратузский район, ООО «Стожары»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного среднемощного высокогумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 45 | 12,4 | 50,2 | 2,5 | | – | | 6,6 | 14,0 | 18,0 |

❖ Севооборот: картофель – 220 га; яровая пшеница – 220 га; овес – 220 га; подсолнечник, з.м. – 220 га; гречиха – 220 га; овес + пелюшка – 220 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 848 голов.

88. Курагинский район, ЗАО «Имисское»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного маломощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 34 | 8,9 | 46,0 | 1,2 | | – | | 6,3 | 25,0 | 16,0 |

❖ Севооборот: чистый пар – 227 га; яровая пшеница – 227 га; овес – 227 га; кукуруза + просо, з.м. – 227 га; яровая пшеница – 227 га; овес – 227 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 800 голов, КРС молодняк – 350 голов.

89. Курагинский район, ЗАО «Березовское»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного маломощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 38 | 9,0 | 56,0 | 1,6 | | – | | 6,7 | 8,0 | 12,0 |

❖ Севооборот: занятый пар – 500 га; яровая пшеница – 500 га; овес – 500 га; кукуруза, з.м. – 500 га; яровая пшеница – 500 га; ячмень – 500 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 365 голов, КРС молодняк – 150 голов, куры – 570 голов.

90. Курагинский район, ООО «Сибирь Агро»
 Агрохимические показатели чернозема выщелоченного
 маломощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г. почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|------------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 34 | 7,5 | 34,7 | 1,5 | | – | | 6,1 | 19,0 | 12,0 |

❖ Севооборот: кукуруза, з.м. – 227 га; яровая пшеница – 227 га; яровая пшеница – 227 га; картофель – 227 га; яровая пшеница – 227 га; горох – 227 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 1200 голов, лошади взрослые – 214 голов.

91. Шушенский район, ООО «Шушь»
 Агрохимические показатели чернозема выщелоченного
 маломощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 27 | 8,9 | 39,0 | 2,4 | | – | | 6,8 | 14,0 | 13,0 |

❖ Севооборот: просо кормовое – 290 га; озимая рожь – 290 га; овес – 290 га; овес+пелюшка – 290 га; ячмень – 290 га; овес – 290 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 560 голов, КРС молодняк – 670 голов.

92. Шушенский район, ЗАО «Сибирь»
 Агрохимические показатели чернозема оподзоленного маломощного
 малогумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 30 | 4,1 | 42,0 | 1,8 | | – | | 6,9 | 24,5 | 12,0 |

❖ Севооборот: капуста – 290 га; картофель ранний – 290 га; огурец – 290 га; морковь – 290 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 560 голов, свиньи – 457 голов.

93. Шушенский район, КФХ «Фадеево»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного маломощного тучного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 35 | 10,4 | 48,2 | 1,8 | | – | | 6,5 | 12,0 | 13,0 |

❖ Севооборот: томаты – 400 га; лук на репку – 400 га; огурец – 400 га; морковь – 400 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 120 голов, КРС молодняк – 200 голов, лошади взрослые – 10 голов, лошади молодняк – 5 голов.

94. Шушенский район, СПСК «Победа»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного маломощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|------|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 30 | 6,8 | 52,2 | 0,75 | | – | | 6,1 | 17,0 | 21,0 |

❖ Севооборот: подсолнечник, з.м. – 292 га; яровая пшеница – 292 га; корнеплоды – 292 га; рапс+пелюшка – 292 га; ячмень – 290 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 560 голов, КРС молодняк – 670 голов.

95. Идринский район, ЗАО «Телекское»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного среднемощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 50 | 8,5 | 42,0 | 2,8 | | – | | 6,1 | 25,0 | 8,0 |

❖ Севооборот: чистый пар – 289 га; яровая пшеница+донник – 289 га; донник – 289 га; яровая пшеница – 289 га; овес – 289 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 675 голов, КРС молодняк – 458 голов.

96. Идринский район, СПК «Парус»

Агрохимические показатели темно-серой слабоподзоленной среднетяжелосуглинистой почвы

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 40 | 7,9 | 41,3 | 5,5 | | – | | 5,8 | 10,0 | 7,0 |

❖ Севооборот: чистый пар – 167 га; яровая пшеница – 167 га; яровая пшеница+люцерна – 167 га; люцерна 1г.п. – 167 га; люцерна 2 г.п. – 167 га; овес – 167 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 450 голов, КРС молодняк – 500 голов, лошади взрослые – 40 голов, лошади молодняк – 10 голов.

97. Идринский район, ООО СПК «Золотая нива»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного среднетяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 45 | 6,5 | 33,2 | 1,8 | | – | | 6,5 | 10,8 | 34,2 |

❖ Севооборот: рапс+пелюшка, з.м. – 102 га; гречиха – 102 га; кукуруза, з.м. – 102 га; яровая пшеница – 102 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 641 голова, лошади взрослые – 200 голов.

98. Идринский район, ЗАО «Тубинское»

Агрохимические показатели чернозема выщелоченного маломощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 30 | 8,4 | 36,2 | 3,1 | | — | | 6,2 | 13,8 | 36,0 |

❖ Севооборот: горох+овес, з.м. – 150 га; озимая рожь – 150 га; картофель – 150 га; гречиха – 150 га; рапс+пелюшка – 150 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 250 голов, КРС молодняк – 40 голов, лошади взрослые – 200 голов, лошади молодняк – 60 голов.

99. Ермаковский район, ООО «Ермак»

Агрохимические показатели светло-серой оподзоленной маломощной тяжелосуглинистой почвы

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 25 | 1,8 | 12,4 | 4,6 | | — | | 5,0 | 20,0 | 15,0 |

❖ Севооборот: сидеральный пар – 150 га; озимая рожь – 150 га; ячмень – 150 га; картофель – 150 га; овес – 150 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 300 голов, лошади взрослые – 100 голов.

100. Ермаковский район, СПК «Жеблахтинский»

Агрохимические показатели чернозема оподзоленного маломощного среднегумусного тяжелосуглинистого

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|------|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 30 | 6,2 | 32,6 | 10,2 | | — | | 5,1 | 15,3 | 10,2 |

❖ Севооборот: просо кормовое – 260 га; озимая рожь – 260 га; яровая пшеница – 260 га; картофель – 260 га; яровая пшеница – 260 га; овес – 260 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 830 голов, лошади взрослые – 180 голов.

101. Ермаковский район, ООО «Щетинкина»

Агрохимические показатели темно-серой лесной оподзоленной среднемощной тяжелосуглинистой почвы

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|------|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 40 | 5,8 | 29,0 | 10,2 | | – | | 6,0 | 31,0 | 17,0 |

❖ Севооборот: кукуруза+просо, з.м. – 167 га; озимая тритикале – 167 га; яровая пшеница – 167 га; овес+пелюшка – 167 га; рапс, семена – 167 га; ячмень – 167 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 870 голов, лошади взрослые – 200 голов, лошади молодняк – 90 голов.

ЧУНО-БИРЮСИНСКИЙ ОКРУГ

102. Кежемский район, ЗАО «Ангара»

Агрохимические показатели глубокодерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 25 | 3,0 | 10,0 | 6,0 | | – | | 4,5 | 15,0 | 15,0 |

❖ Севооборот: чистый пар – 192 га; яровая пшеница – 192 га; яровая пшеница – 192 га; картофель – 192 га; овес – 192 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 884 головы, лошади взрослые – 143 головы, лошади молодняк – 30 голов.

103. Богучанский район, ЗАО «Богучанское»
 Агрохимические показатели глубокодерново-подзолистой
 тяжелосуглинистой почвы

| Глубина гумусового слоя, см | Гумус, % | Мг-экв. / 100 г почвы | | | | V, % | pH _{KCl} | По методу, мг/100г | |
|-----------------------------|----------|-----------------------|-----|-----|----|------|-------------------|-------------------------------|------------------|
| | | S | Hг | ЕКО | Na | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| 20 | 3,5 | 10,0 | 6,0 | | — | | 4,5 | 10,0 | 15,0 |

❖ Севооборот: клевер, з.м. – 175 га; озимая рожь – 175 га; овес – 175 га; картофель – 175 га; овес+клевер – 175 га.

❖ Накопление органических удобрений: КРС взрослые – 350 голов, лошади взрослые – 50 голов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учебное пособие «Система применения удобрений» подготовлено в соответствии с требованием государственного общеобразовательного стандарта (ФГОС ВО) по агрохимии и предназначено для освоения студентами сложного материала по системе применения органических и минеральных удобрений. По данной дисциплине предусматривается выполнение курсовой работы и освоение большого блока заданий в процессе самостоятельной работы студентов (коллоквиумы, тест-контроль, решение индивидуальных задач).

Предлагаемое пособие включает как теоретический, так и практический материал, позволяющий студентам, изучающим агрохимию, освоить общетеоретические вопросы необходимости применения удобрений не разрозненными приемами, а в определенной системе. Изложены принципы, методические подходы и механизм расчета потребности культур севооборота в удобрениях, других сопутствующих расчетов, а также оценки эффективности системы применения удобрений. Это поможет студентам и даст им возможность выполнить курсовую работу самостоятельно.

Учебное пособие содержит введение, четыре главы, как теоретической, так и практической направленности. В первой главе четко обосновываются цели и задачи курсовой работы. Вторая глава посвящена изложению основных теоретических вопросов системы применения удобрений, содержит термины и понятия по системе удобрения хозяйства, севооборота, отдельной культуры.

Третья глава освещает содержание основных глав курсовой работы, требования необходимых расчетов в процессе подготовки курсовой или самостоятельной работы, содержит непосредственные методические указания по проведению различных расчетов, освещению теоретических и практических вопросов курсовой и самостоятельной работы. В этой же главе представлены вопросы, освещающие основные аспекты выбора приемов внесения удобрений, необходимости удобрения сельскохозяйственных культур в связи с их биологическими требованиями и целью возделывания в севообороте.

Механизм расчетов и оценки эффективности разработанной системы удобрения различными методами изложен в четвертой главе. Большое значение для выполнения курсовой и самостоятельной работы имеет блок заданий по конкретным хозяйствам, включающий необходимые исходные показатели и характеристики, сгруппированные

по зонам Красноярского края. В учебном пособии приведен обстоятельный список литературы, воспользовавшись которым, студенты могут выполнить, описать и обосновать разработанную систему применения удобрений в севообороте, а также подготовиться к контролю самостоятельной работы по данной теме. В приложении 1 содержится значительный объем справочного материала, необходимого для проведения расчетов.

Считаем, что разработанное на кафедре почвоведения и агрохимии учебное пособие «Система применения удобрений» является крайне необходимым для студентов, изучающих агрохимию. Оно несомненно будет широко востребовано.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимическая характеристика почв СССР. Средняя Сибирь / под ред. А.В. Соколова, Н.В. Орловского. – М.: Наука, 1971. – 271 с.
2. Агрохимическая характеристика почв СССР. Восточная Сибирь. – М.: Наука, 1969. – 335 с.
3. Агрохимия / под ред. Б.А. Ягодина. – М.: Колос, 2002. – 639 с.
4. Белоусова, Е.Н. Влияние многолетних трав и пара на структурный состав и мобилизацию минеральных форм азота чернозема Красноярской лесостепи / Е.Н. Белоусова // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2014. – № 1 (25). – С. 7–25.
5. Белоусов, А.А. Оценка азотмобилизующей способности чернозема выщелоченного при возделывании кормовых трав в Красноярской лесостепи / А.А. Белоусов, Е.Н. Белоусова, А.Т. Аветисян // Вестник КрасГАУ. – 2016. – № 9. – С. 172–180.
6. Белоусова, Е.Н. Трансформация азотсодержащих соединений чернозема выщелоченного в условиях минимизации обработки / Е.Н. Белоусова, А.А. Белоусов // Вестник КрасГАУ. – 2017. – № 5. – С. 149–156.
7. Белоусова, Е.Н. Трансформация азотсодержащих соединений чернозема выщелоченного в условиях минимизации основной обработки / Е.Н. Белоусова, А.А. Белоусов // Проблемы агрохимии и экологии. – 2021. – № 3–4. – С. 3–8.
8. Белоусова, Е.Н. Формирование и изменение структурного состояния почв элювиального ряда Приенисейской Сибири: монография / Е.Н. Белоусова. – Красноярск, 2021. – 211 с.
9. Белоусова, Е.Н. Особенности превращения почвенного азота при минимизации обработки черноземов Красноярской лесостепи / Е.Н. Белоусова, А.А. Белоусов, Е.Н. Лукова // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 6 (183). – С. 3–11.
10. Бугаков, П.С. Агрономическая характеристика почв земледельческой зоны Красноярского края / П.С. Бугаков, В.В. Чупрова. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 1995. – 176 с.
11. Васильев, В.А. Справочник по органическим удобрениям / В.А. Васильев, Н.В. Филиппова. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 255 с.
12. Державин, Л.М. Применение минеральных удобрений в интенсивном земледелии. Современное развитие идей Д.Н. Прянишникова / Л.М. Державин. – М.: Наука, 1991. – С. 74–94.

13. Державин, Л.М. Применение минеральных удобрений в интенсивном земледелии / Л.М. Державин. – М.: Колос, 1992. – 272 с.
14. Донских, И.Н. Курсовое и дипломное проектирование по системе удобрений: учеб. пособие / И.Н. Донских. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 2004. – 144 с.
15. Ефимов, В.Н. Система применения удобрений / В.Н. Ефимов, И.Н. Донских, Г.И. Сеницин. – М.: Колос, 1984. – 272 с.
16. Ефимов, В.Н. Система удобрений: учебник / В.Н. Ефимов, И.Н. Донских, В.П. Царенко. – М.: Колос, 2003. – 320 с.
17. Ермохин, Ю.И. Почвенно-растительная оперативная диагностика «ПРОД-ОмСХИ» минерального питания, эффективности удобрений, величины и качества урожая сельскохозяйственных культур: монография / Ю.И. Ермохин; ОмГАУ. – Омск, 1995. – 207с.
18. Каюмов, М.К. Справочник по программированию продуктивности полевых культур / М.К. Каюмов. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 288 с.
19. Крупкин, П.И. Черноземы Красноярского края / П.И. Крупкин. – Красноярск: Изд-во гос. ун-та, 2002. – 314 с.
20. Кудеяров, В.Н. Оценка питательной деградации пахотных почв России / В.Н. Кудеяров // Вестник Российской академии наук – 2015. – Т. 85. – № 9. – С. 771–775.
21. Литвак, Ш.И. Системный подход к агрохимическим исследованиям / Ш.И. Литвак. – М., 1990. – 220 с.
22. Майборода, Н.М. Почвы, удобрения и урожай / Н.М. Майборода. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 1982. – 216 с.
23. Майборода, Н.М. Расчет удобрений на планируемый урожай культур при интенсивных технологиях / Н.М. Майборода. – Красноярск, 1988.
24. Майборода, Н.М. Средства химизации на планируемый урожай в условиях Красноярского края / Н.М. Майборода. – Красноярск, 1991.
25. Майборода, Н.М. Программирование урожайности полевых культур: учеб. пособие / Н.М. Майборода, Л.К. Тупикова, Л.П. Столяр, В.Ф. Терехова. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2000. – 69 с.
26. Методика биоэнергетической оценки технологий производства продукции растениеводства: рекомендации/ ВАСХНИЛ. – М., 1983. – 24 с.
27. Минеев, В.Г. Агрохимия, биология и экология почвы / В.Г. Минеев, Е.Х. Ремпе. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 206 с.

28. Минеев, В.Г. Агрохимия: учебник / В.Г. Минеев. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 486 с.
29. Муравин, Э.А. Агрохимия: учебник / Э.А. Муравин. – М.: Колос, 2003. – 384 с.
30. Неклюдов, А.Ф. Биоэнергетическая оценка севооборотов: метод. рекомендации / А.Ф. Неклюдов, В.Д. Киньшакова, О.В. Копейкин. – Новосибирск, 1993. – 35 с.
31. Панников, В.Д. Почва, климат, удобрение и урожай / В.Д. Панников, В.Г. Минеев. – М.: Агропромиздат, 1987. – 512 с.
32. Пискунов, А.С. Методы агрохимических исследований / А.С. Пискунов. – М.: Колос, 2004. – 312 с.
33. Постников, А.В. Химизация сельского хозяйства / А.В. Постников. – М.: Росагропромиздат, 1989. – 223 с.
34. Практикум по агрохимии: учеб. пособие / под ред. Б.А. Ягодина. – М.: Агропромиздат, 1987. – 511 с.
35. Прянишников, Д.Н. Избранные труды / Д.Н. Прянишников. – М.: Наука, 1976. – 591 с.
36. Пути сохранения и повышения плодородия почв Красноярского края: науч.-практ. рекомендации / Е.В. Алхименко, Е.Н. Белосова, О.Н. Вебер [и др.]. – Красноярск, 2020. – 48 с.
37. Рудой, Н.Г. Агрохимия почв Средней Сибири / Н.Г. Рудой. – Красноярск, 2003. – 167 с.
38. Рекомендации по определению доз минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры на планируемый урожай / под ред. П.И. Крупкина, И.А. Макриновой, В.К. Пурлаура [и др.]. – Красноярск, 1987. – 24 с.
39. Сентябрьев, А.А. Лен масличный – культура больших возможностей / А.А. Сентябрьев // Земледелие. – 2010. – № 8. – С. 27–28.
40. Система земледелия Красноярского края/ ВАСХНИЛ, Сиб. отделение КНИИСХ, Производственное управление Красноярского крайисполкома. – Новосибирск, 1982. – 631 с.
41. Система земледелия Красноярского края на ландшафтной основе: науч.-практ. рекомендации / под общ. ред. С.В. Брылева. – Красноярск, 2015. – 224 с.
42. Соловьева, Н.Ф. Жидкие удобрения и современные методы их применения / Н.Ф. Соловьева – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2010. – 76 с.
43. Сорокина, О.А. Состояние химизации земледелия на примере применения удобрений в Российской Федерации и Красноярском крае / О.А. Сорокина // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 9. – С. 9–17.

44. Сычев, В.Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования / В.Г.Сычев. – М.: РАН, 2019. – 328 с.
45. Танделов, Ю.П. Состояние плодородия пахотных почв Приенисейской Сибири и эффективность удобрений / Ю.П. Танделов, Е.И. Волошин, О.В. Ерышова, В.В. Штундюк. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 69 с.
46. Танделов, Ю.П. Плодородие почв и эффективность удобрений в Средней Сибири/ Ю.П. Танделов. – М.: Изд-во МГУ, 1998. – 302 с.
47. Танделов, Ю.П. Особенности применения минеральных удобрений в новых экономических условиях/ Ю.П. Танделов, Н.М. Майборода. – Красноярск, 2002. – 22 с.
48. Танделов, Ю.П. Особенности кислых почв Красноярского края и эффективность известкования: учеб. пособие / Ю.П. Танделов, О.В. Ерышова. – Красноярск, 2003. – 147 с.
49. Танделов, Ю.П. Черноземы Красноярского края и проблема известкования / Ю.П. Танделов, О.В. Ерышова. – Красноярск, 2005. – 20 с.
50. Танделов, Ю.П. Плодородие почв и эффективность удобрений в Средней Сибири / Ю.П. Танделов. – Красноярск, 2012. – 302 с.
51. Титова, В.И. Агрохимия – 2021: учеб. пособие / В.И.Титова. – Н.Новгород: Нижегородская ГСХА, 2021. – 208 с.
52. Шеуджен, А.Х. Агрохимические основы применения удобрений / А.Х.Шеуджен, Т.Н. Бондарева, С.В. Кизинек. – Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2013. – 572 с.
53. Федоренко, В.Ф. Мировые тенденции интеллектуализации сельского хозяйства / В.Ф.Федоренко, В.И. Черновоинов, В.Я. Гольтяпин [и др.]. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех, 2018. – 232 с.
54. Чупрова, В.В. Оценка агроэкологического состояния почв, вовлеченных в разработку песчано-гравийных карьеров Канского района Красноярского края / В.В.Чупрова, А.А. Белоусов, Е.Н. Белоусова, Ю.В. Горбунова // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 3 (144). – С. 16–21.
55. Ягодин, Б.А. Агрохимия: учебник / Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко. – М.: Колос, 2002. – 583 с.
56. Ягодин, Б.А. Агрохимия: учебник / Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко; под ред. Б.А. Ягодина. – М.: Мир, 2003. – 584 с.
57. Юлушев И.Г. Почвенно-агрохимические основы адаптивно-ландшафтной организации систем земледелия ВКЗП: учеб. пособие / И.Г. Юлушев. – М.: Академический Проект, 2005. – 368 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Таблица П.1.1 – Группировка почв по степени гумусированности пахотного слоя (содержание гумуса),%

| Классы по степени гумусированности | | | |
|--|---------------------|----------------------|----------------------|
| < минимального содержания | слабогумусированные | среднегумусированные | сильногумусированные |
| Светло-серые лесные | | | |
| < 2,0 | 2,0–2,9 | 3,0–3,9 | > 3,9 |
| Серые лесные | | | |
| < 3,0 | 3,0–4,0 | 4,1–5,0 | >5,0 |
| Темно-серые лесные, черноземы оподзоленные, выщелоченные, обыкновенные | | | |
| < 4,0 | 4,0–5,0 | 5,1–6,0 | > 6,0 |

Таблица П.1.2 – Расход P_2O_5 для повышения содержания в почве подвижного фосфора на 1 мг/кг почвы (по методу Кирсанова)

| Почвы | Гранулометрический состав | Расход P_2O_5 , кг/га |
|---------------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Дерново-подзолистые | Песчаные, легкие суглинки | 5-6 |
| | Средние суглинки | 7-9 |
| | Тяжелые суглинки | 10-12 |
| Дерново-глеевые | Средние суглинки | 15-16 |
| Серые лесные | Легкие суглинки | 7-8 |
| | Средние суглинки | 9-11 |
| | Тяжелые суглинки | 12-14 |
| Черноземы выщелоченные и обыкновенные | Легкие суглинки | 8-9 |
| | Средние суглинки | 9-10 |
| | Тяжелые суглинки | 10-12 |

Таблица П.1.3 – Обеспеченность почв доступным азотом в зависимости от содержания гумуса и предшественника, оценка ее в классах

| Предшественник | Содержание гумуса в почве | | |
|--|--|--|---|
| | менее 5 % – подзолистые и серые лесные | 5-10 % – черноземы, темно-серые лесные, 3-5 % – каштановые | более 10% – черноземы, лугово-черноземные почвы |
| Зерновые по чистому пару | 4 | 5 | 6 |
| Зерновые по занятому пару | 3 | 4 | 4 |
| Зерновые по раннему пласту многолетних трав | 4 | 5 | 6 |
| Зерновые по позднему пласту многолетних трав | 2 | 3 | 4 |
| Зерновые по обороту пласта | 2 | 3 | 4 |
| Зерновые по удобренным пропашным | 2 | 3 | 4 |
| Зерновые по зернобобовым | 2 | 3 | 3 |
| Зерновые по зерновым | 1 | 1 | 2 |
| Пропашные по обороту пласта | 2 | 3 | 3 |
| Пропашные по зерновым | 1 | 1 | 2 |
| Пропашные по пропашным | 2 | 3 | 3 |
| Пропашные по занятому пару | 2 | 4 | 4 |
| Многолетние травы по зерновым | 1 | 1 | 2 |
| Многолетние травы по многолетним травам | 2 | 3 | 5 |
| Вторая зерновая по чистому пару | 1 | 1 | 2 |

Таблица П.1.4 – Шкала потребности растений в азотных удобрениях в зависимости от содержания в почве нитратного азота (N-NO₃)

| Группа | Содержание нитратного азота | N-NO ₃ , мг/кг | Оценка плодородия | Потребность в удобрениях |
|--------|-----------------------------|---------------------------|-------------------|--------------------------|
| 1 | Очень низкое | < 4,0 | Низкое | Высокая |
| 2 | Низкое | 4,1-8,0 | | |
| 3 | Среднее | 8,1-12,0 | Среднее | Средняя |
| 4 | Повышенное | 12,1-16,0 | | |
| 5 | Высокое | 16,1-20,0 | Высокое | Низкая |
| 6 | Очень высокое | > 20,1 | | |

Примечание: 7-й и 8-й классы только для овощных культур.

Таблица П.1.5 – Содержание подвижного фосфора в почвах разных почвенно-климатических зон, мг/100 г

| Группа | Содержание подвижного фосфора | P ₂ O ₅ , мг/кг | | | Оценка плодородия | Потребность в удобрениях |
|---|-------------------------------|---------------------------------------|-----------------|----------------|-------------------|--------------------------|
| | | Метод Чирикова | Метод Кирсанова | Метод Мачигина | | |
| Для почв степного типа Ачинско-Боготольской, Чулымо-Енисейской, Канской, Красноярской лесостепи | | | | | | |
| 1 | Очень низкое | < 25 | - | - | Низкое | Высокая |
| 2 | Низкое | 26-50 | - | - | | |
| 3 | Среднее | 51-100 | - | - | Среднее | Средняя |
| 4 | Повышенное | 101-150 | - | - | | |
| 5 | Высокое | 151-200 | - | - | Высокое | Низкая |
| 6 | Очень высокое | > 200 | - | - | | |
| Для почв степного типа Минусинской лесостепи | | | | | | |
| 1 | Очень низкое | < 100 | - | - | Низкое | Высокая |
| 2 | Низкое | 101-150 | - | - | | |
| 3 | Среднее | 151-200 | - | - | Среднее | Средняя |
| 4 | Повышенное | 201-250 | - | - | | |
| 5 | Высокое | 251-300 | - | - | Высокое | Низкая |
| 6 | Очень высокое | > 300 | - | - | | |
| Для почв подзолистого типа всех почв края | | | | | | |
| 1 | Очень низкое | - | < 50 | - | Низкое | Высокая |
| 2 | Низкое | - | 51-100 | - | | |
| 3 | Среднее | - | 101-150 | - | Среднее | Средняя |
| 4 | Повышенное | - | 151-200 | - | | |
| 5 | Высокое | - | 201-250 | - | Высокое | Низкая |
| 6 | Очень высокое | - | >250 | - | | |
| Для карбонатных почв всех зон края | | | | | | |
| 1 | Очень низкое | - | - | < 10 | Низкое | Высокая |
| 2 | Низкое | - | - | 11-20 | | |
| 3 | Среднее | - | - | 20-30 | Среднее | Средняя |
| 4 | Повышенное | - | - | 31-45 | | |
| 5 | Высокое | - | - | 46-60 | Высокое | Низкая |
| 6 | Очень высокое | - | - | > 60 | | |

Таблица П.1.6 – Группировка почв по содержанию обменного калия в условиях Красноярского края

| Группа | Содержание подвижного фосфора | K ₂ O, мг/кг | | | Оценка плодородия | Потребность в удобрениях |
|---|-------------------------------|-------------------------|-----------------|----------------|-------------------|--------------------------|
| | | Метод Чирикова | Метод Кирсанова | Метод Мачигина | | |
| Для почв степного типа всех зон края | | | | | | |
| 1 | Очень низкое | < 50 | - | - | Низкое | Высокая |
| 2 | Низкое | 51-70 | - | - | | |
| 3 | Среднее | 71-90 | - | - | Среднее | Средняя |
| 4 | Повышенное | 91-110 | - | - | | |
| 5 | Высокое | 111-150 | - | - | Высокое | Низкая |
| 6 | Очень высокое | > 150 | - | - | | |
| Для почв подзолистого типа всех почв края | | | | | | |
| 1 | Очень низкое | - | < 50 | - | Низкое | Высокая |
| 2 | Низкое | - | 51-100 | - | | |
| 3 | Среднее | - | 101-150 | - | Среднее | Средняя |
| 4 | Повышенное | - | 151-200 | - | | |
| 5 | Высокое | - | 201-300 | - | Высокое | Низкая |
| 6 | Очень высокое | - | > 300 | - | | |
| Для карбонатных почв всех зон края | | | | | | |
| 1 | Очень низкое | - | - | < 100 | Низкое | Высокая |
| 2 | Низкое | - | - | 101-200 | | |
| 3 | Среднее | - | - | 201-300 | Среднее | Средняя |
| 4 | Повышенное | - | - | 301-400 | | |
| 5 | Высокое | - | - | 401-600 | Высокое | Низкая |
| 6 | Очень высокое | - | - | > 600 | | |

Таблица П.1.7 – Примерный коэффициент использования влаги культурами по зонам Красноярского края

| Зона | Коэффициент |
|-----------------|-------------|
| Тайга, подтайга | 0,70 |
| Лесостепь | 0,65 |
| Степь | 0,60 |

Таблица П.1.8 – Примерные запасы продуктивной влаги (ПВ) в почве перед посевом культур по зонам Красноярского края в зависимости от предшественников (данные КрасГАУ, КНИИСХ, гидрометслужбы)

| Предшественник | Запасы ПВ в слое 1 м, мм | |
|------------------------|--------------------------|---------|
| | Колебания | Среднее |
| Тайга, подтайга | | |
| Пар чистый | 220-260 | 240 |
| Пар занятый | 190-230 | 210 |
| Пропашные | 180-200 | 190 |
| Зерновые | 120-160 | 140 |
| Многолетние травы | 130-160 | 150 |
| Лесостепь | | |
| Пар чистый | 205-230 | 210 |
| Пар занятый | 170-210 | 190 |
| Пропашные | 150-190 | 170 |
| Зерновые | 100-160 | 120 |
| Многолетние травы | 110-170 | 130 |
| Степь | | |
| Пар чистый | 180-200 | 190 |
| Пар занятый | 140-180 | 160 |
| Пропашные | 130-170 | 150 |
| Зерновые | 90-140 | 110 |
| Многолетние травы | 100-140 | 120 |

Таблица П.1.9 – Среднее многолетнее количество осадков в условиях Красноярского края (данные гидрометеослужбы)

| Метеостанция | Осадки за период от посева (посадки) до созревания культуры, мм | | |
|--------------------------|---|-------------|-----------------------|
| | Яровые зерновые, кукуруза на силос | Рожь озимая | Картофель, корнеплоды |
| Боготол | 200 | 280 | 220 |
| Дзержинское | 150 | 200 | 170 |
| Идринское | 190 | 280 | 220 |
| Казачинское опытное поле | 210 | 240 | 220 |
| Тюхтет | 190 | 250 | 210 |
| Ермаковское | 220 | 270 | 250 |
| Крутояр | 200 | 260 | 240 |
| Шарыпово | 220 | 240 | 230 |
| Уяр | 180 | 230 | 200 |
| Ирбейское | 180 | 220 | 200 |
| Балахта | 190 | 230 | 220 |
| Каратуз | 220 | 250 | 230 |
| Шира | 190 | - | 200 |
| Бея | 200 | - | 230 |
| Сухобузимо | 180 | 220 | 200 |

Таблица П.1.10 – Расход влаги на формирование 1 ц основной и побочной продукции (КрасГАУ, 1960–1992 гг.), мм

| Культура | Без удобрений | При внесении удобрений |
|------------------------|---------------|------------------------|
| Тайга, подтайга | | |
| Пшеница, ячмень | 9-11 | 7-8 |
| Овес | 10-11 | 8-9 |
| Корнеплоды | 0,7-0,8 | 0,6-0,7 |
| Картофель | 1,3-1,5 | 1,1-1,2 |
| Силосные | 0,9-1,0 | 0,7-0,8 |
| Однолетние травы | 7-8 | 5-6 |
| Лесостепь | | |
| Пшеница, ячмень | 10-11 | 8-9 |
| Овес | 10-12 | 9-10 |
| Корнеплоды | 0,8-0,9 | 0,6-0,7 |
| Картофель | 1,5-1,8 | 1,2-1,3 |
| Силосные | 1,0-1,1 | 0,7-0,9 |
| Однолетние травы | 8-9 | 6-7 |
| Степь | | |
| Пшеница, ячмень | 12-14 | 9-11 |
| Овес | 13-15 | 10-12 |
| Корнеплоды | 0,9 | 0,7 |
| Картофель | 1,8 | 1,5 |
| Силосные | 1,1 | 1,0 |
| Однолетние травы | 10-11 | 8-9 |

Таблица П.1.11 – Коэффициенты перевода продукции растениеводства в зерновые единицы

| Продукция | Коэффициент перевода |
|------------------------------|----------------------|
| Пшеница, рожь, ячмень | 1,00 |
| Зернобобовые, гречиха, рис | 1,40 |
| Овес | 0,80 |
| Просо | 0,90 |
| Подсолнечник | 0,40 |
| Картофель, овощные, бахчевые | 1,44 |
| Кормовые корнеплоды | 0,20 |
| Сено однолетних трав | 0,40 |
| Сено многолетних трав | 0,50 |
| Кукуруза (силос) | 0,17 |
| Прочие силосные культуры | 0,12 |

Таблица П.1.12 – Примерное количество навоза, получаемого в год от взрослого животного, т

| Животные | Продолжительность стойлового периода, дни | | | |
|------------------------------|---|---------|---------|-----------|
| | 240-220 | 220-200 | 200-180 | Менее 180 |
| Подстилочный навоз | | | | |
| Крупный рогатый скот | 9-10 | 8-9 | 6-8 | 4-5 |
| Лошади | 7-8 | 5-6 | 4-4,5 | 2,5-3 |
| Овцы | 1,0 | 0,9 | 0,6-0,8 | 0,4-0,5 |
| Свиньи | 1,5-2,0 | 1,2-1,5 | 1,0-1,2 | 0,8-1,0 |
| Бесподстилочный навоз | | | | |
| Крупный рогатый скот | 3 | 2,5 | 2,0 | 1,5 |
| Свиньи | 0,5 | 0,3 | 0,25 | 0,2 |

Таблица П.1.13 – Годичное поступление птичьего помета от 1 головы (кг) и его химический состав, % на сырое вещество

| Вид птицы | Выход помета | С использованием подстилки | Влажность | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO |
|-----------|--------------|----------------------------|-----------|-----|-------------------------------|------------------|-----|
| Куры | 6-7 | 30 | 75 | 1,5 | 1,4 | 0,5 | 1,1 |
| Утки | 7-9 | 35-40 | 83 | 0,6 | 0,8 | 0,3 | 1,0 |
| Гуси | 10-12 | 50-60 | 83 | 0,6 | 0,5 | 0,8 | 0,6 |
| Индейки | 10-11 | 48-52 | 75 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,6 |

Таблица П.1.14 – Химический состав свежего навоза, % на сырое вещество (Красноярская и Ачинско-Боготольская лесостепь, ФГУП ЦГАС «Красноярский»)

| Вид органического удобрения | Влажность | Зольность | Органическое вещество | pH | Содержание | | |
|-----------------------------|-----------|-----------|-----------------------|-----|------------|-------------------------------|------------------|
| | | | | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| Навоз КРС: | | | | | | | |
| подстилочный | 78,7 | 5,8 | 17,5 | 8,2 | 0,43 | 0,24 | 0,33 |
| бесподстилочный | 83,6 | 3,2 | 13,2 | 8,0 | 0,39 | 0,16 | 0,26 |
| на гидросмыве | 95,7 | 1,0 | 3,3 | 7,6 | 0,16 | 0,05 | 0,17 |
| Свиной: | | | | | | | |
| бесподстилочный | 76,2 | 2,8 | 21,0 | 7,1 | 0,77 | 0,20 | 0,22 |
| подстилочный | 75,6 | 3,5 | 20,0 | 6,8 | 1,00 | 0,39 | 0,66 |
| Овечий | 66,4 | 0,8 | 34,8 | 8,7 | 1,01 | 0,34 | 1,55 |
| Конский | 73,7 | 4,9 | 21,4 | 7,5 | 0,52 | 0,29 | 0,53 |

Таблица П.1.15 – Коэффициенты использования питательных веществ из органических удобрений

| Вид удобрения | Год действия | Коэффициенты использования, % | | |
|-------------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------|
| | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| Навоз | 1 | 20-25 | 25-35 | 30-40 |
| Компосты | 2 | 10-15 | 15-20 | 20-25 |
| Зеленое удобрение | 3 | 5-10 | 5-10 | 10-15 |

Таблица П.1.16 – Вынос элементов питания урожаем культур (средние данные КНИИСХ, КрасГАУ, ФГУП ЦГАС «Красноярский»)

| Культура | Основная продукция | Отношение основной продукции к побочной | Вынос на 1 ц основной продукции, кг | | |
|------------------|--------------------|---|-------------------------------------|-------------------------------|------------------|
| | | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| Пшеница яровая | Зерно | 1:1,4 | 3,5 | 1,4 | 2,5 |
| Рожь озимая | Зерно | 1:1,7 | 3,0 | 1,4 | 2,6 |
| Овес | Зерно | 1:1,5 | 3,0 | 1,4 | 2,5 |
| Ячмень | Зерно | 1:1,5 | 3,0 | 1,3 | 2,4 |
| Гречиха | Зерно | 1:1,8 | 3,0 | 1,6 | 4,0 |
| Горох | Зерно | 1:1,5 | 6,8 | 1,9 | 3,0 |
| Вика | Зерно | 1:1,6 | 6,6 | 1,8 | 2,8 |
| Просо | Зерно | 1:1,8 | 3,3 | 1,0 | 3,4 |
| Кукуруза | Зерно | 1:2,0 | 0,4 | 0,1 | 0,4 |
| Картофель | Клубни | 1:1,2 | 0,66 | 0,36 | 0,9 |
| Лен-долгунец | Волокно | 1:6,0 | 8,0 | 4,0 | 7,0 |
| | Семена | 1:8,0 | | | |
| Люцерна в цвету | Сено | - | 2,6 | 1,1 | 2,2 |
| Клевер | Сено | - | 2,5 | 1,0 | 2,1 |
| Кострец безостый | Сено | - | 1,6 | 0,8 | 2,4 |
| Однолетние травы | Сено | - | 2,0 | 0,8 | 2,4 |
| Сахарная свекла | Корнеплоды | 1:1,0 | 0,6 | 0,2 | 0,75 |
| Кормовая свекла | Корнеплоды | 1:1,0 | 0,4 | 0,13 | 0,46 |
| Капуста поздняя | Кочаны | 5:1,0 | 0,42 | 0,15 | 0,7 |
| Томаты | Плоды | 1,5:1,0 | 0,3 | 0,28 | 0,37 |
| Огурцы | Плоды | 4:1 | 0,4 | 0,2 | 0,5 |
| Морковь | Корнеплоды | 1:1 | 0,21 | 0,13 | 0,43 |
| Свекла столовая | Корнеплоды | 1:1 | 0,4 | 0,16 | 0,65 |
| Лук | Луковица | 1,2:1,0 | 0,2 | 0,14 | 0,29 |
| Редис | Корнеплоды | 1,2:1,0 | 0,32 | 0,14 | 0,34 |

**Таблица П.1.17 – Поправочный коэффициент к дозам удобрений
в зависимости от содержания продуктивной влаги в почве
перед посевом культур**

| Содержание продуктивной влаги в метровом слое почв, мм | Поправочный коэффициент |
|---|-------------------------|
| 100-130 | 0,9 |
| 130-160 | 1,0 |
| 160-200 | 1,1 |
| 200-250 | 1,2 |

**Таблица П.1.18 – Ориентировочные данные расчета емкости складов
минеральных удобрений**

| Удобрение | Объем 1 т удобрения, м ³ | Условия хранения и высота штабеля |
|--|--|--------------------------------------|
| Мочевина | 1,55 | В заводской таре, до 2 м |
| Сульфат аммония | 1,12-1,25 | Насыпью, до 3 м |
| Аммиачная селитра | 1,23 | В заводской таре, до 2 м |
| Натриевая селитра | 0,70-0,91 | —" |
| Кальциевая селитра | 1,10-0,88 | —" |
| Хлористый аммоний | 1,70-1,72 | Насыпью, до 3 м |
| Аммиак жидкий | 1,59 | В герметичной таре |
| Аммиак водный | 1,08-1,09 | —" |
| Цианид кальция | 1,67-1,64 | В заводской упаковке, до 2 м |
| Нитрат-сульфат аммония | 1,15 | —" |
| Сульфат аммония-нитрат | 1,20 | —" |
| Фосфоритная мука | 0,62-0,59 | Насыпью, до 3 м |
| Суперфосфат из фосфоритов | 1,02 | В заводской таре, до 2 м |
| Суперфосфат из апатитов | 0,98-0,93 | —" |
| Суперфосфат двойной | 1,15 | —" |
| Преципитат | 1,16-1,15 | —" |
| Томашлак | 0,50-0,49 | Насыпью, до 3 м |
| Костяная мука сырая | 1,12 | —" |
| Аммонизированные простые суперфосфаты | 1,03 | В заводской таре, до 2 м |
| Сильвинит | 0,94- 0,91 | Насыпью, до 3 м |
| Калийные соли | 1,06-1,08 | —" |
| Хлористый калий | 1,13 | —" |
| Сульфат калия | 0,77 | —" |
| Азотнокислый калий | 1,03 | В заводской таре, до 2 м |
| Гипс | 1,0 | Насыпью, до 3 м |
| Известняковая мука | 0,60 | —" |
| Доломитовая мука | 0,70 | —" |
| Жженая негашеная известь | 1,05 | —" |
| Жженая гашеная известь | 1,7 | Насыпью, до 2м |
| Известковый туф | 1,1-1,25 | —" |
| Торфотуфы | 2,0 | —" |
| Цементная пыль | 1,25 | —" |
| Аммофос | 0,95-1,0 | Насыпью, до 3 м |
| Нитрофоска | 1,0 | —" |
| Диаммофос | 1,0 | —" |
| Нитроаммофос | 0,9-1,0 | —" |

Таблица П.1.19 – Содержание энергии в компонентах урожая
(данные КрасГАУ)

| Культура | Влажность, % | ГОСТ | МДж/кг сухого вещества |
|----------------------------------|--------------|----------|---------------------------|
| Пшеница мягкая | 17 | 10467-76 | 19,1 |
| Озимая рожь | 17 | 10468-76 | 19,3 |
| Ячмень | 15 | 10469-76 | 19,0 |
| Овес | 18 | 10470-76 | 19,2 |
| Гречиха | 15 | 10247-76 | 18,6 |
| Кукуруза (зерно, семена) | 16 | 20582-75 | 17,8 |
| Просо | 15 | 10249-75 | 19,2 |
| Горох | 16 | 10246-75 | 20,3 |
| Злаковые многолетние травы | 15 | 19449-74 | 19,0 |
| Бобовые многолетние травы | 13 | 19450-74 | 20,0 |
| Эспарцет | 14 | | 20,0 |
| Подсолнечник | 10 | 9576-71 | 23,1 |
| Лен | 14 | 9668-75 | 24,0 |
| Горчица | 12 | 9670-61 | 28,4 |
| Рапс | 12 | 9824-71 | 26,0 |
| Рыжик | 13 | 9671-61 | 28,4 |
| Конопля | 14 | 10490-63 | 26,0 |
| Свекла сахарная | 14 | 20797-75 | 21,0 |
| Свекла сахарная, односемянная | 15 | 10882-73 | 21,0 |
| Сено многолетних трав (бобовые) | 17 | | 20,6 |
| Сено однолетних трав (бобовые) | 17 | | 17,6 |
| Сено многолетних трав (злаковые) | 17 | | 17,6 |
| Сено однолетних трав (злаковые) | 17 | | 18,0 |
| Естественное сено | 17 | | 16,3 |
| Кукурузный силос | 75 | | 24,0 |
| Подсолнечниковый силос | 60 | | 23,0 |
| Сенаж | 45 | | 17,2 |
| Овсяная мука | 11 | | 18,4 |
| Клеверная мука | 11 | | 20,6 |
| Естественные травы | 12 | | 16,3 |
| Бобово-злаковая мука | 12 | | 19,0 |
| Картофель | 77,6 | | 15,1 |
| Капуста белокочанная, цветная | 90,6 | | 16,8 |
| Лук репчатый | 86,5 | | 16,7 |
| Морковь | 85,6 | | 18,0 |
| Редька | 87,0 | | 18,0 |
| Редис | 93,0 | | 18,0 |
| Репа | 90,8 | | 18,0 |
| Свекла | 82,2 | | 19,8 |
| Томат | 93,4 | | 18,0 |
| Чеснок | 64,6 | | 18,0 |
| Огурец | 95,4 | | 18,0 |
| Брюква | 88,8 | | 18,0 |
| Кабачок | 95,1 | | 18,0 |

Таблица П.1.20 – Энергозатраты на производство промышленных минеральных (по Державину Л.М., 1992) и местных удобрений (по Майбороде Н.М., 1988)

| Вид удобрений | Энергозатраты, МДж/кг д.в. |
|--------------------------------|----------------------------|
| Азотные | 86,80 |
| Фосфорные | 12,60 |
| Калийные | 8,30 |
| Комплексные | 51,50 |
| Известковые материалы | 3,80 |
| Зола древесных культур | 2,90 |
| Навоз (80% влажности) | 0,45 |
| Торф, компосты (60% влажности) | 1,70 |

Таблица П.1.21 – Энергетические эквиваленты удобрений

| Название удобрений | Содержание действующего вещества, % | Энергетический эквивалент, МДж | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| | | 1 кг д.в. | 1 кг физической массы |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Азотные | | 86,8 | 17,79 |
| Сульфат аммония | 20,5 | | 17,79 |
| Аммиачная селитра | 34,5 | | 29,95 |
| Натриевая селитра | 16 | | 13,88 |
| Кальциевая селитра | 17 | 14,76 | |
| Карбамид (мочевина) | 46 | | 39,93 |
| Хлористый аммоний | 26 | | 22,57 |
| Аммиачная вода | 20,5 | | 17,79 |
| Аммиак жидкий | 82 | | 71,18 |
| Углеаммиакаты жидкие | 29 | | 25,17 |
| Фосфорные | | 12,6 | х |
| Суперфосфат простой гранулированный | 19,5 | | 2,46 |
| Суперфосфат двойной гранулированный | 46 | | 5,8 |
| Фосфат-шлак | 10 | | 1,26 |
| Фосфоритная мука | 19 | | 2,39 |
| Калийные | | 8,3 | |
| Хлористый калий | 60 | | 4,98 |
| Калийная соль | 40 | | 3,32 |
| Сульфат калия | 48 | | 3,98 |
| Концентрат калийно-магниевый | 19 | 1,58 | |

Окончание табл. П.1.21

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------------------------------------|----------|------|-------|
| Сложные | | 51,5 | х |
| Нитрофоска | 12-12-12 | | 18,54 |
| Нитрофоска | 16-16-16 | | 24,72 |
| Нитрофос | 24-14 | | 19,57 |
| Аммофос из апатита | 11-49 | | 30,9 |
| Диаммофос | 19-48 | | 34,5 |
| Нитроаммофоска | 14-14-14 | | 21,63 |
| Нитроаммофос | 23-23 | | 23,69 |
| Жидкие фосфорные удобрения | 10-34 | | 22,66 |
| Органические и жидкие удобрения | | | |
| Навоз: 80% влажности | | 0,42 | |
| 60% влажности | | 0,84 | |
| Торфонавозные компосты 60% влажности | | 1,7 | |
| Местные минеральные удобрения | | 2,9 | |
| Известковые материалы | | 3,8 | |

Таблица П.1.22 – Энергозатраты на применение минеральных и органических удобрений, МДж/т

| Показатель | Энергия |
|--|---------|
| Транспортировка, погрузо-разгрузочные работы, хранение и подготовка минеральных удобрений к внесению | 1880 |
| Внесение минеральных удобрений: | |
| СЗП-3,6 | 800 |
| СЗС-2,1 | 1180 |
| РУМ-5 | 240 |
| Погрузка, транспортировка и внесение органических удобрений | 136 |

Таблица П.1.23 – Энергозатраты на заготовку, хранение органических удобрений при естественной влажности (по Майбороде Н.М.,1991)

| Вид удобрений | Содержание воды, % | Энергозатраты на | |
|----------------|--------------------|------------------|-----------|
| | | 1 т | 1 кг д.в. |
| Навоз КРС: | | | |
| подстилочный | 80 | 5,8 | 0,45 |
| полужидкий | 85 | 3,4 | 0,40 |
| Навоз свиной: | | | |
| подстилочный | 75 | | |
| полужидкий | 80 | 5,9 | 0,45 |
| Навоз: | | | |
| овечий | 65 | 13 | 0,7 |
| конский | 65 | 11,6 | 0,8 |
| Навозная жижа: | | | |
| КРС | 95 | 3,3 | 0,5 |
| свиной | 95 | 4,2 | 0,5 |
| Птичий помет | 55 | 7,8 | 2,5 |
| Торф | 70 | 6,9 | 0,9 |
| Компосты | 70 | 3,0 | 1,7 |

Таблица П.1.24 – Энергозатраты на уборку дополнительной продукции (зерно), МДж/т

| Наименование работ | Энергозатраты |
|------------------------|---------------|
| Прямое комбайнирование | 139,4 |
| Транспортировка зерна | 206,8 |
| Очистка и сушка зерна | 524,9 |
| Итого | 871,1 |

Образец титульного листа курсовой работы

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Департамент научно-технологической политики и образования
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»
Институт агроэкологических технологий
Кафедра почвоведения и агрохимии

СИСТЕМА ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЯ В СЕВООБОРОТАХ
ЗАО «МАЯК»
Курсовая работа

Выполнил студент 3-го курса
И.П.Сидоров
«...».....20...г

Руководитель – к.б.н., доцент
Е.С.Дроздова
«...».....20 ...г

СИСТЕМА ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

Учебное пособие

Белоусова Елена Николаевна

Редактор Т.М. Мастрич

Электронное издание

Подписано в свет 25.11.2023. Регистрационный номер 32
Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного университета
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117
e-mail: rio@kgau.ru