

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ФГБОУ ВО КОСТРОМСКАЯ ГСХА

Кафедра агрохимии, биологии и защиты растений

РАЗРАБОТКА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОБОСНОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

2-е издание, исправленное

*Для студентов направления 35.03.04 Агрономия
очной и заочной формы обучения*

КАРАБАЕВО
Костромская ГСХА
2021

УДК 631.8
ББК 40.4
Р 17

Составители: сотрудники кафедры агрохимии, биологии и защиты растений Костромской ГСХА канд. с.-х. наук, доцент, доцент кафедры *П.А. Солдатов*, канд. с.-х. наук, доцент кафедры *М.В. Иванова*.

Рецензент: канд. с.-х. наук, доцент кафедры земледелия, растениеводства и селекции Костромской ГСХА *А.Н. Сорокин*.

*Рекомендовано методической комиссией
факультета агробизнеса
в качестве методических указаний по выполнению курсовой работы для
студентов направления 35.03.04 Агрономия
очной и заочной формы обучения*

Р 17 Разработка экологически обоснованной системы применения удобрений : методические указания по выполнению курсовой работы / сост. П.А. Солдатов, М.В. Иванова. — 2-е изд., исправл. — Караваево : Костромская ГСХА, 2021. — 48 с. ; 20 см. — 50 экз. — Текст непосредственный.

Методические указания составлены в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта и программой курса «Агрохимия» по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия. В методических указаниях представлен теоретический и справочный материал для написания курсовой работы по агрохимии.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению 35.03.04 Агрономия (бакалавр сельского хозяйства) очной и заочной формы обучения для аудиторной и самостоятельной работы.

УДК 631.8
ББК 40.4

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|-----------|
| ОГЛАВЛЕНИЕ | 3 |
| Введение..... | 5 |
| 1. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ работы | 6 |
| 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ..... | 8 |
| 2.1. Введение..... | 8 |
| 2.2. Общие сведения о хозяйстве | 8 |
| 2.3. План и технология известкования почв в севообороте | 8 |
| Насыщенность известкового удобрения в т/га рассчитывается путем деления всего известкового удобрения на общую площадь севооборота и количество полей в севообороте. | 10 |
| 2.4. Расчет потребности в органических удобрениях с учетом баланса гумуса в почве | 10 |
| Алгоритм расчета | 10 |
| 2.5. Расчет накопления, хранения и технологии приготовления различных видов органических удобрений. План применения органических удобрений в севообороте | 13 |
| 2.5.1. Определение выхода подстилочного навоза | 13 |
| 2.5.2. Определение выхода бесподстилочного навоза | 14 |
| 2.5.3. Определение выхода птичьего помета | 15 |
| 2.5.4. Определение выхода соломы | 15 |
| 2.5.5. Приготовление компостов..... | 18 |
| 2.6. Определение норм минеральных удобрений..... | 19 |
| под культуры севооборота | 19 |
| 2.7. Баланс питательных веществ в севообороте | 22 |
| 2.8. Оптимизация фосфатного и калийного режимов почвы..... | 23 |
| 2.9. Применение в севообороте микроудобрений | 24 |
| 2.10. Система применения удобрений в севообороте | 25 |
| 2.11. Календарный план применения удобрений | 26 |
| 2.12. Описание и обоснование применения удобрений под культуры в севообороте..... | 27 |
| 2.13. Агрономическая эффективность системы удобрений..... | 27 |
| Алгоритм расчета таблицы | 27 |
| 2.14. Экологическая экспертиза применения удобрений..... | 30 |
| 2.15. Заключение | 31 |
| Список рекомендуемых источников | 32 |
| 1. Агрохимия: методические указания для аудиторной и самостоятельной работы студентов направления подготовки 35.03.04 «Агрономия» очной и заочной форм обучения / Иванова М.В.; Солдатов П.А.; Костромская ГСХА. Каф. агрохимии, биологии и защиты растений. - Караваево : Костромская ГСХА, 2019. - 21 с..... | 32 |

2. Ягодин, Б.А. Агрохимия: учебник для вузов / Б. А. Ягодин, Ю. П. Жуков, В. И. Кобзаренко. - М. : Колос, 2002. - 584 с. 32
3. Ефимов, В.Н. Система удобрений : учебник для вузов / В. Н. Ефимов, И. Н. Донских, В. П. Царенко. - М. : КолосС, 2002. - 320 с..... 32
4. Донских, И.Н. Курсовое и дипломное проектирование по системе удобрения : учеб. пособие для вузов / И. Н. Донских. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : КолосС, 2004. - 144 с. 32
5. Ступин, Д.Ю. Загрязнение почв и новейшие технологии их восстановления [Электронный ресурс] : учеб. пособие для вузов / Д. Ю. Ступин. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2009. 32
6. Экологическое земледелие с основами почвоведения и агрохимии [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Матюк Н.С. [и др.]. - 2-е изд., испр. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2014. - 224 с. 32

ВВЕДЕНИЕ

Под системой удобрения понимают комплекс агротехнических и организационных мероприятий, связанный с применением удобрений и направленный на увеличение урожайности возделываемых культур и повышение плодородия почв.

Система удобрения в хозяйстве включает четыре основных звена: накопление, приобретение, хранение и учет удобрений; рациональное распределение удобрений по объектам использования; подготовку, транспортировку и внесение удобрений; контроль за действием удобрений и учет их агрономической и экономической эффективности.

В настоящем курсовом проекте студентам необходимо на основании своих данных по анализируемому хозяйству произвести расчеты по определению норм известковых, органических и минеральных удобрений и дать свои рекомендации по наиболее рациональному их использованию, разработав систему удобрений в данном хозяйстве.

Цель курсовой работы — овладеть методикой разработки системы удобрения в производственных условиях. Для этого необходимо знать почвенные условия, особенности питания сельскохозяйственных растений, свойства и содержание действующего вещества в удобрениях, основные машины и орудия, применяемые при подготовке и внесении их в почву. Все основные итоговые показатели системы должны быть научно обоснованы и привязаны к конкретным почвенно-климатическим условиям.

Основные задачи системы удобрения:

- систематически получать плановую урожайность при хорошем качестве продукции сельскохозяйственных культур;
- определять потребность в сельскохозяйственной мелиорации, органических, минеральных и других видах удобрений;
- эффективно использовать средства механизации по подготовке и внесению удобрений;
- систематически улучшать эффективное плодородие почвы;
- для уменьшения поступления удобрений в водоемы планировать меньшие дозы удобрений, определять лучшие сроки их внесения, в конкретных случаях большие дозы удобрений необходимо вносить в несколько приемов.

1. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Оформление курсовой работы должно соответствовать документированной процедуре системы менеджмента качества «Текстовые работы студентов. Правила оформления» (ДП СМК-007-2015) ФГБОУ ВО Костромская ГСХА.

Курсовая работа должна содержать:

- титульный лист (приложение 1);
- задание, содержащее сведения об агрохимических показателях почв хозяйства, о поголовье скота и урожайность культур в севообороте (выдается преподавателем) (приложение 2);
- лист-рецензию (приложение 3);
- содержание;
- введение;
- основную часть;
- заключение;
- список литературы.

Курсовая работа должна быть написан грамотным языком, разборчивым почерком. Если проект выполняется на компьютере, то он должен быть напечатан шрифтом Times New Roman, высотой символов 14 пунктов через 1,5 интервала с верхним и нижним полями по 2 см, левым — 2,5, правым — 1 см.

Заголовки выделяются прописными символами или полужирным шрифтом. Абзацный отступ — 1,25 см.

Оптимальный объем печатной работы формата А4 — 30-40 страниц, рукописного варианта формата А4 — 30-35 страниц.

В заголовках разделов слова не переносятся, точки в конце заголовков не ставятся.

Названия разделов и таблиц оформляются в соответствии с данными методическими указаниями. Раздел или подраздел должны начинаться с текста, который отделяется от заголовков минимум одной строкой. Страницы нумеруются внизу по центру листа, титульный лист считается первой страницей, но не нумеруется. Нумерация разделов, подразделов и таблиц, оформление таблиц должны соответствовать содержанию работы. На все таблицы должны быть ссылки в тексте. Каждая таблица в курсовом проекте должна быть проанализирована.

В работе должны быть раскрыты все разделы, предусмотренные данными методическими указаниями.

В конце работы приводится список использованных литературных источников, который должен быть оформлен в соответствии с действующим стандартом. После списка использованных источников студент ставит свою подпись и дату написания проекта.

Исправление замечаний преподавателя приводятся на обратной стороне предыдущей страницы, дополнения к работе подшиваются за теми страницами, которые подлежат исправлению. Их нумерация начинается с предыдущей страницы с добавлением букв «а», «б», «в» и т.д.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

2.1. Введение

Во введении дается определение системы удобрений в хозяйстве, рассматривается роль химической мелиорации почв, органических и минеральных удобрений в повышении плодородия почв, урожайности и качества сельскохозяйственной продукции, пути повышения экономической эффективности и экологической безопасности их применения.

2.2. Общие сведения о хозяйстве

В данном разделе приводятся сведения о севообороте хозяйства, урожайности сельскохозяйственных культур, данные об агрохимических свойствах почвы, о поголовье скота и птицы с указанием их содержания (подстилочное, бесподстилочное, материал подстилки). После анализа исходной информации можно приступать к разработке системы удобрений в хозяйстве.

2.3. План и технология известкования почв в севообороте

Сначала определяют необходимость почв в известковании с учетом кислотности почвы ($pH_{(KCl)}$ или H_2), степени насыщенности почв основаниями, содержания органического вещества и другими показателям.

Норму $CaCO_3$ (т/га) определяют по величине pH_{KCl} с учетом гранулометрического состава почвы (приложение 4) или по величине H_2 по формуле:

$$\text{Норма}_{CaCO_3} = 1,5 H_2 ,$$

где H_2 — величина гидролитической кислотности, мг-экв. на 100 г почвы.

После определения нормы $CaCO_3$ тем или иным методом необходимо выбрать лучшие формы известковых удобрений с учетом биологических особенностей культур, гранулометрического состава почвы и свойств самих удобрений.

Все известковые удобрения имеют различную нейтрализующую способность, неодинаковую влажность, содержат различные примеси (песок, глина) и неактивные частицы крупнее 1 мм (приложение 5). Поэтому норму $CaCO_3$ пересчитывают на норму конкретного известкового удобрения по формуле:

$$\text{Норма}_{u.y} = \frac{H \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100}{\Pi(100 - B)(100 - K)},$$

где H — норма чистого и сухого $CaCO_3$, т/га;

П — нейтрализующая способность известкового удобрения в пересчете на CaCO_3 или $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$, %;

В — влажность удобрения, %;

К — количество примесей и частиц крупнее 1 мм, %.

Определив норму извести, ее корректируют в зависимости от типа севооборота и по отношению культур к известкованию. При этом она может быть уменьшена или увеличена на 1/4, 1/3 или 1/2 (приложение 6).

В первую очередь, известкуют сильно нуждающиеся почвы. Как правило, это наименее плодородные почвы. Поэтому если землепользователь по финансово-экономическим причинам не может сразу известковать все площади кислых почв, выгоднее известковать сначала средне- и слабокислые, как правило, более плодородные почвы. Это позволит с наименьшими затратами (при меньших дозах извести и удобрений) получать высокие урожаи наиболее ценных овощных, пропашных и других культур.

Действие извести продолжается в течение многих лет, поэтому при проведении известкования необходимо учитывать требования культур севооборота к уровню реакции почвы и создавать оптимальные условия для наиболее ценных в хозяйственном отношении. С учетом организационно-технических и экономических возможностей ежегодно известкуют 1-2 поля севооборота. Под другие культуры, отзывчивые на известкование, можно рекомендовать неполные (0,5 дозы) или малые дозы (при посеве, при посадке в лунки и т.д.).

Если содержание действующего вещества в известковых материалах указано не в виде CaCO_3 , а в форме MgCO_3 , CaO и Ca(OH)_2 , то полученную величину (с учетом эквивалентной массы этих соединений) умножают соответственно на коэффициент 0,84, 0,56, 0,74.

Далее необходимо представить план известкования (табл. 1). После таблицы следует проанализировать особенности известкования, технологию известкования (машина для внесения извести, способ заделки).

Таблица 1. План известкования почв в севообороте

| № поля | Размещение культур | $\text{pH}_{(\text{КС})}$ или H_2 | Доза CaCO_3 , т/га | Норма известкового удобрения, т/га | 1-й год | | 2-й год | | и т.д.* | |
|-------------------------------|--------------------|--|-----------------------------|------------------------------------|----------|------------------------|----------|------------------------|---------|---|
| | | | | | Культура | Известкового удобрения | Культура | Известкового удобрения | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Итого известкового удобрения: | | | | | - | - | - | - | - | - |

| | | | | | | | |
|----------------------|--|---|---|---|---|---|---|
| Насыщенность (т/га): | | - | - | - | - | - | - |
|----------------------|--|---|---|---|---|---|---|

Примечание. * Известкование проводят столько лет, сколько полей в севообороте.

Насыщенность известкового удобрения в т/га рассчитывается путем деления всего известкового удобрения на общую площадь севооборота и количество полей в севообороте.

2.4. Расчет потребности в органических удобрениях с учетом баланса гумуса в почве

Содержание в почвах гумуса — один из важнейших показателей их плодородия. Запас гумуса в почве зависит от соотношения процессов его образования из растительных остатков и разложения при микробной минерализации. Для направленного регулирования запасов гумуса необходимо количественно оценивать его восполнение (приходная часть) и разложение (расходная часть). Разность между приходной и расходной частями гумуса составляет его баланс. Баланс гумуса может быть *отрицательным* — минерализация превышает его новообразование, *бездефицитным* — восполнение гумуса равно разложению и *положительным* — новообразование гумуса превышает его разложение.

Алгоритм расчетов баланса гумуса приведен ниже. Расчетные данные следует оформить в виде таблицы 2. В выводе дать анализ полученным результатам, следует указать культуры, под которыми складывается отрицательный баланс гумуса и в связи с этим потребность в органических удобрениях в севообороте для бездефицитного баланса.

Алгоритм расчета

Столбец 1-4. Данные берутся из листа-задания.

Столбец 5. «Вынос азота» заполняется из справочных данных по выносу питательного элемента с.-х. культурами с 1 ц продукции (приложение 7).

Столбец 6. «Вынос азота урожаем» рассчитывается произведением планируемого урожая на вынос азота единицей продукции.

Столбец 7. «Вынос азота из почвы» рассчитывается путем умножения выноса азота урожаем (столбец 6) на долю азота гумуса в формировании урожая, которая при низком уровне урожайности составляет 0,6, среднем — 0,55 и высоком — 0,50 (уровень урожайности (низкий, средний или высокий) определяется по приложению 8).

Столбец 8. «Общий расход азота почвы» находится путем умножения выноса азота из почвы (столбец 7) на поправочные коэффициенты гранулометрического состава почвы и культуры.

На почву вводятся следующие поправочные коэффициенты: для тяжелого суглинка — 0,8, легкого суглинка — 1,2, среднего суглинка — 1, супеси — 1,4, песка — 1,8. На культуру вводятся следующие поправочные коэффициенты: многолетние травы — 1, зерновые и другие однолетние культуры сплошного сева — 1,2, пропашные — 1,6.

Столбец 9. «Минерализация гумуса» рассчитывается умножением общего расхода азота почвы (столбец 8) на минерализацию гумуса (коэффициент 0,2). В этой же графе учитывается минерализация гумуса в чистых парах (если они есть в севообороте), которая на тяжелосуглинистых и глинистых почвах составляет 25 ц/га, средне- и легкосуглинистых — 20 ц/га, супесчаных — 15 ц/га, песчаных — 10 ц/га.

Столбец 10. «Накопление растительных остатков» находится произведением урожайности культуры на норму накопления растительных остатков (приложение 9).

Столбец 11. «Накопление гумуса» рассчитывается умножением полученной величины (столбец 10) на коэффициент гумификации растительных остатков, который у многолетних трав и люпина составляет 0,18; зерновых, зернобобовых, однолетних трав (сено), льна — 0,15; силосных, однолетних трав (зеленая масса) — 0,10; картофеля, корнеплодов, овощей — 0,05.

Столбец 12. «Баланс гумуса» представляет собой разность между его приходной и расходной частью (столбец 11 – столбец 9).

Столбец 13. «Баланс гумуса на всю площадь» находится умножением полученного результата (столбец 12) на площадь поля.

Далее баланс гумуса суммируется по всем полям севооборота.

Столбец 14. «Потребность в навозе по севообороту» рассчитывается путем деления величины дефицита баланса гумуса по севообороту (столбец 13) на количество гумуса, образующегося из 1 т подстилочного навоза.

Расчет ведется на обычный подстилочный навоз. При отсутствии результатов анализа органических удобрений принимается, что из 1 т подстилочного навоза в легких почвах образуется 44-45 кг, в суглинистых — 60 кг гумуса (при содержании в навозе 25% сухого вещества и коэффициенте гумификации 0,20).

Таблица 2. Расчет баланса гумуса
 в _____ севообороте, почва дерново-подзолистая _____
 (тип севооборота) (гран. состав)

| № поля | Культура | Площадь, га | Урожайность, ц/га | Вынос азота | | Вынос азота из почвы, кг/га | Общий расход азота почвы, кг/га | Минерализация гумуса, ц/га | Накопление остатков, ц/га | Накопление гумуса, ц/га | Баланс гумуса, ±ц | | Потребность в навозе по севообороту, т |
|-----------------------|----------|-------------|-------------------|-------------|----------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------|----------|--|
| | | | | кг/ц | урожаем, кг/га | | | | | | на 1 га | на всю S | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Итого: | | | | | | | | | | | | | |
| Насыщенность на 1 га: | | | | | | | | | | | | | |

Насыщенность органических удобрений в т/га рассчитывается аналогично насыщенности известкового удобрения.

2.5. Расчет накопления, хранение и технологии приготовления различных видов органических удобрений.

План применения органических удобрений в севообороте

Органические удобрения служат источником пополнения питательных веществ в почве. Они повышают эффективность минеральных удобрений, улучшают физические, физико-химические и биологические свойства почвы. При совместном применении органических и минеральных удобрений наблюдается повышение плодородия почвы и происходит рост урожайности сельскохозяйственных культур.

Накопление в хозяйстве навоза и навозной жижи определяют с учетом способов содержания скота (подстилочное, бесподстилочное), способов его удаления и хранения.

В этом же разделе излагаются способы хранения навоза, технологии приготовления компостов и использования соломы на удобрение, меры борьбы с засоренностью навоза и компостов.

2.5.1. Определение выхода подстилочного навоза

Нормы расхода подстилки зависят в основном от ее способности поглощать и удерживать экскременты, а также от условий содержания животных.

Выход подстилочного навоза в сутки от 1 животного зависит от вида и возраста животного, количества подстилки.

В курсовом проекте приводятся расчеты накопления навоза в хозяйстве, согласно условиям технического задания.

Количество подстилочного навоза за стойловый период H_c можно определить по формуле:

$$H_c = \frac{K D_c Ч_c}{1\ 000},$$

где K — выход свежего навоза в сутки от 1 животного, кг (прил. 10, 11);

D_c — длина стойлового периода, дней (лист-задание);

$Ч_c$ — численность стада, голов (лист-задание);

1000 — коэффициент перевода в тонны.

При стойлово-пастбищном содержании скота накопление навоза рассчитывают отдельно за стойловый и пастбищный периоды. Навоз, накапливаемый за стойловый период, включают в общий годовой объем полностью, а за пастбищный — только частично.

Во время пастбы (примерно 2/3 суток) экскременты животного теряются на пастбище. Количество навоза H_n за пастбищный период можно определить по формуле:

$$H_n = \frac{\frac{K}{3} D_p C_c}{1000},$$

где $K/3$ — выход свежего навоза в сутки от 1 животного, кг;

D_p — длина пастбищного периода, дней;

C_c — численность стада, голов;

1000 — коэффициент перевода в тонны.

При хранении подстилочного навоза в зависимости от способа и срока хранения происходит убыль в весе, что необходимо учитывать при расчете его годового выхода.

Форма записи по накоплению подстилочного навоза в хозяйстве представлена в таблице 3.

Таблица 3. Накопление подстилочного навоза

| Вид скота | Стойловый или пастбищный период, дней | Количество голов | Выход навоза на 1 голову в сутки, кг | Общий выход навоза, т |
|-------------------|---------------------------------------|------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| Стойловый период | | | | |
| | | | | |
| Пастбищный период | | | | |
| | | | | |

Всего _____ т.

Потери при хранении 12%, _____ т.

Годовой выход подстилочного навоза за вычетом потерь, _____ т.

2.5.2. Определение выхода бесподстилочного навоза

При бесподстилочном содержании животных в хозяйствах получают в основном полужидкий и жидкий навоз.

Количество полужидкого навоза за стойловый период $H_{пж\ стойл.}$ определяют по формуле:

$$H_{пж\ стойл.} = \frac{(K + M) D_c}{1000},$$

где $K + M$ — кал и моча за сутки от 1 животного, кг (приложение 12);

D_c — продолжительность стойлового периода, дней (лист-задание);

C_n — численность поголовья (лист-задание);

1000 — коэффициент перевода в тонны.

Во время пастбы (примерно 2/3 суток) экскременты животного теряются на пастбище. Количество полужидкого навоза за пастбищный период $N_{пж пастб}$ можно определить по формуле:

$$N_{пж пастб} = \frac{\frac{K + M}{3} D_{п} Ч_{с}}{1000},$$

где $(K + M)/3$ — кал и моча за сутки от 1 животного, с учетом потерь на пастбище, кг;

$D_{п}$ — длина пастбищного периода, дней;

$Ч_{с}$ — численность стада, голов;

1000 — коэффициент перевода в тонны.

Форма записи по накоплению бесподстилочного навоза представлена в таблице 4.

Таблица 4. Накопление бесподстилочного навоза в хозяйстве

| Вид скота | Продолжительность стойлового и пастбищного периодов, дней | Количество голов | Выход экскрементов в сутки, кг | Общий выход навоза, т |
|-------------------|---|------------------|--------------------------------|-----------------------|
| Стойловый период | | | | |
| | | | | |
| Пастбищный период | | | | |
| | | | | |

Всего _____ т.

Потери при хранении 10 % , _____ т.

Годовой выход бесподстилочного навоза за вычетом потерь _____ т.

2.5.3. Определение выхода птичьего помета

Выход птичьего помета и его химический состав зависят от содержания птицы, устройства поилок и способа удаления экскрементов. В среднем за сутки от каждой курицы накапливается 0,18 кг помета, от утки — 0,25 кг, индейки — 0,39 кг и от гуся — 0,49 кг. Птицы содержатся как на подстилке, так и без неё. Если в хозяйстве содержание птиц на соломенной подстилке, то её расход составляет около 150-200 г под 1 птицу.

2.5.4. Определение выхода соломы

Необходимо рассчитать баланс соломы и количество соломы, которое можно использовать на удобрение (приготовление соломонавозных компостов, заделка в почву). Солома наряду с другими растительными остатками и органическими удобрениями является одним из основных

источников пополнения почвы органическим веществом, по содержанию органического вещества 1 т соломы эквивалентна 3,5-4 т навоза.

Солома может использоваться самостоятельно: измельченную солому разбрасывают по полю, а затем запахивают и в составе компостов. При самостоятельном использовании необходимо учитывать, что солома имеет очень широкое отношение углерода к азоту (C/N). Чтобы избежать иммобилизации азота, необходимо сузить это отношение путем добавления азотсодержащих удобрений.

Для определения количества соломы на удобрение необходимо рассчитать её накопление в хозяйстве. Результаты оформить в виде таблицы 5.

Таблица 5. Накопление соломы в хозяйстве

| Показатели | Обозначение | Культуры | | |
|---------------------------------|--------------|----------|---|----------|
| | | 1 | 2 | 3 и т.д. |
| Урожайность зерна, т/га | $У_z$ | | | |
| Площадь посева, га | S | | | |
| Отношение солома/зерно в урожае | O_y^* | | | |
| Сбор соломы, т | $У_c$ | | | |
| Итого соломы | $\Sigma У_c$ | | | |

*Примечание.** Отношение массы зерна к массе соломы у озимой пшеницы составляет примерно 1:1,5, у озимой ржи — 1:2, у яровой пшеницы и овса — 1:1,3, у ячменя — 1:1,2.

Сбор соломы в хозяйстве $У_c$ определяют по формуле:

$$У_c = У_z * S * O_y.$$

Затем при расчете баланса соломы в хозяйстве определяют количество соломы, расходуемое на корм животным C_k и подстилку C_n .

Солому на корм C_k рассчитывают по формуле

$$C_k = 0,001 * P * \Pi * D_c,$$

где C_k — солома на корм, т;

0,001 — коэффициент пересчета в тонны;

P — рацион суточный, кг (только для взрослого поголовья ~ 3 кг);

Π — поголовье скота, голов;

D_c — длина стойлового периода, дней.

Солому на подстилку C_n рассчитывают по формуле:

$$C_n = 0,001 * H * \Pi * D_c,$$

где C_n — солома на подстилку, т;

H — норма подстилки в сутки, кг (см. приложение 10);

Π — поголовье скота, голов;

D_c — длина стойлового периода, дней;

Оставшуюся солому используют на удобрение. Солому на удобрение C_y находят по формуле:

$$C_y = \Sigma Y_c - C_k - C_n,$$

где ΣY_c — сбор всей соломы в хозяйстве, т;

C_k — солома на корм, т;

C_n — солома на подстилку, т.

Часть соломы, которую планируется использовать на удобрение, можно запахать в почву. Для этого в каждом севообороте определяют количество запахиваемой соломы.

Например, в севообороте планируется запахивать солому озимой ржи под картофель. Урожайность озимой ржи 3 т/га. Отношение зерна к соломе — 1:1,5. Следовательно, на каждый гектар под картофель будет запахиваться 4,5 т соломы. Зная площадь поля, находят количество соломы на всю площадь.

Расчет требуемого количества азота в кг/га д.в. (для доведения $C/N=25:1$), вносимого сверх рекомендуемой под культуру нормы, можно провести по формуле:

$$\text{Норма}_{\text{азота}} = \left(\frac{KN}{25} - N \right) 10C,$$

где K — отношение C/N в соломе, % (приложение 13);

N — содержание азота в соломе, % (см. приложение 13);

25 — необходимое соотношение C/N ;

C — количество запахиваемой соломы на 1 га, т.

Следует подобрать вид азотного удобрения, которое вносят с осени вместе с основным удобрением на тяжелых почвах. На легких почвах и хорошо окультуренных допускается внесение азотного удобрения весной. Вместо минеральных азотных удобрений можно применять навозную жижу, жидкий навоз в эквивалентной дозе по азоту.

Для того чтобы заготовить необходимое количество органических удобрений, можно рекомендовать приготовление торфонавозных и других компостов, производить посев культур на зеленое удобрение.

Зеленое удобрение, если оно проектируется, включается в общее количество органических удобрений в соответствии с урожайностью зеленой массы. В качестве сидератов можно использовать такие культуры, как люпин, горчицу, сурепицу, фацелию.

Например, в качестве сидеральной культуры планируется использовать сурепицу. Примерная урожайность наземной массы составит 250 ц/га и 83 ц/га корневая система (примерно 1/3 от наземной). Тогда количество запахиваемой массы составит 333 т/га. Далее умножим этот показатель на площадь поля, на котором планируется запахать данный сидерат, и узнаем количество зеленого удобрения. Выбор поля для выращивания сидерата зависит от культур, выращиваемых в хозяйстве. Для этого выбирают культуру с коротким периодом вегетации и после её уборки планируют посев сидерата.

2.5.5. Приготовление компостов

Ввиду нехватки навоза для восполнения почвенного плодородия большой удельный вес среди органических удобрений занимают торфонавозные компосты.

Соотношение между навозом и торфом зависит от их качества и времени года. В зимний период оно может составлять 1:1, а летом – 1:2 или 1:3. В торфонавозный компост рекомендуют добавлять фосфоритную муку (1,5 – 2% от массы компоста).

Приготовление компостов рекомендуется оформить в виде таблицы 6.

Таблица 6. Приготовление компостов

| Вид компоста | Соотношение компонентов | Требуется, т | | | | Выход компоста, т |
|--------------|-------------------------|--------------|--------|-------|-----------|-------------------|
| | | навоза | соломы | торфа | фос. муки | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Всего _____ т.

Поскольку различные органические удобрения содержат неодинаковое количество элементов питания, для их общего выхода в хозяйстве используют так называемый условный подстилочный навоз (УПН). Поэтому все виды органических удобрений, которые планируется вносить в севообороте для бездефицитного или положительного баланса гумуса, необходимо перевести в УПН, используя поправочные коэффициенты (приложение 14). Результаты записать в таблицу 7.

Таблица 7. Виды органических удобрений, применяемые в хозяйстве

| Наименование органических удобрений | Всего, т (физический вес) | В пересчете на УПН, т |
|-------------------------------------|---------------------------|-----------------------|
| Навоз | | |
| Компост | | |
| Солома | | |

| | | |
|--|--|--|
| Зеленое удобрение | | |
| Всего органических удобрений УПН, т | | |
| Площадь, га | | |
| Насыщенность органическими удобрениями, УПН в т/га | | |

Далее составляют план распределения органических удобрений (табл. 8).

Таблица 8. План распределения органических удобрений в севообороте

| № поля | Культура | Органические удобрения, т/га (физический вес) |
|--------|----------|--|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Органические удобрения применяют, прежде всего, под культуры, наиболее отзывчивые на органические удобрения (приложения 15, 16).

Нормы органических удобрений (подстилочный навоз) должны быть не ниже рекомендуемых минимальных (20 т) и не выше оптимальных, т.к. необходимо учитывать возможность механизированного внесения, экономическую эффективность и экологическую безопасность.

Для каждого удобрения необходимо указать технологию приготовления и использования.

2.6. Определение норм минеральных удобрений под культуры севооборота

С учетом ранее рекомендованных норм органических удобрений необходимо рассчитать нормы минеральных удобрений методом элементарного баланса на планируемую урожайность. Результаты расчетов заполнить по форме таблицы 9.

Таблица 9. Расчет норм внесения минеральных удобрений на планируемую урожайность

| № п/п | Культура | 1 | | | 2 и т.д. | | |
|-------|------------------------------------|---|-------------------------------|------------------|----------|-------------------------------|------------------|
| | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| | Показатель | | | | | | |
| 1 | Вынос 1 ц товарной продукции, кг | | | | | | |
| 2 | Вынос с урожаем, кг/га | | | | | | |
| 3 | Запас элемента в почве, кг/га | | | | | | |
| 4 | Коэффициент использования из почвы | | | | | | |
| 5 | Потребление из почвы, кг/га | | | | | | |

| | | | | | | | |
|----|--|--|--|--|--|--|--|
| 6 | Внесено с навозом, кг/га | | | | | | |
| 7 | Коэффициент использования из навоза | | | | | | |
| 8 | Потребление из навоза, кг/га | | | | | | |
| 9 | Поступление с растительными остатками бобовых культур, кг/га | | | | | | |
| 10 | Коэффициент использования из растительных остатков бобовых культур | | | | | | |
| 11 | Потребление из растительных остатков бобовых культур, кг/га | | | | | | |
| 12 | Поступление с минеральными удобрениями предшественника, кг/га | | | | | | |
| 13 | Коэффициент использования из минеральных удобрений в последствии | | | | | | |
| 14 | Потребление из минерального удобрения предшественника в последствии, кг/га | | | | | | |
| 15 | Припосевное (рядковое) удобрение, кг/га | | | | | | |
| 16 | Коэффициент использования из припосевного удобрения* | | | | | | |
| 17 | Потребление из припосевного удобрения, кг/га | | | | | | |
| 18 | Коэффициент использования из минеральных удобрений | | | | | | |
| 19 | Требуется внести минеральных удобрений, кг/га д.в. | | | | | | |

Примечание. * Коэффициент использования из припосевного удобрения у фосфора составляет 0,3-0,60, у азота и калия — 0,7-0,9.

Пример расчета норм минеральных удобрений балансовым методом.

Задание: Необходимо определить оптимальные нормы азота, фосфора и калия в сочетании с 20 т/га полуперепревшего навоза, для получения 40 ц/га зерна озимой пшеницы. Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая с содержанием фосфора и калия (по Кирсанову) соответственно 70 и 100 мг/кг, содержание гумуса 2 %; предшественник — вико-овсяная смесь, урожайность — 180 ц/га, под которую вносили $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Вынос питательных веществ с урожаем определяют умножением планируемой урожайности на вынос с 1 ц зерна озимой пшеницы с учетом побочной продукции (см. приложение 7). Для зоны дерново-подзолистых почв каждый центнер зерна с учетом побочной продукции выносит 3,4 кг N, 1,2 кг P_2O_5 и 2,5 кг K_2O , поэтому с плановой урожайностью вынос N составит 136 кг ($40 \cdot 3,4$), P_2O_5 — 4,8 кг ($40 \cdot 1,2$), K_2O — 10,0 кг ($40 \cdot 2,5$). Далее устанавливаем запас питательных элементов в почве (кг/га). Для этого содержание элементов питания в мг на 1 кг почвы умножают на

коэффициент 3; тогда запас легкогидролизуемого азота* составит 120 кг, подвижного фосфора — 210 кг ($70 \cdot 3$) и обменного калия — 300 кг/га ($100 \cdot 3$).

Примечание * Картограммы обеспеченности почв легкогидролизуемым или минеральным азотом обычно не составляют из-за высокой изменчивости этих показателей, поэтому обеспеченность им почвы можно ориентировочно определить по содержанию в почве гумуса. Например, в почве содержание гумуса составляет 2%, тогда на 1 га запас гумуса составит $2 \cdot 3 \cdot 10 = 60$ т. В гумусе содержится примерно 5% общего азота, тогда $60 \cdot 5 / 100 = 3$ т/га. Легкогидролизуемый азот составляет 4-7% от общего, тогда $3 \cdot 4 / 100 = 0,12$ т/га, или 120 кг.

Коэффициенты использования питательных элементов из почвы (приложение 17), для озимой пшеницы: легкогидролизуемый азот — 0,2; подвижный фосфор — 0,05 и обменный калий — 0,1. Тогда потребление из почвы азота составит 24 кг ($120 \cdot 0,2$), P_2O_5 — 10,5 кг ($210 \cdot 0,05$), K_2O — 30 кг ($300 \cdot 0,1$).

Для определения количества N, P_2O_5 и K_2O в 20 т органического удобрения необходимо знать химический состав навоза (приложение 18). Содержание питательных веществ в стандартном подстилочном навозе: N — 5 кг; P_2O_5 — 2,5 кг и K_2O — 6 кг. Следовательно, в 20 т навоза будет содержаться: N — 100 кг ($20 \cdot 5$), P_2O_5 — 50 кг ($20 \cdot 2,5$), K_2O — 120 кг ($20 \cdot 6$).

Коэффициенты использования питательных элементов из навоза в год внесения (приложение 19): N — 0,25; P_2O_5 — 0,3 и K_2O — 0,5.

Количество азота, фосфора и калия в растительных остатках вико-овсяной смеси (приложение 20) составит $3,3 \cdot 180 = 594$ кг, $0,7 \cdot 180 = 126$ кг, $2,2 \cdot 180 = 396$ кг. Коэффициенты использования из растительных и пожнивных остатков вико-овсяной смеси 0,2, 0,3, 0,5. Поступление азота с растительными и пожнивными остатками вико-овсяной смеси составит $594 \cdot 0,2 = 118,8$ кг, $126 \cdot 0,3 = 37,8$ кг, $396 \cdot 0,5 = 198$ кг.

Поступление азота, фосфора и калия с минеральными удобрениями предшественника 60, 60 и 60 кг соответственно. Коэффициенты использования из минеральных удобрений в последствии (см. приложение 19). Следовательно, потребление из минеральных удобрений в последствии составит: N — 3 кг ($60 \cdot 0,05$), P_2O_5 — 0,6 кг ($60 \cdot 0,01$) и K_2O — 0,6 кг ($60 \cdot 0,01$).

Припосевное (рядковое) удобрение под озимую пшеницу вносится только фосфорное (приложение 21) ($10 \cdot 0,5 = 5$ кг). Коэффициент использования минеральных удобрений для озимой пшеницы (см. приложение 17): N — 0,6; P_2O_5 — 0,2 и K_2O — 0,5.

Количество минеральных удобрений, которое требуется внести (строка 19), кг/га д.в. рассчитывается по формуле:

(Вынос с урожаем (строка 2) – потребление из почвы (строка 5) – потребление из навоза (строка 8) – потребление из растительных остатков бобовых культур (строка 11) – потребление из минерального удобрения предшественника в последствии (строка 14) – потребление из припосевного удобрения (строка 17)) : коэффициент использования из минеральных удобрений (строка 18).

Для взятого примера оптимальная норма азота под озимую пшеницу на фоне 20 т/га навоза и с учетом N₆₀P₆₀K₆₀, внесенных под предшествующую культуру, составит:

$$\text{Норма}_{\text{азота}} = 136 - 24 - 25 - 118,8 - 3 - 5) / 0,6 = - 66,3 (0).$$

Следовательно, минеральный азот вносить не требуется.

Аналогично расчеты проводятся по фосфору и калию.

После расчета норм элементов питания под каждую культуру севооборота необходимо заполнить сводную таблицу 10.

Таблица 10. Потребность в удобрениях в севообороте

| № поля | Культура | Площадь, га | Планируемая урожайность, ц/га | Норма на 1 га | | |
|----------------------|----------|-------------|-------------------------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------|
| | | | | Органических, т | элементов питания, кг | |
| | | | | | N | P ₂ O ₅ |
| | | | | | | |
| Итого | | | | | | |
| Насыщенность на 1 га | | | | | | |

2.7. Баланс питательных веществ в севообороте

Рекомендуемые нормы органических и минеральных удобрений должны обеспечить получение планируемой урожайности, воспроизводство и оптимизацию плодородия почвы и быть экологически безопасными. Расчет баланса питательных веществ в севообороте дает возможность проанализировать выполнение этих задач. Баланс питательных веществ рассчитывается из приходной и расходной статей.

1. Установить расход элементов питания для всех культур севооборота, т.е. их вынос с планируемой урожайностью (табл. 11).

Таблица 11. Вынос питательных веществ с планируемой урожайностью

| № поля | Культура | Планируемая урожайность, ц/га | Вынос, кг | | | | | | |
|--------|----------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|------------------|---------------|-------------------------------|------------------|--|
| | | | на 1 ц продукции | | | с 1 га урожая | | | |
| | | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | |
| | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|-------------------|---|---|---|---|---|--|--|--|
| | | | | | | | | |
| Итого | – | – | – | – | – | | | |
| Среднее с 1 га | – | – | – | – | – | | | |

2. Рассчитать поступление органических и минеральных форм азота, фосфора и калия, а также биологического азота (табл. 12).

Таблица 12. Баланс питательных веществ в севообороте

| Статьи баланса | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
|---|---|-------------------------------|------------------|
| 1. Вынос питательных веществ с урожаями, кг с 1 га | | | |
| 2. Поступление питательных веществ, кг на 1 га, всего | | | |
| – в т.ч. с органическими удобрениями* | | | |
| – с минеральными удобрениями | | | |
| – биологический азот** | | | |
| 3. Баланс питательных веществ: | | | |
| – кг на га, ± к выносу | | | |
| – %, ± к выносу | | | |

Примечания:

* Поступление с органическими удобрениями: насыщенность в т/га (табл. 10) умножается на примерное содержание NPK в навозе –5; 2,5; 6.

** Поступление биологического азота рассчитывается, если в севообороте выращиваются многолетние травы. 1 тонна урожая многолетних трав накапливает в почве примерно 10 кг азота. Например, в севообороте 2 поля с многолетними травами, урожайностью 4 и 5 т/га, тогда 4 + 5 = 9 т/га. С такой урожайностью поступит 90 кг азота. Делим на площадь севооборота и на количество полей в севообороте, получаем насыщенность биологическим азотом на весь севооборот.

3. Сделать заключение о балансе питательных веществ в севообороте, отметив их соответствие нормативным показателям и, в случае необходимости, дать рекомендации по его улучшению.

На дерново-подзолистых почвах оптимальная интенсивность баланса азота, которая обеспечивает плановую продуктивность и экологическую безопасность агроэкосистем, составляет не более 115-120%. При этом обязательно участие бобовых культур или их травосмесей с преобладанием бобового компонента.

2.8. Оптимизация фосфатного и калийного режимов почвы

Оптимизацию фосфатного и калийного режимов почвы в севообороте проводят в том случае, если рекомендуемые нормы удобрений не обеспечивают достижения их оптимального содержания. Норма фосфора

зависит от фактического и заданного содержания фосфора в почве, баланса фосфора в севообороте, затрат питательных веществ на увеличение содержания этих элементов на 10 мг на 1 кг почвы. На дерново-подзолистых почвах, легких по гранулометрическому составу, калийные удобрения вносить в запас не рекомендуется. Оптимальное содержание калия должно обеспечиваться более высоким применением органических удобрений и систематическим применением калийных.

Пример расчета по фосфору для суглинистой дерново-подзолистой почвы (зерно-травяной севооборот):

Заданное содержание P_2O_5 в почве, мг на 1 кг почвы — 150.

Фактическое содержание P_2O_5 в почве, мг на 1 кг почвы — 80.

Допустим, что по данным расчета баланса фосфора в почве сверх выноса будет поступать 90 кг P_2O_5 на га. Тогда при весе пахотного горизонта 3 млн кг на 1 га на 1 кг почвы поступит 30 мг P_2O_5 ($90\ 000\ 000 / 3\ 000\ 000$).

Недостает для создания заданного уровня P_2O_5 , мг на 1 кг почвы:

$$150 - (80 + 30) = 40.$$

Нормы затрат питательных веществ на увеличение содержания P_2O_5 , на 10 мг на 1 кг почвы, кг — 80 (приложение 22).

Требуется внести питательных веществ для достижения заданного содержания P_2O_5 , кг на 1 га: $(40 \cdot 80) / 10 = 320$.

Далее требуется указать, какие фосфорные удобрения используются для оптимизации, их количество, место, сроки и способы внесения в севообороте.

2.9. Применение в севообороте микроудобрений

Наряду с макроэлементами на урожайность и качество продукции растениеводства большое влияние оказывают микроэлементы, поэтому в системе удобрений необходимо предусмотреть применение микроэлементов с учетом содержания их в почве или только с учетом биологических особенностей культур и их отзывчивости на применение микроудобрений. Более высокую экономическую эффективность получают при обработке микроэлементами семян, проведением внекорневых подкормок. Если микроэлементы включены в состав минеральных удобрений, то их используют для припосевного или основного внесения в зависимости от вида удобрения.

В данном разделе необходимо отметить, какого микроэлемента недостаточно в почвах хозяйства, описать признаки недостатка его на

сельскохозяйственных культурах и применяемые удобрения с указанием названия, нормы, срока и способа применения.

2.10. Система применения удобрений в севообороте

Система удобрения в севообороте — всесторонне обоснованные виды, дозы, соотношения и способы применения, определенные с учетом биологических потребностей культур в питательных элементах при принятом чередовании их и фактическом плодородии почвы, для получения максимально возможных урожаев культур хорошего качества при имеющихся ресурсах с одновременным регулированием окультуренности почв в конкретных природно-климатических условиях.

Полученные в результате расчетов нормы азота, фосфора и калия (данные таблицы 10 и оптимизация фосфорного и калийного питания – пункт 2.8) необходимо распределить на три приема: основное, рядковое и подкормку (табл. 13). Все рекомендуемые приемы необходимо обосновать.

Таблица 13. Система распределения азота, фосфора и калия в севообороте (навоз, т/га; азот, фосфор и калий, кг/га д.в.)

| Культура | Всего | | | | Основное | | | | Рядковое | | | Подкормка | | |
|----------|-------|---|-------------------------------|------------------|----------|---|-------------------------------|------------------|----------|-------------------------------|------------------|-----------|-------------------------------|------------------|
| | навоз | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | навоз | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

Далее все элементы питания необходимо пересчитать на конкретное минеральное удобрение. Необходимо предусмотреть внесение простых и комплексных минеральных удобрений.

Для того чтобы пересчитать дозу питательного элемента на конкретное удобрение, необходимо дозу этого элемента разделить на действующее вещество вносимого удобрения. Например, необходимо внести 90 кг азота. В качестве азотного удобрения выбрана аммиачная селитра с действующим веществом 34,6%, тогда норма аммиачной селитры составит $90/34,6 = 2,6$ ц/га.

Для того чтобы рассчитать норму комплексного удобрения, нужно провести сначала расчет этого удобрения по наименьшему элементу питания, а затем недостающее количество элементов питания внести простыми удобрениями. Например, необходимо внести N₈₀P₇₀K₉₀. В качестве комплексного удобрения используем нитрофоску с действующим веществом 10:10:10. Наименьшее количество требуется внести фосфора. Тогда для того, чтобы внести 70 кг фосфора потребуется $70/10 = 7$ ц/га нитрофоски. С таким

количеством нитрофоски мы внесем 70 кг фосфора и 70 кг калия. Недостающее количество этих элементов внесем простыми удобрениями. Например, в качестве азотного удобрения выберем аммиачную селитру, ее потребуется $10/34,6 = 0,3$ ц/га, а в качестве калийного - хлористый калий, его потребуется $20/60 = 0,3$ ц/га.

Результаты расчетов представить в виде таблицы 14.

*Таблица 14. Система применения удобрений
(органические, т/га; минеральные, ц/га)*

| № Поля | Культура | Урожайность | Основное удобрение | | | | Рядковое | | | Подкормка | | |
|--------|----------|-------------|--------------------|-----|-----|----|----------|-----|------|-----------|----|----|
| | | | навоз | Naa | Pcг | Kx | Pcг | НФК | НАФК | Naa | Nm | НФ |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

Примечание: Naa — аммиачная селитра, Nm — мочевины, Na — сульфат аммония, Pc — суперфосфат простой, Pcг — суперфосфат гранулированный, Pcd — суперфосфат двойной, Pф — фосфоритная мука, Kx — калий хлористый, Kк — калийная соль, НФ — нитрофос, НФК — нитрофоска, НАФК — нитроаммофоска.

Приведенные виды удобрений взяты для примера. Возможен выбор и других видов удобрений.

2.11. Календарный план применения удобрений

Ежегодные планы применения удобрений составляют в соответствии с разработанной системой удобрения. Составление ежегодного плана применения удобрений преследует свои задачи:

- 1) откорректировать нормы удобрений в зависимости от предшественника, его урожайности и погодных-климатических условий предшествующего года;
- 2) распределить удобрения по способам внесения и срокам внесения;
- 3) определить основные машины по внесению и заделке удобрений;
- 4) определить общую потребность в удобрениях на поле под каждую культуру севооборота.

Далее необходимо составить календарный план применения удобрений по основным периодам их внесения (табл.15). В календарном плане сначала указывают осенние сроки внесения удобрений, а затем — весенне-летние. В данном разделе нормы органических и минеральных удобрений указываются с учетом площади поля.

Таблица 15. Календарный план применения удобрений в севообороте

| Культура, прием внесения, и норма удобрений на 1 га | Число и месяц | № поля, площадь, га | Виды удобрений, т | | | | |
|---|------------------|------------------------|-------------------|------------|------------|-----------|--------|
| | | | Навоз | <i>Naa</i> | <i>Pcg</i> | <i>Kx</i> | и т.д. |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Потребность в минеральных удобрениях:

за осенний период _____ т

за весенний период _____ т

за летний период _____ т

Итого за год _____ т

Органические удобрения за год _____ т.

2.12. Описание и обоснование применения удобрений под культуры в севообороте

С учетом биологических особенностей культур, свойств почвы и удобрений указывают описание особенностей применения удобрений: способы заделки удобрений с указанием марок основных машин (табл. 16).

Таблица 16. Применение удобрений под культуры в севообороте

| № поля | Культура | Описание применения удобрений |
|--------|----------|-------------------------------|
| | | |
| | | |

2.13. Агрономическая эффективность системы удобрений

Агрономическая эффективность удобрений — это результат действия их на выход основной продукции (зерна, клубней, плодов, волокна и т.д.), выраженная прибавкой урожая с гектара или на единицу удобрения. Выражают её в зерновых или кормовых единицах. Величина прибавки зависит от почвенно-климатических условий, вида и сорта сельскохозяйственной культуры и организационно-хозяйственных факторов. По данным полевых опытов оплата 1 кг NPK в Северо-Западном регионе России составляет: зерна 4-4,3, льна (соломка) — 8,9, картофеля 26,9, сена многолетних трав — 32,1 кг. В среднем по севообороту этот норматив составляет 3,45 кг на га пашни.

Расчеты по агрономической эффективности представить по форме таблицы 17.

Алгоритм расчета таблицы

Данные в столбцах 1, 2 и 3 берутся из задания.

Столбец 4. Коэффициент перевода урожайности с.-х. культур в кормовые единицы (приложение 23).

Столбец 5. Всего кормовых единиц, ц/га рассчитывается путем умножения коэффициента перевода в кормовые единицы на урожайность с.-х. культур (столбец 3 × столбец 4).

Столбцы 6, 7, 8 и 9 берутся из ранее проведенных расчетов.

Столбец 10. Рассчитывается как сумма доз минеральных удобрений (столбец 7 + столбец 8 + столбец 9).

Столбец 11. Урожайность культуры при естественном плодородии рассчитывается по элементу, находящемуся в почве в минимуме, следующим образом: *урожайность* (ц/га) = содержание фосфора (или калия) в почве × 3 × % использования этого элемента из почвы / вынос этого элемента с 1 ц урожая.

Столбец 12. Урожайность культуры за счет органических удобрений рассчитывается под теми культурами, под которые вносятся органические удобрения, учитывая еще два года их последствий: *урожайность* (ц/га) = Норма органического удобрения × 5 × % использования азота из органического удобрения / вынос азота культурой.

Столбец 13. Урожайность всего без минеральных удобрений находят суммированием урожайности при естественном плодородии и от применения органических удобрений (столбец 11 + столбец 12).

Столбец 14. Урожайность без минеральных удобрений в к.ед. находится с учетом коэффициента перевода в кормовые единицы (столбец 13 × столбец 4).

Столбец 15. Прибавка в к.ед. ((столбец 5 – столбец 14) × 100).

Столбец 16. Оплата урожаем 1 кг NPK находится как отношение прибавки в к.ед. к всего NPK (столбец 15 / столбец 10).

Сравнив оплату урожаем от минеральных удобрений на 1 га с нормативным (3,45 кг/га), делается вывод об агрономической эффективности разработанной системы удобрений.

Таблица 17. Агронимическая эффективность системы удобрений севооборота

| Культура | S, га | Урожайность, ц/га | Коэффициент перевода в к.ед. | Всего к. ед., ц/га | Норма органических удобрений, т/га | Норма элемента питания, кг д.в./га | | | Всего NPK, кг/га | Урожайность, ц/га | | | Урожайность без минеральных удобрений в к. ед. | Прибавка в к.ед. | Оплата урожая 1 кг NPK, кг к. ед. |
|----------|-------|-------------------|------------------------------|--------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|------------------|------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------------|--|------------------|-----------------------------------|
| | | | | | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | | При естественном плодородии | От органических удобрений | Всего без минеральных удобрений | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| Итого | | | | | | | | | | | | | | | |
| На 1 га | | | | | | | | | | | | | | | |

2.14. Экологическая экспертиза применения удобрений

Применение удобрений может нарушать экологическое равновесие природных систем, что может привести к нежелательным изменениям в окружающей среде. Окружающая среда считается загрязненной, если в результате деятельности человека она становится менее благоприятной по сравнению с ее естественным состоянием или существование в ней угрожает здоровью человека и животных.

Почва является мощным аккумулятором тяжелых металлов (ТМ). В качестве источников поступления ТМ в почву могут быть органические и минеральные удобрения, химические мелиоранты.

Содержание тяжелых металлов в минеральных, органических, известковых удобрениях и фосфоритной муке выписываются из приложения 24. Дозы удобрений берутся из ранее проведенных расчетов. Поступление ТМ в почву с удобрениями рассчитывается путём умножения дозы удобрения на его содержание.

Затем определяют суммарное поступление ТМ в мг/га, суммируя поступления с минеральными, органическими, известковыми и удобрениями и фосфоритной мукой.

Таблица 18. Влияние системы удобрений на поступление ТМ в почву

| Показатель | Pb | Cd | Cu | Zn | Ni |
|--|----|----|----|----|----|
| Содержание ТМ в минеральных удобрениях, мг/кг д.в. | | | | | |
| Дозы удобрений, кг д.в./га | | | | | |
| Поступление ТМ с минеральными удобрениями, мг/га | | | | | |
| Содержание ТМ в органических удобрениях, мг/кг | | | | | |
| Дозы органических удобрений, кг/га | | | | | |
| Поступление ТМ с органическими удобрениями, мг/га | | | | | |
| Содержание ТМ в извести, мг/кг | | | | | |
| Дозы извести, кг/га | | | | | |
| Поступление ТМ с известью, мг/га | | | | | |
| Содержание ТМ в фосфоритной муке, мг/кг | | | | | |
| Дозы фосфоритной муки, кг/га | | | | | |
| Поступление ТМ с фосфоритной мукой, мг/га | | | | | |
| Всего ТМ с удобрениями, мг/га | | | | | |
| Всего ТМ с удобрениями, мг/кг почвы | | | | | |
| ОДК ТМ, мг/кг почвы | | | | | |
| Время достижения ТМ ОДК, лет | | | | | |

Всего ТМ с удобрениями в мг/кг почвы получают делением суммарного поступления ТМ на 3 000 000 (вес 1 га почвы) и сравнивают эти показатели с ОДК (приложение 25) ТМ в почве. На основании сведений о

величине ежегодного поступления ТМ в почву можно судить о скорости достижения ПДК или ОДК в почве.

Для определения количества лет, через которые достигается ОДК содержания ТМ в почве, необходимо ОДК разделить на «Всего ТМ» с удобрениями в мг/кг почвы.

В этом разделе необходимо рассмотреть, как изменится содержание в почве ТМ при применении химических мелиорантов и удобрений при внедрении разработанной системы удобрений, обратить внимание на изменение плодородия почвы и качество продукции.

Результаты занести в таблицу 18.

2.15. Заключение

В заключении необходимо указать, как на основании агрохимических свойств почв, поголовья скота и выращиваемых культур в хозяйстве вы научились разрабатывать систему удобрений для получения высоких урожаев и восполнения почвенного плодородия.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Агрохимия: методические указания для аудиторной и самостоятельной работы студентов направления подготовки 35.03.04 «Агрономия» очной и заочной форм обучения / Иванова М.В.; Солдатов П.А.; Костромская ГСХА. Каф. агрохимии, биологии и защиты растений. - Караваево : Костромская ГСХА, 2019. - 21 с.
2. Ягодин, Б.А. Агрохимия: учебник для вузов / Б. А. Ягодин, Ю. П. Жуков, В. И. Кобзаренко. - М. : Колос, 2002. - 584 с.
3. Ефимов, В.Н. Система удобрений : учебник для вузов / В. Н. Ефимов, И. Н. Донских, В. П. Царенко. - М. : КолосС, 2002. - 320 с.
4. Донских, И.Н. Курсовое и дипломное проектирование по системе удобрения : учеб. пособие для вузов / И. Н. Донских. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : КолосС, 2004. - 144 с.
5. Ступин, Д.Ю. Загрязнение почв и новейшие технологии их восстановления [Электронный ресурс] : учеб. пособие для вузов / Д. Ю. Ступин. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2009.
6. Экологическое земледелие с основами почвоведения и агрохимии [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Матюк Н.С. [и др.]. - 2-е изд., испр. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2014. - 224 с.
7. Ненайденко, Г.Н. Стабилизация почвенного плодородия и урожайности при ограниченных экономических возможностях / Г.Н. Ненайденко, В.В. Гусев. — Владимир, 2007. — 240 с.

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Костромская государственная сельскохозяйственная академия»

Факультет агробизнеса

Направление подготовки _____
(шифр) (наименование)

Кафедра агрохимии, биологии и защиты растений

Курсовая работа

по дисциплине «Агрохимия»

На тему: «Разработка экологически обоснованной системы применения
удобрений в хозяйстве _____»

Выполнил:
студент (ка) ____ курса
_____ группы

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель:

(Ф.И.О. ученая степень, звание)

Работа защищена с оценкой: _____
(подпись)

Караваево 20__ г.

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего образования
 «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»

Факультет агробизнеса

Направление подготовки _____
 (шифр) (наименование)

Кафедра агрохимии, биологии и защиты растений

«Утверждаю»
 Зав. кафедрой

_____/_____
 (подпись) (Ф.И.О.)

« ____ » _____ 20__ г.

Задание
 на курсовую работу

студенту _____

1. Тема _____

2. Сроки сдачи студентом законченной работы _____

3. Исходные данные к работе - лист-задание, выдаваемый преподавателем

4. Содержание _____

5. Консультанты _____

6. Дата выдачи задания _____

Календарный план

| № | Наименование этапов выполнения работы | Срок выполнения | Примечание |
|---|---------------------------------------|-----------------|------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Руководитель _____
 (подпись, дата)

Студент _____ (подпись, дата)

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Костромская государственная сельскохозяйственная академия»

РЕЦЕНЗИЯ

на курсовую работу студента _____
Ф.И.О.

на тему _____

Курсовая работа имеет логическое построение, состоит из введения, _____ глав, заключения, списка использованных источников и приложений.

Замечания:

Рецензируемая работа отвечает (не отвечает) предъявляемым требованиям и
– допускается к защите
– допускается к защите с доработкой
– нуждается в доработке

Рецензент _____
ученое звание, подпись, Ф.И.О.

« _____ » _____ 20__ г.

Дозы CaCO₃ для дерново-подзолистых и серых лесных почв с содержанием гумуса не более 3%, т/га

| Почва | pH _{KCl} | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 3,8-3,9 | 4,0-4,1 | 4,2-4,3 | 4,4-4,5 | 4,6-4,7 | 4,8-4,9 | 5,0-5,1 | 5,2-5,3 | 5,4-5,6 |
| Песчаная | 4,5 | 4,0 | 3,5 | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 1,5 | 1,0 | – |
| Супесчаная | 7,0 | 5,5 | 4,5 | 3,5 | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 1,5 | – |
| Легкосуглинистая | 8,0 | 6,5 | 5,5 | 4,5 | 4,0 | 3,5 | 3,0 | 2,5 | 2,5 |
| Среднесуглинистая | 9,0 | 8,0 | 6,5 | 5,5 | 5,0 | 4,5 | 4,0 | 3,5 | 3,0 |
| Тяжелосуглинистая | 10,5 | 9,5 | 7,5 | 6,5 | 6,0 | 5,5 | 5,0 | 4,5 | 4,0 |
| Глинистая | 14,5 | 10,5 | 9,0 | 7,0 | 6,5 | 6,0 | 5,5 | 5,0 | 4,5 |

Состав известковых материалов

| Название известкового материала | Основной химический состав | Влажность, % | Нейтрализующая способность известкового удобрения в пересчете на CaCO ₃ , % | Количество примесей, % |
|--|---------------------------------------|--------------|--|------------------------|
| Известковая мука пылевидная | CaCO ₃ | До 1,5 | 85-100 | 0-15 |
| Известковая мука слабопылящая | CaCO ₃ | До 4,0 | 85-100 | 0-15 |
| Молотый известняк (известняковая мука) | CaCO ₃ | До 12 | 75-100 | 3,0-9,0 |
| Доломитизированный известняк | CaCO ₃ и MgCO ₃ | До 4 | 85-108 | 0-15 |
| Мергель | CaCO ₃ | До 30 | 25-30 | 25-75 |
| Мел | CaCO ₃ | До 30 | 25-30 | 0-10 |
| Жженая известь | CaO | До 12 | до 178 | 3,0-9,0 |
| Гашеная известь (пушенка) | Ca(OH) ₂ | До 12 | до 135 | 3,0-9,0 |
| Доломитовая мука | CaCO ₃ и MgCO ₃ | До 12 | 95-109 | 1,5-4,0 |

Корректировка доз CaCO₃, рассчитанных по Нз

| Севооборот | Доза извести (в долях от полной) |
|--------------------------------|--|
| Полевой с многолетними травами | 1 — при малых площадях картофеля (10-15%), 3/4 — при больших площадях картофеля |
| Кормовой с корнеплодами | 1 1/2 — при внесении борных удобрений |
| Льняной | 1 — на связанных, буферных, средне- и тяжелосуглинистых почвах, 1/2 — на песчаных и супесчаных |
| Картофельный | 1/2 на легких и 3/4 на более тяжелых окультуренных почвах |
| Овощной | 1 или 1,25-1,30 |

| | |
|-----------------------------------|---|
| Луга и пастбища (природные) | 1 |
| Вновь создаваемые луга и пастбища | 1 |

Приложение 7

Вынос питательных элементов урожаем различных культур

| Культура | Вынос на 1 ц продукции, кг | | |
|---|----------------------------|------|------|
| | N | P | K |
| Клевер + тимофеевка (сено) | 1,5* | 0,6 | 2,0 |
| Клевер (сено) | 2,0* | 0,6 | 1,5 |
| Люцерна (сено) | 2,6* | 0,7 | 1,5 |
| Многолетние травы (зеленая масса) | 0,37 | 0,15 | 0,39 |
| Многолетние травы (семена) | 2,0 | 0,8 | 1,7 |
| Однолетние травы (горох с овсом, сено) | 2,1 | 0,45 | 1,9 |
| Однолетние травы (горох с овсом, зеленая масса) | 0,35* | 0,14 | 0,5 |
| Естественные сенокосы (сено) | 1,8 | 1,0 | 2,4 |
| Кукуруза (зеленая масса) | 0,25 | 0,12 | 0,5 |
| Кукуруза (зерно) | 3,4 | 1,2 | 3,7 |
| Сурепица (зеленая масса) | 0,45 | 0,18 | 0,65 |
| Рапс озимый (семена) | 4,9 | 2,3 | 3,0 |
| Озимая рожь (зеленая масса) | 0,25 | 0,12 | 0,4 |
| Озимая рожь | 3,0 | 1,2 | 2,8 |
| Озимая пшеница | 3,4 | 1,2 | 2,5 |
| Яровая пшеница | 3,3 | 1,4 | 2,6 |
| Яровой ячмень | 2,7 | 1,1 | 2,4 |
| Овес | 3,0 | 1,3 | 2,9 |
| Горох | | | |
| – зерно | 6,6 | 1,6 | 2,0 |
| – зеленая масса | 0,7 | 0,2 | 0,5 |
| Картофель: | | | |
| – ранний | 0,5 | 0,15 | 0,7 |
| – поздний | 0,6 | 0,2 | 0,9 |
| Лен-долгунец: | | | |
| – соломка | 1,5 | 0,7 | 1,2 |
| – волокно | 8,0 | 4,0 | 7,0 |
| – семена | 10,6 | 5,3 | 9,3 |
| Свекла (корнеплоды) | 0,49 | 0,15 | 0,67 |
| Морковь столовая (корнеплоды) | 0,32 | 0,16 | 0,5 |
| Тимофеевка (сено) | 1,6 | 0,7 | 2,4 |
| Капуста белокочанная (кочаны) | 0,33 | 0,13 | 0,44 |
| Капуста цветная | 1,17 | 0,32 | 1,13 |
| Лук (луковицы) | 0,3 | 0,12 | 0,4 |
| Огурец | 0,17 | 0,11 | 0,26 |

Примечание. * За вычетом симбиотической азотфиксации.

Примерная классификация уровней урожаев основных групп сельскохозяйственных культур (ц/га)

| Уровень урожаев | Зерновые | | Картофель | | Корнеплоды | | Кукуруза | | Силосные без кукурузы | | Многолетние травы (сено) | |
|-----------------|----------|-------|-----------|---------|------------|---------|----------|---------|-----------------------|---------|--------------------------|-------|
| | 1* | 2** | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Низкий (менее) | 15 | 20 | 100 | 100 | 100 | 100 | 150 | 150 | 100 | 150 | 15 | 20 |
| Средний | 15-25 | 20-30 | 100-250 | 100-200 | 100-250 | 100-300 | 150-300 | 150-400 | 100-300 | 150-350 | 15-30 | 20-40 |
| Высокий (более) | 25 | 30 | 250 | 200 | 250 | 300 | 300 | 400 | 300 | 350 | 35 | 45 |

Примечания: * уровень урожаев для супесчаных и песчаных, ** — для суглинистых и глинистых почв.

Нормативы накопления пожнивно-корневых остатков в почвах (в ц сухого вещества на 1 ц основной продукции)

| Озимые зерновые | | Яровые зерновые и зернобобовые | | Многолетние травы (сено) | | Многолетние травы (зел. масса) | | Однолетние травы (сено) | |
|-----------------|-----|--------------------------------|-----|--------------------------|-----|--------------------------------|------|-------------------------|-----|
| 1* | 2** | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| <10 | 1,8 | <10 | 1,4 | <10 | 2,0 | <50 | 0,40 | <10 | 1,1 |
| 10-15 | 1,6 | 10-15 | 1,3 | 10-20 | 1,8 | 51-100 | 0,35 | 10-20 | 0,9 |
| 16-20 | 1,5 | 16-20 | 1,3 | 21-30 | 1,5 | 101-150 | 0,32 | 21-30 | 0,9 |
| 21-25 | 1,4 | 21-25 | 1,2 | 31-40 | 1,4 | 151-200 | 0,31 | 31-40 | 0,8 |
| 26-30 | 1,3 | 26-30 | 1,2 | 41-50 | 1,3 | 201-250 | 0,29 | 41-50 | 0,8 |
| 31-35 | 1,2 | 31-35 | 1,1 | 51-60 | 1,3 | 251-300 | 0,27 | 51-60 | 0,7 |
| 36-40 | 1,1 | 36-40 | 1,0 | 61-70 | 1,2 | 301-350 | 0,25 | 61-70 | 0,7 |
| >40 | 1,0 | >40 | 0,9 | 71-80 | 1,2 | 351-400 | 0,22 | 71-80 | 0,6 |
| | | | | >80 | 0,9 | >400 | 0,20 | >80 | 0,6 |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Продолжение приложения 9

| Однолетние травы (зел. масса) | | Кукуруза на силос | | Картофель, корнеплоды, овощи | | Лен (волокно) | | Лен (соломка) | |
|-------------------------------|------|-------------------|------|------------------------------|------|---------------|-----|---------------|------|
| 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| <50 | 0,30 | <50 | 0,22 | <50 | 0,16 | 3-4 | 4,4 | <10 | 0,45 |
| 51-100 | 0,25 | 51-100 | 0,18 | 51-100 | 0,14 | >5 | 3,2 | 11-15 | 0,43 |
| 101-150 | 0,23 | 101-150 | 0,15 | 101-150 | 0,13 | | | 16-20 | 0,40 |
| 151-200 | 0,20 | 151-200 | 0,14 | 151-200 | 0,13 | | | 21-25 | 0,38 |
| 201-250 | 0,15 | 201-250 | 0,14 | 201-250 | 0,12 | | | 26-30 | 0,37 |
| 251-300 | 0,14 | 251-300 | 0,13 | 251-300 | 0,12 | | | 31-35 | 0,35 |
| 301-350 | 0,13 | 301-350 | 0,11 | 301-350 | 0,11 | | | 36-40 | 0,34 |
| 351-400 | 0,12 | 351-400 | 0,10 | 351-400 | 0,11 | | | >40 | 0,33 |
| >400 | 0,11 | >400 | 0,09 | >400 | 0,11 | | | | |

Примечание * урожайность основной продукции, ц/га; ** нормативы накопления пожнивно-корневых остатков.

Приложение 10

Норма подстилки на одно животное при стойловом содержании, кг/сутки

| Вид скота | Солома злаковых культур | Верховой слабо разложившийся торф (влажность 40-45%) | Торфяная крошка переходного и низинного торфа | Опилки, стружка |
|----------------------|-------------------------|--|---|-----------------|
| Крупный рогатый скот | 4-6 | 3-4 | 10-20 | 3-6 |
| Телята | 2-3 | 1,5-2 | 5-10 | 2-3 |
| Лошади | 3-5 | 2-3 | 8-10 | 2-4 |
| Овцы и козы | 0,5-1 | – | – | – |
| Свиньи: | | | | |
| – матки с поросятами | 5-6 | 3-4 | – | – |
| – хряки | 1,5-3 | 2-3 | – | 2-3 |
| Откармливаемые | 1-1,5 | 1,5-2 | 2-3 | 1,5-2 |
| Отъемные | 0,5-1 | 0,5-1 | – | 1-1,5 |

Приложение 11

Примерное количество свежего навоза, накопленное за одни сутки от одного животного, кг

| Вид скота | Норма подстилки, кг (солома, торфяная крошка, опилки) | | | | | |
|-----------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Крупный рогатый скот: | | | | | | |
| – взрослое поголовье | 28 | 32 | 37 | 39 | 42 | 44 |
| – телята | 9-14 | 11-16 | 12-19 | 13-20 | 14-21 | 15-22 |
| Лошади | 21 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| Свиньи | 4,7 | 8 | 9 | – | – | – |
| Овцы, козы | 4 | 5 | – | – | – | – |

Приложение 12

Суточный выход экскрементов за одни сутки от одного животного, кг

| Вид скота | Экскременты (кал + моча), кг |
|---|------------------------------|
| Быки-производители | 40 |
| Коровы | 55 |
| Нетели | 27 |
| Телята до 6 мес. и до 4 мес. на откорме | 7,5 |
| Молодняк на откорме: | |
| 4-6 мес. | 14 |
| 6-12 мес. | 26 |
| старше 12 мес. | 35 |
| Свиньи на откорме: | |
| – массой до 40 кг | 3,5 |
| – массой 40-80 кг | 5,1 |
| – массой более 80 кг | 6,6 |

Химический состав соломы

| Культура | N, % | C/N |
|----------------|------|-----|
| Озимая пшеница | 0,5 | 80 |
| Озимая рожь | 0,45 | 85 |
| Ячмень | 0,5 | 80 |
| Овес | 0,65 | 60 |
| Яровая пшеница | 0,6 | 65 |

Коэффициенты пересчета органических удобрений на подстилочный навоз (УПН)

| Вид органического удобрения | Коэффициент |
|---|-------------|
| Подстилочный навоз (влажность до 77%) и твердая фракция бесподстилочного навоза | 1,0 |
| Бесподстилочный полужидкий навоз (влажность 90-93%) | 0,5 |
| Жидкий навоз (влажность 93-97%) | 0,25 |
| Навозные стоки (влажность более 97%) | 0,1 |
| Торфонавозный компост (1:1) | 1,2 |
| Торфопометный компост | 1,3 |
| Птичий помет | 1,2 |
| Солома (с добавлением 8-12 кг азота на 1 т) | 3,4 |
| Сапропель | 0,25 |
| Дефекат | 0,25 |
| Сидеральные удобрения (естественной влажности) | 0,25 |
| Остатки сточных вод (ОСВ) | 0,8 |
| Компосты из твердых бытовых отходов (ТБО) | 0,8 |

Нормы органических удобрений на дерново-подзолистых почвах
в зависимости от гранулометрического состава (т/га)

| Урожайность, ц/га | | Подстилочный навоз (перепревший), т/га | |
|--|------------|--|------------|
| Суглинистые | Супесчаные | Суглинистые | Супесчаные |
| Озимая рожь | | | |
| 20-35 | 18-28 | 40 | 30 |
| 40-50 | 30-50 | 50 | 40-50 |
| Озимая пшеница | | | |
| 20-40 | 14-35 | 40 | 30 |
| 41-50 | | 50 | |
| Картофель | | | |
| 100-150 | 100-200 | 50-60 | 50-60 |
| 170-250 | 201-350 | 50-60 | 70-80 |
| Капуста | | | |
| 100-300 | 100-400 | 30-40 | 30-40 |
| 301-500 | 401-600 | 60-70 | 60 |
| Морковь столовая | | | |
| 100-300 | 100-250 | 50-60 | 50-60 |
| 301-350 | 251-350 | 60-70 | 70 |
| Свекла столовая | | | |
| 101-300 | 101-200 | 40-50 | 40-50 |
| 301-350 | 201-300 | 60-70 | 60-70 |
| Лук на репку | | | |
| 50-200 | 50-200 | 30-40 | 30-40 |
| 201-450 | 201-300 | 50-60 | 50 |
| Кормовые корнеплоды | | | |
| 100-250 | 100-200 | 30-40 | 30-40 |
| 251-400 | 201-350 | 50 | 50 |
| Силосные культуры (кукуруза, подсолнечник) | | | |
| 100-150 | | 40 | |
| 151-300 | | 50 | |
| 301-400 | | 60 | |

Сроки и нормы внесения бесподстилочного навоза

| Культуры, угодья | Максимальная годовая норма навоза, т/га | Сроки внесения |
|-------------------|---|---|
| Зерновые яровые | 35 | Под основную обработку |
| Озимые | 25 | Под вспашку или зимой в подкормках. |
| Картофель | 40-60 | Под основную обработку или весеннюю перепашку |
| Кормовая свекла | 80-90 | Под весеннюю перепашку или основную обработку |
| Однолетние травы | 40-50 | Под основную или весеннюю перепашку |
| Многолетние травы | 60-80 | Зимой и после укосов |
| Луга | 60-80 | Зимой и после укосов |
| Пастбища | 60-80 | По окончании вегетации или зимой |

Приложение 17

Средние коэффициенты использования сельскохозяйственными культурами
N, P₂O₅ и K₂O из почв и минеральных удобрений

| Культура | Из почвы | | Из минеральных удобрений в 1-й год | | |
|--|-------------------------------|------------------|------------------------------------|-------------------------------|------------------|
| | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| Зерновые культуры, однолетние и многолетние травы | 0,05 | 0,10 | 0,5-0,6 | 0,15-0,25 | 0,4-0,5 |
| Лен | 0,03 | 0,05 | 0,3-0,4 | 0,10-0,15 | 0,3-0,4 |
| Пропашные (картофель, кормовые корнеплоды, силосные) | 0,05 | 0,20 | 0,6-0,7 | 0,20-0,25 | 0,5-0,7 |
| Капуста белокочанная | 0,05 | 0,20 | 0,6-0,7 | 0,20 | 0,6-0,7 |
| Морковь, свекла столовая, томаты | 0,05 | 0,10 | 0,5-0,6 | 0,15-0,20 | 0,5-0,6 |
| Огурцы | 0,03 | 0,05 | 0,3-0,4 | 0,10-0,15 | 0,3-0,4 |

Примечание. Коэффициент использования легкогидролизуемого азота растениями на дерново-подзолистой почве принимается равным примерно 0,2.

Приложение 18

Состав органических удобрений

| Удобрение | Примерное содержание элементов питания в 1 тонне | | | Вода, % |
|--|---|-------------------------------|------------------|------------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | |
| Навоз полуперепревший | 5 | 2,5 | 6 | 75 |
| Жидкий навоз КРС | 4 | 2 | 4,5 | 88,5 |
| Птичий помет кур, термически высушенный | 45,4 | 36,5 | 17,4 | 17,0 |
| Солома пшеничная | 4,5 | 0,7 | 6,4 | 14 |
| Солома ржаная | 3,4 | 0,7 | 5,2 | 14 |
| Торф низинный | 23-33 | 1,2-5 | 1,5 | – |
| Компост торфофосфорный | До 11,5 | До 8,5 | До 1,2 | 55-65 |
| Компост торфонавозный | До 8 | До 2 | До 3,8 | 65-75 |
| Компост торфожижевый | До 7 | До 0,8 | До 2,8 | 70-80 |
| ТМАУ (торфоминеральные аммиачные удобрения) | До 15,5 | До 5,5 | До 5 | 50 |
| Зеленая масса люпина | 4,5 | 1 | 1,7 | 70-75 |

Приложение 19

Средние коэффициенты использования питательных веществ растениями
из удобрений и пожнивно-корневых остатков

| Год действия | Из органических удобрений и пожнивно-корневых остатков (K ₀) | | | Из минеральных удобрений (K ₁) | | |
|-----------------|---|-------------------------------|------------------|--|-------------------------------|------------------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| Первый | 0,20-0,25 | 0,25-0,30 | 0,50-0,60 | | | |
| Второй | 0,20 | 0,10-0,15 | 0,10-0,15 | 0,05 | 0,10- 0,15 | 0,20 |
| Третий | 0,10 | 0,05 | – | | | |

*Примерное содержание элементов питания
в пожнивно-корневых остатках бобовых культур*

| Культуры | Содержание в корневых и пожнивных остатках, кг/ц урожая | | |
|-------------------|---|-------------------------------|------------------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| Многолетние травы | 3,3 | 0,9 | 1,3 |
| Однолетние травы | 3,3 | 0,7 | 2,2 |

Оптимальные дозы припосевного (рядкового) удобрения, (кг д.в./га)

| Культура | Оптимальная доза | | |
|--------------|------------------|----|----|
| | N | P | K |
| Зерновые | – | 10 | – |
| Зернобобовые | 10 | 10 | – |
| Травы | 10 | 10 | – |
| Кукуруза | 3 | 7 | – |
| Картофель | 20 | 20 | – |
| Свекла | 10 | 10 | 10 |
| Лен | – | 10 | – |
| Овощи | 10 | 10 | 10 |

*Нормативы затрат (сверх выноса культурами)
для повышения содержания в почве фосфора и калия на 1 мг/100 г почвы*

| Почва | Элемент питания | Песчаные, супесчаные | Легко- и среднесуглинистые | Тяжелосуглинистые и глинистые | Глеевые |
|--------------|-------------------------------|----------------------|----------------------------|-------------------------------|---------|
| | | | | | |
| | K ₂ O | 40-50 | 50-60 | 60-90 | 80-90 |
| Серая лесная | P ₂ O ₅ | 60-80 | 80-100 | 100-120 | 120-150 |
| | K ₂ O | 40-50 | 50-60 | 60-80 | 80-90 |

Коэффициенты перевода продукции растениеводства в кормовые единицы

| Продукция | Коэффициент |
|----------------------------------|-------------|
| Рожь, пшеница, ячмень | 1 |
| Овёс | 0,8 |
| Лён-долгунец: | |
| Волокно | 3,85 |
| Семена | 1,65 |
| Солома | 0,41 |
| Горчица | 1,65 |
| Картофель | 0,25 |
| Овощи | 0,16 |
| Кормовые корнеплоды | 0,2 |
| Сено однолетних трав | 0,4 |
| Сено многолетних трав | 0,5 |
| Зеленая масса многолетних трав | 0,12 |
| Зеленая масса однолетних трав | 0,10 |
| Кукуруза на зеленый корм и силос | 0,17 |

Среднее содержание тяжелых металлов в удобрениях и мелиорантах

| Удобрения | Содержание ТМ, мг/кг | | | | |
|-----------------------------------|----------------------|------|-------|------|------|
| | Pb | Zn | Cu | Cd | Ni |
| Минеральные удобрения (в среднем) | 11,73 | 17,9 | 10,25 | 3,25 | 15,4 |
| Фосфоритная мука | 30,0 | 81,0 | 45,0 | 1,3 | 73,6 |
| Известняковая мука | 37,5 | 21,0 | 5,8 | 3,5 | 30,0 |
| Навоз | 2,9 | 12,1 | 2,4 | 1,1 | 8,8 |

Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) тяжелых металлов в почве

| Почвы | Валовое содержание ТМ, мг/кг | | | | |
|---|------------------------------|-----|-----|-----|----|
| | Pb | Cd | Cu | Zn | Ni |
| Песчаные и супесчаные | 32 | 0,5 | 55 | 33 | 20 |
| Кислые, рН _{KCl} < 5,5 (суглинистые и глинистые) | 65 | 1,0 | 110 | 66 | 40 |
| Близкие к нейтральным, нейтральные, рН _{KCl} > 5,5 (суглинистые и глинистые) | 130 | 2,0 | 220 | 132 | 80 |

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Учебно-методическое издание

Разработка экологически обоснованной системы применения удобрений :
методические указания по выполнению курсовой работы / сост. П.А. Солдатов, М.В.
Иванова. — 2-е изд., исправл. — Караваево : Костромская ГСХА, 2021. — 48 с. ;
20 см. — 50 экз. — Текст непосредственный.

*Методические указания по выполнению курсовой работы издаются в
авторской редакции*

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования "Костромская государственная сельскохозяйственная академия"
156530, Костромская обл., Костромской район, пос. Караваево, уч. городок, д. 34

Компьютерный набор. Подписано в печать 06/07/2021. Заказ № 906.
Формат 60x84/16. Тираж 50 экз. Усл. печ. л. 2,88. Бумага офсетная.
Отпечатано 03/08/2021. Цена 72,00 руб.

вид издания: 2-е изд., испр. (электронная версия)
(редакция от 6.07.2021 № 906)

Отпечатано с готовых оригинал-макетов в академической типографии
на цифровом дубликаторе. Качество соответствует предоставленным
оригиналам.

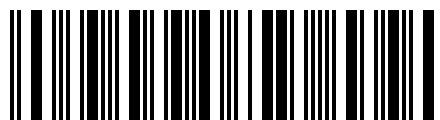
(Электронная версия издания - I:\подразделения \рио\издания\2021\906.pdf)



2021*906

Цена 72,00 руб.

ФГБОУ ВО КОСТРОМСКАЯ ГСХА



2021*906

(Электронная версия издания - I:\подразделения \рио\издания\2021\906.pdf)