РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

ФГОУ ВПО «ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ

УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

КУРСОВАЯ РАБОТА

на тему

"Система применения удобрений в севообороте хозяйства

Кунач Покровского района Орловской области"

ОРЕЛ - 2008 г.

**Содержание**

Введение

1. Общие сведения о хозяйстве

2. Характеристика климатических условий

3. Агрохимическая характеристика почв севооборота

4. Обоснование необходимости внесения химических мелиорантов

5. План накопления и использования органических удобрений

6. Определение норм удобрений на планируемую урожайность

7. Приемы внесения удобрений

8. Обоснование системы применения удобрений

9. Годовой и календарный планы применения удобрений

10. Баланс питательных веществ в севообороте

11. Расчет потребности в удобрениях для обеспечения заданного уровня фосфора (или калия) на поле № 1

12. Экономическая эффективность удобрений

13. Экологическое обоснование системы применения удобрений

Заключение

Используемая литература

**Введение**

Под системой удобрения следует понимать комплекс научно обоснованных агротехнических и организационных мероприятий по размещению органических, минеральных удобрений, известковых и других материалов под сельскохозяйственные культуры с учетом климата, плодородия почвы, типа севооборота, предшественников, биологических особенностей растений и сортов, состава и свойств удобрений.

Достижение высокого качества сельскохозяйственной продукции возможно при грамотном сочетании органических и минеральных удобрений, включая микроэлементы, правильных соотношениях элементов питания и выборе форм удобрений, соблюдении сроков их внесения.

Цель системы удобрения – ежегодно обеспечивать максимально возможную агрономическую и экономическую эффективности и экологическую безопасность имеющихся природно-экономических ресурсов (удобрений, мелиорантов, почв, культур, техники и т.д.) каждого хозяйства при любой обеспеченности ими.

Задачи системы удобрения в каждом агроценозе (хозяйстве) решаются при успешной разработке и реализации ее и заключаются в следующем:

- повышение продуктивности всех возделываемых культур и улучшение качества получаемой продукции с ростом удобренности посевов до оптимальных уровней;

- устранение различий (выравнивание) в плодородии отдельных полей каждого севооборота при любой обеспеченности удобрениями и (или) повышение плодородия почв всех полей до оптимального уровня при соответствующем росте обеспеченности посевов удобрениями;

- повышение оплаты единицы удобрений прибавками урожаев всех возделываемых культур, т.е. рост экономической эффективности применяемых удобрений при любой обеспеченности или вплоть до максимальной;

- получение сертифицируемой продукции всех культур при постоянном контроле за изменением агрохимических показателей плодородия почв;

- повышение производительности труда всех работников, организационно-хозяйственной и управленческой деятельности специалистов и руководителей;

- постоянное выполнение всевозрастающих требования по охране окружающей среды от загрязнения средствами химизации земледелия.

Рациональная система удобрения способствует повышению их эффективности и росту производительности труда в сельском хозяйстве. Условия питания растений в почве зависят от доз, сроков и способов внесения удобрений. Система удобрения в севообороте заключается в распределении органических и минеральных удобрений между сельскохозяйственными культурами и определении способов внесения удобрений с учетом обеспеченности ими хозяйства, плодородия почв на всей площади севооборота, прямого действия и последействия удобрений. Система удобрения отдельных сельскохозяйственных культур заключается в определении их потребности в питательных веществах, сочетании органических и минеральных удобрений, установлении сроков и способов их внесения, оплаты удобрений прибавкой урожая.

Цель данной курсовой работы – разработать систему применения удобрений для семипольного севооборота хозяйства Кунач Покровского района Орловской области, провести расчет норм удобрений методом элементарного баланса, определить экономическую эффективность от применения удобрений.

**1. Общие сведения о хозяйстве**

Сельскохозяйственное предприятие Кунач расположено в Покровском районе Орловской области, удаленность от областного центра – 84 км. Основными направлениями в животноводстве являются разведение крупного рогатого скота и свиноводство; важнейшими возделываемыми культурами – зерновые, в том числе озимая пшеница и яровые – яровая пшеница и ячмень, хозяйство также выращивает сахарную свеклу, часть пашни отдана под возделывание кормовых культур – многолетних трав (клевера), кукурузы на силос.

**2**. **Характеристика климатических условий**

Климатические условия определяют выбор оптимальных для региона способов и сроков внесения удобрений и возможность получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Таблица 1. Гидротермические условия за вегетационный период по данным метеорологической станции

|  |  |
| --- | --- |
| Показатели |  |
| 1. Средняя многолетняя сумма осадков, мм   а) за год | 594 |
| б) за вегетационный период | 370 |
| 2.Средняя многолетняя температура воздуха, °С  а) за год, | 4,8 |
| б) за вегетационный период | 14,0 |
| 3. Продолжительность вегетационного периода (дней с температурой выше 5 °С) | 185 |
| 4. Теплообеспеченность основного периода вегетации (сумма температур выше 10 °С) | 2250 |

К климатическим условиям, определяющим эффективность удобрений, относятся: сумма активных температур, сроки наступления весенних и осенних заморозков, количество и распределение в течение года осадков и влагообеспеченность почв. Среднегодовая температура воздуха составляет 4,8˚С тепла. Температура наиболее теплого месяца – июля 18,1˚С, а наиболее холодного месяца – января –9,8˚С. Общая продолжительность периода с положительной средней суточной температурой воздуха в году равна 215-225 дням. Период со средними суточными температурами воздуха выше 5˚С начинается в середине апреля и заканчивается в середине октября, а продолжительность его в году составляет 175-185 дней. Период с более высокими средними суточными температурами воздуха (выше 10˚) начинается в начале мая и заканчивается 20-25 сентября, его продолжительность 135-145 дней. По средним многолетним данным прекращение заморозков приходится на вторую пятидневку мая, самое раннее прекращение заморозков наблюдалось в первой декаде апреля, а самое позднее – в первой декаде июня. Средние даты осеннего заморозка приходятся на последнюю пятидневку сентября. Средняя продолжительность безморозного периода составляет 135-150 дней.

Коэффициент увлажнения равен 1,2-1,3. Количество осадков 594 мм в год. Соотношение количества осадков и тепла обуславливает благоприятные климатические условия для ведения сельского хозяйства. Однако неравномерное распределение осадков как в разные годы, так и в отдельные периоды, может создавать засушливые условия для роста и развития сельскохозяйственных культур. Приведенные данные говорят о достаточно благоприятном климате для возделывания культур севооборота и эффективности применения удобрений.

Количество атмосферных осадков и равномерность их распределения играют определяющую роль в эффективном использовании растениями питательных веществ удобрений. Так влияние азотных удобрений в умеренно влажные годы возрастает, действие фосфорных удобрений в зависимости от влагообеспеченности года не такое отчетливое, как азотных. Большое значение при использовании удобрений в различные по увлажнению годы имеет отношение отдельных сельскохозяйственных культур к срокам увлажнения. Для яровой пшеницы особенно велико значение весенних и раннелетних дождей, для кукурузы нужны осадки в середине лета. Для урожая озимых зерновых культур критическим в отношении влагообеспеченности является сентябрь. Проанализировав число осадков за каждый месяц вегетации, можно сделать вывод о том, что их количества вполне достаточно для выращивания сельскохозяйственных культур севооборота, а следовательно применение удобрений будет эффективным.

1. **Агрохимическая характеристика почв севооборота**

При разработке системы удобрений в севообороте, необходимо знать свойства почвы. Для этого используют почвенную карту хозяйства, а также агрохимический паспорт и картограммы.

Таблица 2. Агрохимическая характеристика почв полевого севооборота

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № поля | Культура | Тип, подтип почвы | Мех. состав | Мощность гумусового слоя, см | Гумус,% | pНkcl | Нr | V,% | Содержание подвижных элементов, мг/100 г почвы | |
| Р2О5 | К2О |
| 1 | Клевер | Ч.в. | С.с. | 30 | 4,2 | 5,6 | 3,5 | 93,8 | 7,8 | 11,2 |
| 2 | Озимая пшеница | Ч.оп | С.с. | 31 | 5,8 | 5,8 | 3,7 | 89,2 | 8,8 | 12,7 |
| 3 | Сахарная свекла | Ч.в. | С.с. | 29 | 5,4 | 5,7 | 3,9 | 90,2 | 9,8 | 12,4 |
| 4 | Горох | Ч.оп | С.с. | 32 | 5,7 | 5,6 | 3,2 | 95,8 | 11,0 | 9,0 |
| 5 | Яровая пшеница | Ч.в. | С.с. | 30 | 5,4 | 6,1 | 3,5 | 92,2 | 12,5 | 12,9 |
| 6 | Кукуруза на силос | Ч.оп | С.с. | 34 | 5,5 | 5,9 | 4,1 | 87,2 | 8,8 | 11,2 |
| 7 | Ячмень | Ч.оп | С.с. | 33 | 5,7 | 5,8 | 3,6 | 92,8 | 14,0 | 15,6 |

Почвы хозяйства представлены черноземами выщелоченными и черноземами оподзоленными. Так как значения рН в пределах 5,6-6,1, то по степени кислотности почвы относятся к V классу (близкие к нейтральным), по содержанию подвижных форм фосфатов в почве к III-IV классу, а по содержанию калия в почве к IV-V классу, т.е. обеспеченность почв севооборота можно оценить как средне-повышенную. Содержание гумуса в почвах хозяйства - 4,2-5,8% можно оценить как среднее.

Применение азотных удобрений наиболее эффективно на выщелоченных черноземах северо-западных районов лесостепной зоны. Фосфорные удобрения на выщелоченных черноземах лесостепной зоны повышают урожаи сильнее, чем азотные. Действие же калийных удобрений на урожаи сельскохозяйственных растений на черноземах менее эффективно. На черноземах более эффективны водорастворимые формы фосфорных удобрений (суперфосфат, аммофос). Калийные хлорсодержащие удобрения вносят с осени, чтобы уменьшить неблагоприятное действие хлора.

Почвенные условия определяют сроки и способы внесения удобрений. На черноземах основное удобрение целесообразно применять осенью. Глубина заделки удобрений также определяется почвенными условиями. На черноземах удобрения необходимо вносить глубже.

Несмотря на то, что черноземы содержат большое количество питательных веществ, они отзывчивы на органические удобрения, которые вносят (на примере нашего севооборота) под сахарную свеклу, пропашные культуры, озимые зерновые. Рекомендуемые дозы – 20 т/га, заделывают на полную глубину вспашки. Под яровые культуры навоз запахивают с осени под зябь.

**4. Обоснование необходимости внесения химических мелиорантов**

Повышенная кислотность является одной из главных причин низкого плодородия и недостаточной эффективности удобрений. Известкование почв производится в соответствии с их кислотностью и составом сельскохозяйственных культур в севообороте. Под культуры, чувствительные к кислотности, известь вносят в первую очередь. В полевых севооборотах с многолетними травами и зерновыми культурами всю дозу извести обычно вносят под покровную для трав культуру. Однако в примере данного севооборота известкование следует провести в поле № 3 под сахарную свеклу, так как на данном поле рН 5,7, то есть слабокислая, тогда как сахарная свекла требовательна к высокому уровню плодородия и благоприятной реакции почвы (рН 7-8). Норму извести устанавливают по гидролитической кислотности. Учитывая содержание гумуса, величину рНKCl, гидролитическую кислотность и степень насыщенности основаниями, а также тип почвы, механический состав и культуру, под которую вносим известь выбираем формулу и делаем расчет для поля № 3:

Д=0,05\*0,75Нr\*d\*h, где

Нr = 3,9 – гидролитическая кислотность, мг-экв/100 г

d=1,2 г/см3

h=30 см – мощность известкуемого слоя

Пример расчета:

Д= 0,05\*0,75\*3,9\*1,2\*30=5,3 т/га

В качестве известкового удобрения будем использовать доломитовую муку, норму внесения которого рассчитаем по формуле:

= т/га



Таблица 3. План известкования почв в севообороте

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № поля и чередование культур | Установленная норма, т/га | | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
| CaCO3 | Норма известкового  удобрения. |
| 1 Клевер | 4,7 | 4,8 |  |  | 4,8 |  |  |  |  |
| 2 Озимая пшеница | 5,0 | 5,1 |  | 5,1 |  |  |  |  |  |
| 3 Сахарная свекла | 5,3 | 5,4 | 5,4 |  |  |  |  |  |  |
| 4 Горох | 4,3 | 4,4 |  |  |  |  |  |  | 4,4 |
| 5 Яровая пшеница | 4,7 | 4,8 |  |  |  |  |  | 4,8 |  |
| 6 Кукуруза | 5,5 | 5,6 |  |  |  |  | 5,6 |  |  |
| 7 Ячмень с подсевом клевера | 4,9 | 5,0 |  |  |  | 5,0 |  |  |  |

При составлении плана известкования учитывается степень нуждаемости почв в известковании и очерёдность, а также особенности действия известковых удобрений на отдельные культуры. При этом учитывается технология возделывания культур в севообороте. Так как сахарная свекла потребляет много кальция и магния, то под эту культуру внесем доломитовую муку. Внесение известковых удобрений осуществляют тракторным разбрасывателем РМГ-4, разбрасывающим устройством КСА-3, разбрасывателем минеральных удобрений РУМ-8, РУМ-16, МВУ-12, МВУ-16, СТТ-10, МВУ-5.

**5. План накопления и использования органических удобрений**

Органические удобрения являются источником пополнения питательных веществ в почве, повышают эффективность минеральных удобрений, улучшают физические, физико-химические и биологические свойства почв. При совместном применении органических и минеральных удобрений повышается плодородие почв и урожайность сельскохозяйственных культур.

Выход навоза (Вн) определяют путём умножения суточного количества навоза (Вд) на продолжительность стойлового периода (Дс) и общее поголовье скота (Чс).

Вн=Вд\*Дс\*Чс / 1000

Таблица 4. Выход свежего навоза при стойловом содержании скота

Продолжительность стойлового периода для КРС и лошадей 230 дней

Для свиней 365 дней

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид и группа скота | Количество  скота | Норма подстилки на 1 голову, кг | Выход навоза | |
| от 1 головы  в сутки, кг | от всего  поголовья в год, т |
| КРС (взр.) | 70 | 6 | 44 | 708,4 |
| КРС (мол.) | 70 | 5 | 42 | 676,2 |
| Лошади (взросл.) | 2 | 6 | 28 | 12,9 |
| Лошади (молодняк) | - | - | - | - |
| Свиньи (взросл.) | 130 | 3 | 9 | 427,1 |
| Свиньи (молодняк) | 160 | 2 | 8 | 467,2 |
| Овцы | - | - | - | - |
| ИТОГО: | 432 |  |  | 2291,8 |

Пример расчета для КРС (взр.): Вн=Вд\*Дс\*Чс / 1000

Вн= 44 \* 230 \* 70 / 1000 = 708,4 т

После установления планового выхода навоза необходимо ввести поправку на требуемую степень разложения. Для полуперепревшего навоза она составляет 0,7-0,8. Масса полуперепревшего навоза находится путём умножения этого коэффициента на общее количество навоза:

2291,8 \* 0,8 = 1833,4 т

Для определения насыщенности 1 га пашни навозом необходимо общее количество полуперепревшего навоза поделить на площадь пашни:

1833,4 / 3200 = 0,57 т/га

Насыщенность на 1 га поля севооборота находится умножением значения насыщенности 1 га пашни на общую площадь севооборота и делением на средний размер поля.

Найдем общую площадь севооборота и средний размер поля:

114+109+113+116+108+108+112 = 780 га / 7 = 111,4 га

Вычислим насыщенность на 1 га севооборота:

0,57 \* 780 / 111,4 = 4 т

Для поддержания стабильного содержания гумуса насыщенность 1 га пашни должна быть для почв тяжёлого и среднего механического состава 8-12 т/га, а для лёгких ─ 12-14 т/га.

Насыщенность пашни навозом недостаточна для обеспечения бездефицитного баланса гумуса.

При недостаточном количестве навоза в хозяйстве готовятся компосты.

В качестве компостируемого материала будем использовать солому.

Таблица 5

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид  компоста | Соотношение компостируемых материалов | Всего (т) | | | | Всего компоста, т |
| навоз | солома | торф | фосфоритная мука |
| навозосоломистый | 1:2 | 2291,8 | 4583,6 |  |  | 6875,4 |

Насыщенность 1 га пашни и 1 га севооборота компостом находится аналогично.

Пример расчета:

Масса полуперепревшего компоста находится путём умножения этого коэффициента на общее количество компоста:

6875,4 \* 0,8 = 5500 т

Для определения насыщенности 1 га пашни компостом необходимо общее количество полуперепревшего компоста поделить на площадь пашни:

5500 / 3200 = 1,72 т/га

Насыщенность на 1 га поля севооборота находится умножением значения насыщенности 1 га пашни на общую площадь севооборота и делением на средний размер поля:

1,72 \* 780 / 111,4 = 12 т

Компост вносят под наиболее ценные культуры, в данном севообороте – под сахарную свеклу. Поскольку минимальная доза компоста, вносимого под вспашку, составляет 20 т/га, в нашем случае недостающее количество компоста можно взять, перераспределив его между севооборотами хозяйства (например, исключив внесение компоста в севообороте с многолетними бобовыми травами или горохом).

Так как насыщенность пашни компостом недостаточна следует использовать и другие виды органических удобрений: сидеральных культур, соломы. Выращивание пожнивной сидеральной культуры – горчицы, возможно в поле № 6 после уборки кукурузы на силос.

**6. Определение норм удобрений на планируемую урожайность**

Одной из важнейших проблем химизации земледелия является определение оптимальных норм удобрений. Норма удобрения - это количество удобрения, вносимое под сельскохозяйственную культуру за период ее выращивания.

Для расчета норм удобрений на планируемую урожайность сельскохозяйственных культур применяют метод элементарного баланса. При этом методе учитывают вынос основных элементов питания с урожаем, коэффициенты использования элементов питания из почвы, из удобрений и содержание элементов питания в почве.

При определении потребности растений в удобрениях большую роль играет знание коэффициентов использования ими питательных веществ из почвы. Чем выше уровень обеспеченности почвы элементами питания, тем меньше коэффициент использования.

Использование питательных веществ из минеральных удобрений определяется почвенными и климатическими условиями зоны. Оно зависит от возделываемой культуры, сорта, обеспеченности почв подвижными элементами питания. Для каждой почвенно-климатической зоны, культуры или группы культур коэффициенты использования питательных веществ из минеральных удобрений будут разными.

При определении потребности в органических удобрениях необходимо принимать во внимание влияние удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур в последующие годы, т. е. их последействие.

Нормы удобрений на единицу площади выражают в кг д. в. /га.

Пример расчета нормы минеральных удобрений под сахарную свеклу (поле № 3):

Урожайность – 320 ц/га

Вынос питательных веществ на 1 ц основной с учетом побочной продукции, кг составит:

N В1= 0,59; Р2О5 В1 = 0,18; К2О В1 = 0,75

Вынос питательных веществ на планируемую урожайность В= В1\*У:

N В = 0,59 \* 320 =188,8 кг/га

Р2О5 В=0,18 \* 320 = 57,6 кг/га

К2О В = 0,75 \* 320 = 240 кг/га

Содержание подвижных элементов в почве по заданию:

Р2О5 = 9,8 мг/100 г; К2О = 12,4 мг/100 г

Запасы подвижных питательных веществ:

П=П1\*30 кг/га

Р2О5 П= 9,8\*30=294 кг/га

К2О П = 12,4\*30 = 372 кг/га

Коэффициент использования питательных веществ в почве%, по заданию: Р2О5 - Кн = 13; К2О - Кн = 34

Количество питательных веществ поглощаемых растениями из почвы, кг/га Ип=П\*Кн:100 кг/га

Р2О5 -Ип=294\*13/100 = 38,2 кг/га

К2О - Ип = 372\*34 = 126,5 кг/га

Так как под сахарную свеклу мы планируем внесение 20 т/га компоста, делаем соответствующие расчеты по содержанию в нем элементов питания.

Компост состоит из 1 части навоза и 2 частей соломы. Содержание в навозе N – 0,53%; Р2О5 - 0,26%, К2О – 0,65%, тогда содержание элементов питания в 1 т компоста составит

кг



Р2О5



К2О



Умножив полученные цифры на дозу внесения компоста найдем содержание элементов питания в дозе:

N – 5,1\*20 = 102 кг/га

Р2О5 - 2,5\*20 = 50 кг/га

К2О – 7,5\*20 = 150 кг/га

Коэффициенты (Ккп) использования питательных веществ из органических удобрений,%

N – 27; Р2О5 - 43; К2О – 64

Вычисляем количество питательных веществ, взятое растениями из органических удобрений, кг/га Икп=Дкп\* Ккп/100

N - Икп= 102\*27/100=27,5 кг/га

Р2О5 - Икп= 50\*43/100=21,5 кг/га

К2О - Икп= 150\*64/100=96 кг/га

Для определения количества питательных веществ, поглощаемых растениями из почвы для N находим сначала возможное получение урожайности, ц/га для Р2О5, К2О. Для этого количество усвоенного элемента (т.6п.6) разделим на содержание соответствующего элемента в кг на 1 ц продукции (т.6п.1):

Р2О5 – 38,2/0,18 = 212,2 ц/га

К2О – 126,5/0,75 = 168,7 ц/га

Затем количество элемента, находящегося в минимуме умножим на содержание азота в единице продукции, кг/ц (т.6 п.1):

168,7\*0,59 = 99,5 кг/га

Потребность внесения минеральных удобрений (кг/га) определяем по разности выноса питательных веществ на планируемую урожайность и количества питательных веществ, поглощаемых растениями из почвы и из органических удобрений: Дму=В-Ип –Икп

N - Дму= 188,8 - 99,5 – 27,5 = 61,8 кг/га

Р2О5 Дму= 57,6 – 38,2 -21,5 = - 2,1кг/га

К2О Дму= 240 – 126,5 – 96 = 17,5 кг/га

Определяем потребность минеральных удобрений с учетом коэффициентов использования Дд.в.=Дму\*100/ Кму

Коэффициенты усвоения питательных веществ из минеральных удобрений,% Кму

N – 80; Р2О5 – 41; К2О – 89 кг/га

N Дд.в= 61,8\*100/80 = 77,3 кг/га

К2О Дд.в= 17,5\*100/89=19,7 кг/га

Таблица 6. Расчет норм удобрений на планируемую урожайность

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Культура **клевер**,  планируемая урожайность  27 ц/га | | |
| поле №1 | | |
| N | Р2О5 | К2О |
| 1. Вынос питательных веществ на 1 ц основной с учетом побочной продукции, кг | 0,8 | 0,6 | 1,5 |
| 2. Вынос питательных веществ на планируемую урожайность, кг/га | 21,6 | 16,2 | 40,5 |
| 3. Содержание подвижных питательных веществ в почве, мг на 100 г почвы |  | 7,8 | 11,2 |
| 4. Запасы подвижных питательных веществ в почве, кг/га |  | 234 | 336 |
| 5. Коэффициенты использования питательных веществ растениями из почвы, % |  | 14 | 11 |
| 6. Количество питательных веществ, поглощаемых растениями из почвы, кг/га | 19,8 | 32,8 | 37 |
| 7. Будет внесено с  органическими  удобрениями, кг/га |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 8. Коэффициенты  использования  питательных веществ  из органических  удобрений, % |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 9. Количество питательных  веществ, взятое растениями  из органических удобрений,  кг/га |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 10. Требуется внести с минеральными удобрениями, кг/га | 1,8 | -16,6 | 3,5 |
| 11. Коэффициенты усвоения питательных веществ из минеральных удобрений,% | 86 | 36 | 85 |
| 12. Требуется внести минеральных удобрений с учетом коэффициентов использования, кг/га | 2,1 | - | 4,1 |
| 1. Вынос питательных веществ на 1 ц основной с учетом побочной продукции, кг | 3,8 | 1,3 | 2,6 |
| 2. Вынос питательных веществ на планируемую урожайность, кг/га | 182,4 | 62,4 | 124,8 |
| 3. Содержание подвижных питательных веществ в почве, мг на 100 г почвы |  | 8,8 | 12,7 |
| 4. Запасы подвижных питательных веществ в почве, кг/га |  | 264 | 381 |
| 5. Коэффициенты использования питательных веществ растениями из почвы, % |  | 13 | 14 |
| 6. Количество питательных веществ, поглощаемых растениями из почвы, кг/га | 77,9 | 34,3 | 53,3 |
| 7. Будет внесено с пожнивными ост. клевера  органическими  удобрениями, кг/га | 105,3 | 29,2 | 49,4 |
|  |  |  |
| 8. Коэффициенты из пожн. остатков клевера  использования  питательных веществ  из органических  удобрений, % | 26 | 42 | 62 |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 9. Количество питательных из пожн. ост. клевера  веществ, взятое растениями  из органических удобрений,  кг/га | 27,4 | 12,3 | 30,6 |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 10. Требуется внести с минеральными удобрениями, кг/га | 77,1 | 15,8 | 40,9 |
| 11. Коэффициенты усвоения питательных веществ из минеральных удобрений, % | 73 | 42 | 82 |
| 12. Требуется внести минеральных удобрений с учетом коэффициентов использования, кг/га | 105,6 | 37,6 | 49,9 |

Для расчета количества элементов питания, поступивших с пожнивными и корневыми остатками клевера используем табличные данные, согласно которым клевер 1-го года использования при урожайности 20 ц/г с корневыми и пожнивными остатками оставляет на 1 га N – 78,0 кг/га, Р2О5 – 21,6 кг/га, К2О – 36,6 кг/га. Зная плановую урожайность клевера – 27 ц/га, находим поступление элементов питания с соответствующими количеством пожнивных и корневых остатков: N – 27\*78/20 = 105,3 кг; Р2О5 - 27\*21,6/20 = 29,2 кг; К2О – 27\*36,6/20 = 49,4 кг. Полученные результаты вносим в п. 7т. 6 (поле № 2 - озимая пшеница)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Культура **сахарная свекла**,  планируемая урожайность  320 ц/га | | |
| поле №3 | | |
| N | Р2О5 | К2О |
| 1. Вынос питательных веществ на 1 ц основной с учетом побочной продукции, кг | 0,59 | 0,18 | 0,75 |
| 2. Вынос питательных веществ на планируемую урожайность, кг/га | 188,8 | 57,6 | 240 |
| 3. Содержание подвижных питательных веществ в почве, мг на 100 г почвы |  | 9,8 | 12,4 |
| 4. Запасы подвижных питательных веществ в почве, кг/га |  | 294 | 372 |
| 5. Коэффициенты использования питательных веществ растениями из почвы,% |  | 13 | 34 |
| 6. Количество питательных веществ, поглощаемых растениями из почвы, кг/га | 99,5 | 38,2 | 126,5 |
| 7. Будет внесено с  органическими с 20 т/га компоста  удобрениями, кг/га |  |  |  |
| 102 | 50 | 150 |
|  |  |  |
| 8. Коэффициенты  использования  питательных веществ из компоста  из органических  удобрений, % |  |  |  |
| 27 | 43 | 64 |
|  |  |  |
| 9. Количество питательных  веществ, взятое растениями из компоста  из органических удобрений,  кг/га |  |  |  |
| 27,5 | 21,5 | 96 |
|  |  |  |
| 10. Требуется внести с минеральными удобрениями, кг/га | 61,8 | -2,1 | 17,5 |
| 11. Коэффициенты усвоения питательных веществ из минеральных удобрений, % | 80 | 41 | 89 |
| 12. Требуется внести минеральных удобрений с учетом коэффициентов использования, кг/га | 77,3 | - | 19,7 |
| Показатели | Культура **горох**,  планируемая урожайность  31 ц/га | | |
| поле №4 | | |
| N | Р2О5 | К2О |
| 1. Вынос питательных веществ на 1 ц основной с учетом побочной продукции, кг | 2,2 | 1,5 | 2,0 |
| 2. Вынос питательных веществ на планируемую урожайность, кг/га | 68,2 | 46,5 | 62 |
| 3. Содержание подвижных питательных веществ в почве, мг на 100 г почвы |  | 11,0 | 9,0 |
| 4. Запасы подвижных питательных веществ в почве, кг/га |  | 330 | 270 |
| 5. Коэффициенты использования питательных веществ растениями из почвы,% |  | 12 | 15 |
| 6. Количество питательных веществ, поглощаемых растениями из почвы, кг/га | 44,7 | 39,6 | 40,5 |
| 7.Будет внесено с  органическими с 20 т/га компоста  удобрениями, кг/га |  |  |  |
| 102 | 50 | 150 |
|  |  |  |
| 8. Коэффициенты  использования  питательных веществ из компоста  из органических  удобрений, % |  |  |  |
| 22 | 15 | 21 |
|  |  |  |
| 9. Количество питательных  веществ, взятое растениями  из органических удобрений, из компоста  кг/га |  |  |  |
| 22,4 | 7,5 | 31,5 |
|  |  |  |
| 10. Требуется внести с минеральными удобрениями, кг/га | 1,1 | -0,6 | - 10 |
| 11. Коэффициенты усвоения питательных веществ из минеральных удобрений, % | 72 | 44 | 78 |
| 12. Требуется внести минеральных удобрений с учетом коэффициентов использования, кг/га | 1,5 | - | - |
| Показатели | Культура яровая пшеница,  планируемая урожайность  45ц/га | | |
| поле № 5 | | |
| N | Р2О5 | К2О |
| 1. Вынос питательных веществ на 1 ц основной с учетом побочной продукции, кг | 3,8 | 1,2 | 2,6 |
| 2. Вынос питательных веществ на планируемую урожайность, кг/га | 171 | 54 | 117 |
| 3. Содержание подвижных питательных веществ в почве, мг на 100 г почвы |  | 12,5 | 12,9 |
| 4. Запасы подвижных питательных веществ в почве, кг/га |  | 375 | 387 |
| 5. Коэффициенты использования питательных веществ растениями из почвы, % |  | 10 | 13 |
| 6. Количество питательных веществ, поглощаемых растениями из почвы, кг/га | 73,3 | 37,5 | 50,3 |
| 7. Будет внесено с пожн. ост. гороха  органическими из компоста  удобрениями, кг/га | 45,9 | 8,7 | 27,1 |
| 102 | 50 | 150 |
|  |  |  |
| 8. Коэффициенты  использования  питательных веществ из компоста  из органических  удобрений, % пожнивные остатки гороха |  |  |  |
| 7 | 5 | 9 |
| 26 | 42 | 62 |
| 9. Количество питательных пожн. ост. гороха веществ, взятое растениями  из органических удобрений, из компоста  кг/га | 11,9 | 3,7 | 16,8 |
| 7,1 | 2,5 | 13,5 |
|  |  |  |
| 10. Требуется внести с минеральными удобрениями, кг/га | 78,7 | 10,3 | 36,4 |
| 11. Коэффициенты усвоения питательных веществ из минеральных удобрений, % | 68 | 33 | 77 |
| 12. Требуется внести минеральных удобрений с учетом коэффициентов использования, кг/га | 115,7 | 31,2 | 47,3 |

Внесение пожнивных остатков гороха рассчитывается аналогично внесению пожнивных остатков клевера.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Культура кукуруза на силос,  планируемая урожайность  370 ц/га | | |
| поле № 6а | | |
| N | Р2О5 | К2О |
| 1. Вынос питательных веществ на 1 ц основной с учетом побочной продукции, кг | 0,39 | 0,12 | 0,45 |
| 2. Вынос питательных веществ на планируемую урожайность, кг/га | 144,3 | 44,4 | 166,5 |
| 3. Содержание подвижных питательных веществ в почве, мг на 100 г почвы |  | 8,8 | 11,2 |
| 4. Запасы подвижных питательных веществ в почве, кг/га |  | 264 | 336 |
| 5. Коэффициенты использования питательных веществ растениями из почвы, % |  | 12 | 19 |
| 6. Количество питательных веществ, поглощаемых растениями из почвы, кг/га | 55,3 | 31,7 | 63,8 |
| 7. Будет внесено с  органическими  удобрениями, кг/га |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 8. Коэффициенты  использования  питательных веществ  из органических  удобрений, % |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 9. Количество питательных  веществ, взятое растениями  из органических удобрений,  кг/га |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 10. Требуется внести с минеральными удобрениями, кг/га | 89 | 12,7 | 102,7 |
| 11. Коэффициенты усвоения питательных веществ из минеральных удобрений, % | 80 | 35 | 90 |
| 12. Требуется внести минеральных удобрений с учетом коэффициентов использования, кг/га | 111,3 | 36,3 | 114,1 |
| Показатели | Культура горчица,  планируемая урожайность  180 ц/га | | |
| поле № 6б | | |
| N | Р2О5 | К2О |
| 1. Вынос питательных веществ на 1 ц основной с учетом побочной продукции, кг | 0,6 | 0,12 | 0,5 |
| 2. Вынос питательных веществ на планируемую урожайность, кг/га | 108 | 21,6 | 90 |
| 3. Содержание подвижных питательных веществ в почве, мг на 100 г почвы |  | 8,8 | 11,2 |
| 4. Запасы подвижных питательных веществ в почве, кг/га |  | 264 | 336 |
| 5. Коэффициенты использования питательных веществ растениями из почвы,% |  | 17 | 27 |
| 6. Количество питательных веществ, поглощаемых растениями из почвы, кг/га | 108,8 | 44,9 | 90,7 |
| 7. Будет внесено с органическими удобрениями, кг/га |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 8. Коэффициенты использования питательных веществ из органических удобрений, % |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 9. Количество питательных веществ, взятое растениями из органических удобрений,  кг/га |  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 10. Требуется внести с минеральными удобрениями, кг/га | -0,8 | -23,3 | -0,7 |
| 11. Коэффициенты усвоения питательных веществ из минеральных удобрений, % | 54 | 23 | 52 |
| 12. Требуется внести минеральных удобрений с учетом коэффициентов использования, кг/га | - | - | - |
| Показатели | Культура ячмень  планируемая урожайность  46 ц/га | | |
| поле №7 | | |
| N | Р2О5 | К2О |
| 1. Вынос питательных веществ на 1 ц основной с учетом побочной продукции, кг | 2,9 | 1,3 | 2,5 |
| 2. Вынос питательных веществ на планируемую урожайность, кг/га | 133,4 | 59,8 | 115 |
| 3. Содержание подвижных питательных веществ в почве, мг на 100 г почвы |  | 14,0 | 15,6 |
| 4. Запасы подвижных питательных веществ в почве, кг/га |  | 420 | 468 |
| 5. Коэффициенты использования питательных веществ растениями из почвы,% |  | 11 | 12 |
| 6. Количество питательных веществ, поглощаемых растениями из почвы, кг/га | 65,3 | 46,2 | 56,2 |
| 7. Будет внесено с с промежут. культурой  органическими  удобрениями, кг/га | 108 | 21,6 | 90 |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 8. Коэффициенты горчица  использования  питательных веществ  из органических  удобрений, % | 58 | 44 | 67 |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 9. Количество питательных  веществ, взятое растениями  из органических удобрений,  кг/га | 62,6 | 9,5 | 60,3 |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 10. Требуется внести с минеральными удобрениями, кг/га | 5,5 | 4,1 | -1,5 |
| 11. Коэффициенты усвоения питательных веществ из минеральных удобрений ,% | 71 | 35 | 66 |
| 12. Требуется внести минеральных удобрений с учетом коэффициентов использования, кг/га | 7,7 | 11,7 | - |

В поле № 6 сразу после уборки кукурузы на силос планируем выращивание пожнивной сидеральной культуры – горчицы. В условиях невысокой насыщенности 1 га пашни минеральными удобрениями сидеральные культуры выращивают в основном за счет природного плодородия почвы. Для расчета возможной урожайности зеленой массы определяем вынос питательных веществ 1 ц зеленой массы: Р2О5 – 0,12 кг, К2О – 0,5 кг; содержание в пахотном слое подвижных соединений фосфора и калия: Р2О5 – П = 8,8\*30 = 264 кг/га; К2О – П = 11,2\*30 = 336 кг/га.

Будет использовано питательных веществ из почвы Р2О5 – Ип= 264\*17/100 = 44,9 кг/га; К2О - Ип= 336\*27 = 90,7 кг/га.

Возможная урожайность Р2О5 – У = 44,9/0,12 = 374,2 ц/га; К2О – У = 90,7/0,5 = 181,4 ц/га. Возможная урожайность горчицы определяется наименьшей величиной, полученной в результате проведенных расчетов, т.е. 181,4 ц/га(~ 180 ц/га).

Определение возможной урожайности зеленой массы горчицы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Показатели и нормы расчетов | Элементы питания | |
| Р2О5 | К2О |
| 1. Вынос питательных веществ 1 ц зеленой массы (В1), кг по прил.6 | 0,12 | 0,5 |
| 2.Содержание у пахотном слое подвижных соединений фосфора и калия П1 по заданию | 8,8 | 11,2 |
| П=П1\*30 | 264 | 336 |
| 3. Будет использовано питательных веществ из почвы Кп,% по заданию | 17 | 27 |
| Ип=П\*Кп/100 | 44,9 | 90,7 |
| 4.Возможная урожайность У=Ип/В1 | 374,2 | 181,4 |

Так как в агрохимической документации отсутствует показатель содержания доступных форм азота в почве, то расчёт возможного его усвоения из почвы можно производить по Р2О5 или по К2О, в зависимости от того, какой элемент в минимуме (табл. 7)

Для определения количества питательных веществ, поглощаемых растениями из почвы для азота, находим сначала возможное получение урожайности, ц/га для Р2О5, К2О. Для этого количество усвоенного элемента (т. 6 п. 6) разделим на содержание соответствующего элемента в кг на 1 ц продукции (т. 6 п. 1).

Пример расчета для поля №1:

Р2О5 – 32,8/0,6 =54,7 ц/га

К2О – 37/1,5 = 24,7 ц/га

Затем количество элемента, находящегося в минимуме умножим на содержание азота в единице продукции, кг/ц (т.6 п.1):

24,7\*0,8 = 19,8 кг/га

Аналогичные расчеты производим по остальным полям.

Таблица 7. Расчет возможного усвоения растениями азота из почвы

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | № поля и культура | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Поле № 1 | | Поле № 2 | | Поле № 3 | | Поле № 4 | | Поле № 5 | | Поле № 6 а | | | Поле № 6 б | | | Поле № 7 | |
| Р2О5 | К2О | Р2О5 | К2О | Р2О5 | К2О | Р2О5 | К2О | Р2О5 | К2О | Р2О5 | К2О | Р2О5 | | К2О | Р2О5 | | К2О |
| Будет усвоено фосфора или калия из почвы (т.6, п.6) | 32,8 | 37 | 34,3 | 53,3 | 38,2 | 126,5 | 39,6 | 40,5 | 37,5 | 50,3 | 31,7 | 63,8 | 44,9 | | 90,7 | 46,2 | | 56,2 |
| Содержание фосфора (калия) в кг на 1 ц продукции (т.6, п.1) | 0,6 | 1,5 | 1,3 | 2,6 | 0,18 | 0,75 | 1,5 | 2,0 | 1,2 | 2,6 | 0,12 | 0,45 | 0,12 | | 0, 5 | 1,3 | | 2,5 |
| Возможное получение урожайности, ц/га | 54,7 | 24,7 | 26,4 | 20,5 | 212,2 | 168,7 | 26,4 | 20,3 | 31,3 | 19,3 | 264,2 | 141,8 | 374,2 | | 181,4 | 35,5 | | 22,5 |
| Содержание азота в единице продукции, кг/ц | 0,8 | | 3,8 | | 0,59 | | 2,2 | | 3,8 | | 0,39 | | 0,6 | | | 2,9 | | |
| Количество доступного азота в почве, кг/га (т.6, п.6) | 19,8 | | 77,9 | | 99,5 | | 44,7 | | 73,3 | | 55,3 | | 108,8 | | | 65,3 | | |

Таблица 8. Приемы внесения удобрений

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  по ля | Культура | Нормы удобрений | | | | Дозы удобрений | | | | | | | | | |
| Орг., т/га | минеральных, кг/га | | | Основное | | | | Припосевное | | | Подкормка | | |
| N | Р2О5 | К2О | Оргт/га | N | Р2О5 | К2О | N | Р2О5 | К2О | N | Р2О5 | К2О |
| 1 | Клевер |  | 2,1 | - | 4,1 |  |  |  |  |  |  |  | 2,1 |  | 4,1 |
| 2 | Оз.пшеница | 4,9 | 105,6 | 37,6 | 49,9 |  | 20,6 | 27,6 | 39,9 | 10 | 10 | 10 | 75 |  |  |
| 3 | Сах.свекла | 20 | 77,3 | 15 | 19,7 |  | 62,3 |  | 4,7 | 15 | 15 | 15 |  |  |  |
| 4 | Горох |  | 30 | 10 | 10 |  | 20 |  |  | 10 | 10 | 10 |  |  |  |
| 5 | Яр. пшеница | 2,5 | 115,7 | 31,2 | 47,3 |  | 105,7 | 21,2 | 37,3 | 10 | 10 | 10 |  |  |  |
| 6 | Кукуруза з/к |  | 111,3 | 36,3 | 114,1 |  | 106,3 | 31,3 | 109,1 | 5 | 5 | 5 |  |  |  |
| 7 | Ячмень с подсевом клевера | 18 | 10 | 11,7 | 10 |  |  | 1,7 |  | 10 | 10 | 10 |  |  |  |
| Всего: | | 45,4 | 452 | 141,8 | 255,1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| На 1га: | | 6,5 | 64,5 | 20,3 | 36,4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**7. Приёмы внесения удобрений**

Для определения потребности сельскохозяйственных культур в удобрениях необходимо знать:

Основное (допосевное) внесение удобрений предназначено для обеспечения растений элементами питания на протяжении всего вегетационного периода. Целесообразно вносить основное удобрение в два приёма: фосфорные и калийные удобрения заделывают в почву осенью под глубокую вспашку, а азотные перед посевом на меньшую глубину. В основное внесение используется, как правило, вся норма или большая её часть.

Припосевное внесение – при котором удобрения вносятся при посеве или посадке растений. Внесение удобрений при посеве удовлетворяет растения в питательных веществах в начальный период развития растений. Необходимо стремиться к тому, чтобы концентрация питательных веществ в зоне проростков была невысокой, поэтому норма внесения, как правило, не превышает 10-20 кг/га.

Послепосевное внесение (подкормки) применяются в период роста растений. Подкормки широко используют в системе удобрения озимых культур. Как правило, применяют азотные удобрения в фазу кущения, выхода в трубку, колошения и налива зерна.

Необходимость в применении микроудобрений определяется отзывчивостью отдельных культур на них.

Внесение микроудобрений изменяет биохимические процессы в растениях, вызывает усиление роста и приводит к формированию высокого урожая.

Методом элементарного баланса с учетом выноса питательных веществ на единицу основной продукции, внесения органического удобрения и его последействия, учета пожнивных корневых остатков (клевера и гороха) было определено в каждом поле недостающее количество питательных веществ, которое необходимо внести под культуры с минеральными удобрениями. В поле № 1 (клевер) количество вносимых удобрений невелико (N – 2,1 кг/га, К20 – 4,1 кг/га), так как клевер на 2/3 обеспечивает себя азотом атмосферы, с помощью азотфиксации. Недостающее удобрение внесем весной в качестве подкормки.

Озимая пшеница (поле № 2) имеет достаточно продолжительный период потребления питательных веществ, потребность в удобрениях составит N – 105,6 кг/га, Р205 – 37,6 кг/га, К2О – 49,9 кг/га. При этом в качестве припосевного удобрения вносим оптимальную дозу N 10P 10K10, весной в качестве подкормки – N75, т.е. около 2/3 от потребности.

Сахарная свекла (поле № 3) обладает длительным вегетационным периодом и способна накапливать наибольшее количество питательных веществ по сравнению с другими полевыми культурами. Но с учетом того, что в поле № 3 мы планируем внести компост, потребность внесения минеральных удобрений будет снижена N – 77,3 кг/га, К20 – 19,7 кг/га. Оптимальная доза припосевного удобрения N15 Р15К15. Остальное удобрение вносим в качестве основного.

Основной особенностью питания гороха (поле № 4) является фиксация азота воздуха, поэтому количество азота, необходимого для внесения под эту культуру невелико и составляет 1,5 кг/га. Оптимальная доза припосевного удобрения N10Р10К10.

Яровая пшеница (поле № 5) требует высокого плодородия почв и очень отзывчива на удобрения. Потребность в минеральных удобрениях составит N – 115,7 кг/га, Р205 – 31,2 кг/га, К20- 47,3 кг/га. Оптимальная доза припосевного удобрения составит N10Р10К10. Остальное удобрение вносим как основное.

Кукуруза (поле № 6) полнее, чем другие зерновые культуры использует питательные вещества почвы и удобрений. Высокую урожайность зеленой массы кукурузы получают на хорошо окультуренных и удобренных почвах. Под эту культуру планируется внести с минеральными удобрениями N – 111,3 кг/га, Р205 – 36,3 кг/га, К20 – 114,1 кг/га. Оптимальная доза припосевного удобрения N5Р5К5. Остальное удобрение вносим в качестве основного.

Ячмень (поле № 7) нуждается в достаточном количестве удобрений, но так как под эту культуру будет внесено значительное количество питательных веществ с органическими удобрениями (в поле № 6 после предшественника – кукурузы планируется посев пожнивной сидеральной культуры), количество внесенных минеральных удобрений будет не велико N – 7,7 кг/га, Р205 – 11,7 кг/га. Оптимальная доза припосевного удобрения составит N10Р10К10.

По каждому элементу питания по разности между расчетной нормой внесения и дозой припосевного удобрения, а в случае проведения подкормки, и за вычетом ее величины, находим дозу основного удобрения. Так, например, доза основного удобрения для озимой пшеницы (поле № 2) составит N20,6Р27,6К39,9 (N 105,6-10-75=20,6 кг/га; Р205 37,6-10=27,6 кг/га; К20 49,9-10=39,9 кг/га).

При расчете внесения органических удобрений в таблицу № 8 делаем расчет на количество корневых и пожнивных остатков, например, гороха. При вычислении рассуждаем следующим образом: при урожайности гороха 27 ц/га количество пожнивных и корневых остатков в пахотном слое почвы составит 22,1 ц/га, а при урожайности 31 ц/га – х. х = 31\*22,1/27 = 25,4 ц/га (2,5 т/га). Аналогичный расчет делаем на количество пожнивных и корневых остатков клевера. Расчеты заносим в таблицу № 8.

**8. Обоснование системы применения удобрений**

Озимые культуры предъявляют с осени повышенные требования к фосфорно-калийному питанию, которое способствует более мощному развитию корневой системы, накоплению углеводов в растениях и повышению зимостойкости. Холодная погода осенью также резко ослабляет поступление азота в растения. Избыток питания с осени приводит к изреживанию растений, что служит причиной частой гибели озимых в зимне-весенний период, а в дальнейшем к сильному их полеганию, поэтому осенью вносится около 1/3 дозы азота перед посевом из расчета в среднем по 45-90 кг/га. Удобрения вносят под различные приемы обработки почвы (вспашка, перепашка, дискование). Фосфор удобрений и почвы наиболее интенсивно используется растениями первые 30-35 дней их вегетации, поэтому фосфорные удобрения следует вносить до посева и при нем. При возделывании озимых обязательно внесение фосфорных удобрений (Р 10-15) в рядки в форме гранулированного суперфосфата. Калийные удобрения, внесенные полностью до посева, дают наибольший эффект. При современной технологии возделывания озимые хлеба подкармливают азотом 3 раза. Средняя доза азота в форме аммиачной селитры при ранневесенней подкормке составляет 30-45 кг д.в., в фазе выхода в трубку (50% от общей дозы, но не более 80 кг/га д.в.) и в фазы колошения и налива зерна мочевиной - из расчета 30 кг/га д.в. азота. Для повышения урожайности и улучшения качества зерна необходимо применять микроудобрения, на черноземах – цинк и марганец. Одновременно с протравливанием семена перед посевом смачивают микроудобрениями (г на 1 т семян в 7-10 л воды): сульфат цинка – 900-1000, сульфат марганца – 700 – 800. При некорневой подкормке озимых используют (г/га): сульфат марганца – 220. Подкормку совмещают с внесением азотных удобрений.

Яровая пшеница и ячмень относятся к культурам, требующим высокого плодородия почв. Основное удобрение вносят под вспашку зяби или весной под культивацию. Фосфорно-калийные удобрения можно применять осенью, азотные удобрения целесообразнее использовать весной. До посева полное минеральное удобрение вносят по 60-90 кг/га д.в. в зависимости от почвенно-климатических условий и планируемой урожайности. Доза рядкового удобрения не должна превышать 10-20 кг/га д.в. Лучшим удобрением для корневых подкормок азотом всех яровых зерновых является аммиачная селитра, а лучшим способом внесения – локальный.

Основной особенностью питания зернобобовых культур (горох) является фиксация азота воздуха благодаря симбиозу с клубеньковыми бактериями. Горох способен поглощать из почвы и удобрений труднорастворимые формы фосфора, большое влияние на фосфорный обмен оказывает калий, при достаточной обеспеченности почвы этим элементом увеличивается использование даже малых доз фосфора. Повышенное содержание в почве минерального азота значительно снижает азотфиксацию. Зернобобовые культуры равномерно потребляют питательные вещества почвы и удобрений. Азот необходимо вносить в дозах 30-45 кг/га, а фосфорно-калийные удобрения – по 60-90 кг/га д.в. с учетом окультуренности почвы. На плодородных почвах азотные удобрения не применяют. На выщелоченных черноземах наиболее эффективно применение N40Р40К40.Эффективным удобрением под горох является фосфоритная мука, которую вносят под зяблевую вспашку. Пожнивные остатки бобовых богаты азотом и эти культуры являются хорошими предшественниками. Эффективно рядковое удобрение в виде простого гранулированного суперфосфата. Для бобовых нужны молибденовые удобрения, так как молибден усиливает фиксацию азота. Удобрения вносят, если в 1 кг почвы содержится менее 0,3 мг доступного молибдена. Внесение 1 ц/га молибденизированного простого суперфосфата в рядки при посеве решает эту проблему.

На кислых произвесткованных почвах необходимо применять бор, если его содержание в доступной форме ниже 0,3 мг/кг почвы. Бор вносят с борным суперфосфатом или обрабатывают семена этим микроэлементом.

Для усиления азотфиксации семена бобовых обрабатывают ризоторфином (200 г на гектарную норму семян).

Бобовые травы развивают мощную разветвленную корневую систему. Разлагаясь, пожнивные и корневые остатки обогащают почву гумусом, зольными элементами и улучшают ее структуру. Бобовые травы на 2/3 обеспечивают себя азотом атмосферы. Клевер луговой высевают, как правило, под покров зерновых культур. Клевер хорошо отзывается на органические удобрения на всех типах почв. Органические удобрения (10-30 т/га) вносят под покровную или предшествующую культуру. Для наилучшего обеспечения трав питательными веществами органические удобрения сочетают с минеральными. Фосфорно-калийные удобрения вносят под покровную культуру полностью в «запас», или оставляя для подкормок ежегодно по 20-30 кг/га д.в. Подкормки проводят после уборки покровной культуры, рано весной и после укоса на травах первого и второго годов пользования. Семена клевера перед посевом рекомендуют обрабатывать молибденом из расчета 200-300 г/ц семян, растворив его в 3-5 л воды. Молибден оказывая положительное влияние на деятельность клубеньковых бактерий, способствует более эффективному использованию фосфорно-калийных удобрений. На семенных участках следует вносить борные удобрения в дозе 2-3 кг/га. Семена перед посевом заражают определенной расой клубеньковых бактерий.

Сахарная свекла обладает длинным вегетационным периодом и способна накапливать наибольшее количество питательных веществ по сравнению с другими полевыми культурами. Свекла поглощает питательные вещества на протяжении почти всего вегетационного периода, а максимальное их количество – во время листообразования и начале роста корнеплодов. Причем в первом случае культура больше потребляет азота, во втором – фосфора и калия. Недостаток фосфора отражается на развитии растений и в начале вегетации, когда сахарная свекла очень слабо усваивает его из труднорастворимых фосфатов. Поэтому на всех почвенных разностях рекомендуют припосевное удобрение из расчета: Р205 – 15-20 кг/га, N и К20 по 8-10 кг/га на черноземах. При посеве лучше вносить комплексное удобрение (нитрофоску) – 1-1,5 ц/га. Сахарная свекла – калиелюбивое растение, она хорошо переносит хлорсодержащие удобрения и положительно отзывается на натрий, который повышает содержание сахара в корнеплодах, поэтому в качестве азотных удобрений используем натриевую селитру, а в качестве калийных – калийную соль. Сахарная свекла как интенсивная культура очень отзывчива на применение органических удобрений. Органические удобрения применяют из расчета 30-40 т/га и более. В среднем по РФ для получения 280-380 ц/га корнеплодов необходимо внести следующие дозы: N100-170 Р130-180К100-170. Минеральные удобрения применяют осенью под плуг. Сахарная свекла потребляет много кальция, магния, серы, железа, бора, марганца, молибдена, кобальта, йода, цинка, меди. Сахарная свекла очень требовательна к бору, при недостатке которого снижается сахаристость, уменьшается урожай. Поэтому до посева вносят бор (2-3 кг/га), а с семенами – борный суперфосфат (1ц/га).

Кукуруза полнее, чем другие зерновые культуры, использует питательные вещества почвы и удобрений, так как имеет более продолжительный вегетационный период. Питательные элементы кукуруза потребляет до восковой спелости зерна, а наиболее интенсивно (до 90% общей потребности) – с фазы 9-10 листьев до молочной спелости зерна. В начальный период роста (от всходов до 4-5 листьев) кукуруза растет медленно и потребляет очень мало питательных элементов (до 5-7% общей потребности), но нуждается в водорастворимых формах их. Поэтому допосевное и припосевное удобрения для нее обязательны. Дозы припосевного удобрения должны быть минимальны (Р 7-10 или N 3 Р 7), так как в период прорастания семена очень чувствительны к повышенной концентрации почвенного раствора.

Азотные удобрения под кукурузу из-за медленного роста до фазы 4-5 листьев следует вносить дробно: 30-40% дозы до посева, остальное - в подкормку в фазе 5-6 листьев. Средние дозы органических удобрений под кукурузу от 30 до 60 т/га. Для кукурузы лучшей формой азотных удобрений являются аммонийные, которые способствуют гибели проволочника. Внесение гранулированного суперфосфата в рядки при посеве в дозе 10 кг/га д.в. значительно повышает урожай зерна и зеленой массы кукурузы. Рядковое удобрение следует вносить глубже семян и сторону от них на 3-5 см, так как кукуруза в начале развития чувствительна к высокой концентрации почвенного раствора.

Кукурузе необходимы также микроэлементы: бор, медь, марганец, цинк и др.; их вносят путем опудривания семян солями, которые содержат эти микроудобрения, и проводят некорневые подкормки. При опудривании на 1 ц семян кукурузы берут 0,4-0,5 г борной кислоты, 100 г медного купороса, 50 г сульфата марганца и 40 г сульфата цинка с добавлением 200 г талька.

**9. Годовой и календарный планы применения удобрений**

В соответствии с разработанной системой удобрения составляют годовой и календарный планы внесения удобрений.

При переводе количества кг д. в. N, P, K на имеющиеся или поступающие в хозяйство азотные, фосфорные, калийные, комплексные удобрения исходят из% содержания в них элементов питания. Для перевода пользуются формулой:

Н= А: В,

где

Н —доза удобрений;

А— доза д. в., кг/га;

В—% содержания питательных веществ в удобрениях.

Пример расчета: приведем пример расчета удобрений в поле № 5 (яровая пшеница). Расчетная доза основного удобрения яровой пшеницы (кг/га д.в.) составляет N105,7Р21,2К37,3. Осенью под зяблевую вспашку планируется внести аммофос, хлористый калий. Расчеты начинаем с аммофоса. Определяем дозу аммофоса, содержащую 21,2 кг Р2О5. Для этого 21,2 кг разделим на процентное содержание Р2О5 в удобрении. Аммофос содержит 50% Р2О5 и 12% N. Расчетная доза аммофоса – 21,2/50=0,4 ц/га. Для расчета удобрения на всю площадь необходимо полученную дозу умножить на площадь поля: 0,4\*108 = 43,2ц (4,3 т).

Далее рассуждаем следующим образом: в 1 ц аммофоса содержится 12 кг азота, тогда в 0,4 ц количество азота составит 12\*0,4=4,8 кг/га. Данную дозу азота мы вносим осенью, следовательно весной под культивацию мы внесем азота 105,7 – 4,8 = 100,9 кг/га с аммиачной селитрой – 100,9/34,5=2,9 ц/га; 2,9\*108 = 31,3 т.

Рассчитаем дозу хлористого калия, содержащего действующего вещества 60%: 37,3/60=0,6ц/га, на всю площадь – 0,6\*108=64,8 ц (6,5 т).

Дозы остальных удобрений рассчитываются аналогично.

Формы удобрений записываются общепринятыми обозначениями.

Nаа – азотнокислый аммоний (аммиачная селитра)

Nм – мочевина (карбамид)

Nс – натриевая селитра

Рсг – суперфосфат гранулированный

Кх – калий хлористый

Кк – калийная соль

Рам – аммофос

НФК - нитрофоска

Таблица 9. Годовой план применения удобрений на 2008 год

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сроки и способы внесения | № поля | Площадь га | Органических | | | Минеральных | | | | | | | | | | | |
| т/га | Всего, тыс т | Азотных | | | | | Фосфорных | | | | Калийных | | | |
| доза, кг/га д.в. | | назв. Удобр  %д.в | доза физ. Массы ц/га | на всю площадь, т | доза кг/га д.в. | назв. Удобр%д.в | доза физ. асссы, ц/га | на всю пло-щадь,т | доза, кг/га д.в. | назв. Удобр%д.в | доза физ. Массы ц/га | на всю площадь,т |
| Под озимые (основное) | 2 | 109 |  |  | 20,6  6,6  14 | | Рам 12%  Nаа 34,5% | 0,55  0,4 | 6,0  4,4 | 27,6 | Рам  50% | 0,55 | 6,0 | 39,9 | Кх  60% | 0,67 | 7,3 |
| Под зяблевую вспашку | 3 | 113 |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  | 4,7 | Кк 40% | 0,12 | 1,4 |
| 5 | 108 |  |  | 4,8 | | Рам 12% | 0,4 | 4,3 | 21,2 | Рам 50% | 0,4 | 4,3 | 37,3 | Кх60% | 0,6 | 6,5 |
| 6 | 108 |  |  |  | |  |  |  | 31,3 | Рсг 19,5% | 1,6 | 17,3 | 109,1 | Кх 60% | 1,8 | 19,4 |
| 7 |  |  |  |  | |  |  |  | 1,7 | Рсг 19,5% | 0,09 | 1,0 |  |  |  |  |
| Под культивацию | 3 | 113 |  |  | 62,3 | | Nс 16% | 3,9 | 44,0 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 116 |  |  | 20 | | Nаа 34,5% | 0,6 | 7,0 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 | 108 |  |  | 100,9 | | Nаа 34,5% | 2,9 | 31,3 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 | 108 |  |  | 106,3 | | Nаа 34,5% | 3,1 | 33,5 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Весенняя подкормка озимых и многолетних трав | 1 | 114 |  |  | 2,1 | | Nаа 34,5% | 0,06 | 6,8 |  |  |  |  | 4,1 | Кх 60% | 0,07 | 0,8 |
| 2 | 109 |  |  | 35 | | Nаа 34,5% | 1,0 | 10,9 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | 109 |  |  | 40 | | Nаа  34,5% | 1,16 | 12,6 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Летние и осенние подкормки | 2 | 109 |  |  | 30 | | Nм 46% | 0,65 | 7,1 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| В рядки при посеве | 2 | 109 |  |  | 10 | | НФК 12% | 0,83 | 9,0 | 10 | НФК 12% | 0,83 | 9,0 | 10 | НФК 12% | 0,83 | 9,0 |
| 3 | 113 |  |  | 15 | | НФК 12% | 1,25 | 14,1 | 15 | НФК 12% | 1,25 | 14,1 | 15 | НФК 12% | 1,25 | 14,1 |
| 4 | 116 |  |  | 10 | | НФК 12% | 0,83 | 9,6 | 10 | НФК 12% | 0,83 | 9,6 | 10 | НФК 12% | 0,83 | 9,6 |
| 5 | 108 |  |  | 10 | | НФК 12% | 0,83 | 9,0 | 10 | НФК 12% | 0,83 | 9,0 | 10 | НФК 12% | 0,83 | 9,0 |
| 6 | 108 |  |  | 5 | | НФК 12% | 0,42 | 4,5 | 5 | НФК 12% | 0,42 | 4,5 | 5 | НФК 12% | 0,42 | 4,5 |
| 7 | 112 |  |  | 10 | | НФК 12% | 0,83 | 9,3 | 10 | НФК 12% | 0,83 | 9,3 | 10 | НФК 12% | 0,83 | 9,3 |

На основании годового плана применения удобрений составляют календарный план потребности и внесения удобрений. В нем отражаются формы минеральных удобрений, сезонная и общая потребность, сроки и способы внесения удобрений.

Таблица 10. Календарный план внесения удобрений

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Культура | Срок внесения | Способ внесения | Требуется форм удобрений на всю площадь (т) | | | | | | | |
| Nаа | Nс | Рам | Рсг | Кх | НФК | Nм | Кк |
| 2 Озимая пшеница | IIIдек.апреля | Прикорневая подкормка | 10,9 |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 Клевер | I дек.мая | Корневая подкормка | 6,8 |  |  |  | 0,8 |  |  |  |
| 3 Сахарная свекла | IIIдек. апреля | Под культивацию, локально |  | 44,0 |  |  |  |  |  |  |
| 3 Сахарная свекла | I дек.мая | При посеве ленточным способом |  |  |  |  |  | 14,1 |  |  |
| 4 Горох | IIIдек.апреля | Под культивацию, локально | 7,0 |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 Горох | IIIдек.апреля-I дек.мая | При посеве ленточным способом |  |  |  |  |  | 9,6 |  |  |
| 5 Яровая пшеница | IIIдек.апреля | Под культивацию, локально | 31,3 |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 Яровая пшеница | IIIдек.апр.-Iдек.мая | В рядки при посеве |  |  |  |  |  | 9,0 |  |  |
| 6 Кукуруза на силос | IIIдек.апр. | Под культивацию, локально | 33,5 |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 Кукуруза на силос | I дек.мая | В рядки при посеве |  |  |  |  |  | 4,5 |  |  |
| 7 Ячмень с подсевом клевера | IIIдек.апр. | В рядки при посеве |  |  |  |  |  | 9,3 |  |  |
| 2 Озимая пшеница | IIIдек.мая | Прикорневая подкормка | 12,6 |  |  |  |  |  |  |  |
| ***Итого за весенний период*** | | | 102,1 | 44,0 |  |  | 0,8 | 46,5 |  |  |
| 2. Озимая пшеница | Iдек.июля | Внекорневая подкормка |  |  |  |  |  |  | 7,1 |  |
| 2 Озимая пшеница | II-III дек.августа | Под вспашку вразброс | 4,4 |  | 6,0 |  | 7,3 |  |  |  |
| ***Итого за летний период*** | | | 4,4 |  | 6,0 |  | 7,3 |  | 7,1 |  |
| 2 Озимая пшеница | Iдек.сентября | При посеве ленточным |  |  |  |  |  | 9,0 |  |  |
| 3 Сахарная свекла | II-IIIдек.сент. | По зяблевую вспашку вразброс |  |  |  |  |  |  |  | 1,4 |
| 5 Яровая пшеница | II-IIIдек.сент. | По зяблевую вспашку вразброс |  |  | 4,3 |  | 6,5 |  |  |  |
| 6 Кукуруза | II-IIIдек.сент. | По зяблевую вспашку вразброс |  |  |  | 17,3 | 19,4 |  |  |  |
| 7 Ячмень с подсевом клевера | II-IIIдек.сент. | По зяблевую вспашку вразброс |  |  |  | 1,0 |  |  |  |  |
| ***Итого за осенний период*** | | |  |  | 4,3 | 18,3 | 25,9 | 9,0 |  | 1,4 |
| Всего за год: |  |  | 106,5 | 44,0 | 10,3 | 18,3 | 34 | 55,5 | 7,1 | 1,4 |

Для транспортировки и внесения твердых минеральных удобрений применяют различные машины. Для внесения удобрений используют прицепные и навесные тракторные центробежные разбрасыватели, сменные кузова на шасси автомобилей, туковые сеялки. Способ внесения удобрений определяет комплекс машины и технологию работ.

Основное (разбросное) внесение твердых минеральных удобрений осуществляют тракторным разбрасывателем 1РМГ-4, разбрасывающим устройством КСА-3, разбрасывателем минеральных удобрений РУМ-8, РУМ-16, МВУ-12, МВУ-16, СТТ-10, МВУ-5, навесным центробежным разбрасывателем НРУ-0,5, прицепной туковой сеялкой РТТ-4,2 А. Для внутрипочвенного внесения удобрений можно использовать машину АВМ-8.

Предпосевное внесение удобрений осуществляют переоборудованными культиваторами-растениепитателями КОН-2,8, КОН-4,2 и КРН-5,6. Для локально-ленточного внесения основных доз минеральных удобрений используют переоборудованные серийные зерновые сеялки СЗ-3,6. Припосевное удобрение под зерновые в рядки вносят комбинированными сеялками СЗ-3,6, СЗУ-3,6, СЗТ-3,6, СЗЛ-3,6.

На пропашных культурах удобрения вносят гнездовыми сеялками СКНК-8 и СКНК-6, кукурузной пунктирной сеялкой СКПН-8, свекловичной сеялкой СТСП-6, культиваторами-растениепитателями и сеялками СТСН-4А, СТСН-6А, 2СТСН-6А, 3СТСН-6А, ССТ-8, ССТ-12, картофелесажалками СН-4Б-1 и САЯ-4. Подкормки выполняют культиваторами-растениепитателями КРН, КРСШ-2,8А, КВГ-6,3, КОН-2,8 ПМ.

Основные машины по внесению твердых органических удобрений следующие: разбрасыватели органических удобрений РОУ-5 и РОУ-6, агрегатируемые с трактором МТЗ-80, полуприцеп-разбрасыватель органических удобрений ПРТ-10, агрегатируемый с трактором Т-150К, прицеп-разбрасыватель органических удобрений ПРТ-16, валкователь разбрасыватель органических удобрений РУН-15Б, агрегатируемый с тракторами Дт-75, Т-74, Т-150.

**10. Баланс питательных веществ в севообороте**

Баланс питательных веществ является обязательной составной частью системы удобрения. Расчет его проводится для определения возможного обогащения или истощения почвы теми или иными питательными веществами.

Приходными статьями баланса являются: внесение их с органическими и минеральными удобрениями, поступление питательных веществ за счет биологической аккумуляции, вызванной поглощением элементов питания из глубоких горизонтов, поступление азота за счет фиксации азота и с атмосферными осадками.

Расходование питательных веществ из почвы определяется следующими статьями: выносом с урожаем, переходом соединений питательных веществ в труднорастворимое состояние, газообразными потерями азота и вымыванием растворимых соединений азота и калия из корнеобитаемого слоя, потерями в результате эрозии почв.

Таблица 12. Вынос основных элементов питания урожаем

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Культура | Планируемая урожайность, ц/га | Вынос на 1 ц основной продукции с учетом побочной продукции, кг | | | Вынос планируемым урожаем, кг/га | | |
| N | Р2О5 | К2О | N | Р2О5 | К2О |
| 1 | Клевер | 27 | 0,8 | 0,6 | 1,5 | 21,6 | 16,2 | 40,5 |
| 2 | Озимая пшеница | 48 | 3,8 | 1,3 | 2,6 | 182,4 | 62,4 | 124,8 |
| 3 | Сахарная свекла | 320 | 0,59 | 0,18 | 0,75 | 188,8 | 57,6 | 240 |
| 4 | Горох | 31 | 2,2 | 1,5 | 2 | 68,2 | 46,5 | 62 |
| 5 | Яровая пшеница | 45 | 3,8 | 1,2 | 2,6 | 171 | 54 | 117 |
| 6а | Кукуруза на силос | 370 | 0,39 | 0,12 | 0,45 | 144,3 | 44,4 | 166,5 |
| 6б | Горчица | 180 | 0,6 | 0,12 | 0,5 | 180 | 21,6 | 90 |
| 7 | Ячмень с подсевом клевера | 46 | 2,9 | 1,3 | 2,5 | 133,4 | 59,8 | 115 |
| Итого |  |  | 15,1 | 6,3 | 12,9 | 1089,7 | 362,5 | 955,8 |
| В среднем с 1 га | | | 2,2 | 0,9 | 1,8 | 155,7 | 51,8 | 136,5 |

Средний вынос по севообороту не является достаточно высоким с учетом плодородия почвы и планируемой урожайности. Высокие показатели выноса отмечены на поле № 2 озимой пшеницы, поле 3 № сахарной свеклы, из-за их биологических особенностей. Наименьший вынос на поле № 1 клевера и поле № 4 гороха, что связано с их способностью в симбиозе с клубеньковыми бактериями фиксировать молекулярный азот атмосферы. Поглощая из почвы до 30% общего азота и оставляя примерно столько же его в виде корневых и пожнивных остатков, зернобобовые практически не обогащают почвы азотом, но улучшают баланс азота, так как нуждаются в азоте удобрений только на 20-30% потребности.

Таблица 13. Примерный баланс питательных веществ в севообороте

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Статьи баланса | N | Р2О5 | К2О |
| 1. Вынос питательных веществ с урожаем, кг/га | 155,7 | 51,8 | 136,5 |
| 2. Поступление питательных веществ в почву, всего, кг/га | 142,2 | 35,9 | 81,6 |
| в том числе: а)с органическими удобрениями, кг/га | 51,6 | 15,6 | 45,2 |
| б) с минеральными удобрениями, кг/га | 64,5 | 20,3 | 36,4 |
| в) азотфиксация, кг/га | 26,1 |  |  |
| 3. Баланс питательных веществ, кг/га, +/- | -13,5 | -15,9 | -54,9 |
| 4.% к выносу | -8,7 | - 30,7 | - 40,2 |

Для определения поступления питательных веществ в почву вычисляем:

а) поступление с органическими удобрениями переносим из гр.7 таблицы 6 суммируем показатели по каждому элементу питания и делим на число полей севооборота:

N – 105,3+102+45,9+108=361,2/7=51,6 кг/га

Р2О5 – 29,2+50+8,7+21,6=109,5/7=15,6 кг/га

К2О – 49,4+150+27,1+90=316,5/7=45,2 кг/га

б) поступление с минеральными удобрениями переносим из таблицы 8:

N – 64,5 кг/га; Р205 – 20,3 кг/га; К20 – 36,4 кг/га.

в) при определении азотфиксации в севообороте с зернобобовыми культурами (горохом) и многолетними бобовыми травами (клевер) расчет ведут исходя из того, что азотфиксация составляет 2/3 от выноса азота 1ц урожая этих культур. Таким образом азотфиксация составит 19,5+6,6+26,1 кг/га:

для гороха 4,4\*31/7 = 19,5 кг/га

для клевера 1,7\*27/7=6,6 кг/га

Затем складываем поступление по каждому элементу:

N – 51,6+64,5+11,7=127,8 кг/га

Р205 – 15,6+20,3=35,9 кг/га

К20 45,2+36,4=81,6 кг/га

Вынос питательных веществ с урожаем переносим из таблицы 12:

N – 155,7 кг/га; Р205 – 51,8 кг/га, К20 – 136,5 кг/га.

Баланс питательных веществ определяется по разности между поступлением питательных веществ в почву и их выносу с урожаем:

N 127,8 – 155,7 = - 27,9кг/га

Р205 35,9 – 51,8 = - 15,9 кг/га

К20 81,6 – 136,5 = - 54,9 кг/га.

Рассчитаем% к выносу:

N -27,5\*100/155,7= -17,7%

Р205 -15,9\*100/51,8= - 30,7%

К20 -54,9\*100/136,5= -40,2%

Так как обеспеченность почвы севооборота оценивается как средне-повышенная (III-IV класс) примерные требования к балансу по N составляют: 0 +10, по фосфору +25 +50, по калию 0 -10. Сравнение этих показателей с расчетными величинами показывает, что требования к балансу не выполняются. Анализ полученных показателей баланса элементов питания в севообороте свидетельствует о том, что для обеспечения исходного содержания элементов питания в почве и для дальнейшего ее окультуривания необходимо усилить приходные статьи баланса по всем трем элементам, для чего следует более широко использовать внесение органических удобрений, таких как сидератов, компостов, соломы. Для пополнения приходных статей по фосфору следует вносить более концентрированные удобрения.

**11. Расчет потребности в удобрениях для обеспечения заданного уровня фосфора (или калия) на поле № 1**

Научно-исследовательскими учреждениями разработаны нормативы уровня содержания Р2О5 и К2О, обеспечивающие получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур, а также необходимые затраты удобрений для достижения заданной обеспеченности почвы питательными веществами.

Необходимо провести расчет по одному полю севооборота с невысоким содержанием подвижного фосфора или обменного калия в почве по следующей форме.

Заданное содержание Р2О5 в почве 20 мг/100 г почвы

1. Фактическое содержание Р2О5 в почве 7,8 мг/100 г почвы (поле № 1)

2. Вносится Р2О5 сверх выноса при положительном балансе в составе удобрений за ротацию севооборота …-… кг/га, что соответствует …-..мг/100 г почвы.

3. Недостает для заданного уровня 12,2 мг/100 г почвы

4. Норма затрат питательных веществ на увеличение содержания Р2О5 на 1 мг/100г почвы – 100 кг/га.

5. Требуется внести для достижения заданного содержания 1220 кг/га

6. Можно использовать двойной суперфосфат в количестве 27,1 ц/га

(сроки внесения) осенью.

Расчеты:

Вычисление количества фосфора, необходимого до рекомендуемого уровня: 20 – 7,8 = 12,2 мг/100 г

Требуется внести питательных веществ: 12,2\*100=1220 кг/га.

Состав д.в. в двойном суперфосфате 45%.

Доза внесения: 1220/45=2,71т/га=27,1 ц/га

# 12. Экономическая эффективность удобрений

Экономическая эффективность удобрений определяется прибавкой урожая, которая была получена от внесения удобрений, стоимостью удобрений, затратами на их применение.

Исчисление чистого дохода на 1 га, полученного от применения удобрений, производится по разности между стоимостью прибавок урожая, полученной от применения удобрений (1) и затратами на удобрение, уборку и доработку дополнительной продукции (2).

Зная закупочную цену сельскохозяйственной продукции, можно определить стоимость прибавки. Прибавку рассчитывают как разность между плановой урожайностью и урожайностью, которую возможно получить без применения удобрений.

К затратам относят расходы хозяйства по перевозке и загрузке туков, их хранению, внесению в почву. Затраты на внесение удобрений в среднем составляют 30% от их стоимости.

Вначале необходимо провести расчет затрат на приобретение, транспортировку и внесение минеральных и органических удобрений.

Таблица 14. Расчет затрат на применение удобрений под культуру озимая пшеница

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N поля, культура | Название удобрений,  % д.в. | Норма в физической массе,  ц/га | Стоимость 1 ц, руб. | Стоимость удобрений, руб/га | Затраты на внесение, руб/га | Всего затрат,  руб/га |
| Поле № 2  Озимая пшеница | Аммофос  Аммиачная селитра  Мочевина  Хлористый калий  Нитрофоска | 0,55  2,56  0,65  0,67  0,83 | 1400  920  1030  200  800 | 770  2355  670  134  664 | 231  707  200  40  199 | 1001  3062  870  174  863 |
| Итого |  |  |  |  |  | 5970 |

Расчеты: Для расчета стоимости удобрений, руб/га используем значения полученные в таблице 9 (годовой план применения удобрений). При выращивании озимой пшеницы в поле №2 в составе основного удобрения на 1 га площади поля планируется внести 0,55 ц/га аммофоса, 0,67 ц/га хлористого калия, 0,83 ц/га нитрофоски, 0,4 ц/га аммиачной селитры в качестве основного удобрения, 1,0 ц/га и 1,16 ц/га аммиачной селитры в качестве прикорневых подкормок (0,4+1,0+1,16 = 2,56 ц/га) и 0,65 ц/га мочевины для внекорневых подкормок.

Расчет стоимости удобрений:

На приобретение аммофоса 0,55\*1400 = 770 руб/га

На приобретение аммиачной селитры 2,56\*920 = 2355 руб/га

На приобретение мочевины 0,65\*1030 = 670 руб/га

На приобретение хлористого калия 0,67\*200 = 134 руб/га

На приобретение нитрофоски 0,83\*800 = 664 руб/га

Так затраты на внесение удобрений принимают из расчета 30% от их стоимости, то затраты на внесение аммофоса составят 770\*0,3 = 231 руб/га, на внесение аммиачной селитры 2355\*0,3 = 707 руб/га, на внесение мочевины 670\*0,3 = 200 руб/га, хлористого калия 134\*0,3 = 40 руб/га, нитрофоски 664\*0,3= 199 руб/га. Суммируя стоимость удобрения и затрат на его внесение находим общее количество затрат по каждому виду применяемого удобрения. Например, затраты на покупку и внесение аммофоса составят 770+231 = 1001 руб. Общая сумма затрат, связанных с применением удобрений составит 5970 руб/га (1001+3062+870+174+863).

Таблица 15. Экономическая эффективность системы применения удобрений под озимую пшеницу

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № поля,  культуры | Планируемая  урожайность,  ц/га | Урожайность без применения удобрений,  ц/га | Прибавка в урожайности,  ц/га | Стоимость прибавки руб/га | Сумма затрат на применение удобрений,  руб/га | Условно чистый доход руб/га |
| Поле № 2  Озимая пшеница | 48 | 20,5 | 27,5 | 16500 | 5970 | 10530 |

Расчеты: Планируемая урожайности озимой пшеницы берется из задания. Прибавка урожайности рассчитывается как разность между плановой урожайностью и урожайностью без применения удобрений 48-20,5 = 27,5 ц/га. Зная закупочную стоимость 1 ц зерна озимой пшеницы(6000 руб/т) и прибавку урожая при внесении удобрений определяем стоимость прибавки 27,5 ц/га\*600 руб/ц = 16500 руб/га. Условно чистый доход рассчитывается как разность между стоимостью прибавки и суммой затрат на применение удобрений и составит 16500 – 5970 = 10530 руб/га.

Получен достаточно высокий условный чистый доход, так как при расчете не были учтены затраты на внесение органических удобрений.

**13. Экологическое обоснование системы применения удобрений**

Известкование почвы благоприятно изменяет ее кислотно-щелочные свойства, активизирует почвообразовательные процессы, жизнь почвенной биоты и растений. Уровень реакции (pHKCL 5,5-6,0) улучшает экологическое состояние почвы за счет изменения ее микробного ценоза, резкого снижения подвижности и, как следствие, токсичности алюминия, марганца и железа. Если в кислых почвах преобладает грибная микрофлора, то в произвесткованных увеличивается число бактерий и актиномицетов, увеличивается минерализация органического вещества почвы и возрастает интенсивность кругооборота азота. Однако вымывание нитратов за пределы пахотного слоя может происходить только при избыточном обеспечении растений азотом. При умеренной и низкой обеспеченности увеличения нитратов в почве не наблюдается из-за лучшего использования азота растениями. Экологическая роль известкования заключается в уменьшении подвижности токсичных соединений железа, марганца, алюминия, солей тяжелых металлов (Cd, Pb, Ni), а также радионуклеидов (90Sr, 137Cs), что особенно важно для почв, подвергшихся загрязнению тяжелыми металлами и радионуклеидами.

Органические удобрения способствуют уменьшению дегумификации почвы, а в сочетании с посевом многолетних трав – созданию бездефицитного баланса гумуса в почве. Количество гумуса в почве является интегральным показателем ее плодородия и устойчивого функционирования агроэкосистемы. Рациональное применение хорошо подготовленных твердых органических удобрений (подстилочный навоз, торфо-навозные компосты, а также зеленое удобрение) не приводит к значительному загрязнению почвы, воды и воздуха.

Азотным удобрениям принадлежит ведущая роль в повышении урожайности. Оставляя в почве большое количество корневых остатков, они способствуют обогащению почвы органическим веществом, разрыхлению и улучшению ее водно-физических свойств. Последействие азотных удобрений незначительно (2-3%). Не усвоенный растениями азот в год внесения удобрения частично иммобилизуется почвенными микроорганизмами, входит в состав гумусовых веществ. Значительная его часть (20%) теряется из почвы в виде газообразных потерь (NO, N2O, N) в результате процесса денитрификации.

Потери азота при внесении умеренных доз удобрений на суглинистых почвах невелики и составляют около 3-4 кг/га. Применение азотных удобрений в больших дозах, превышающих биологические потребности культур, приводит к увеличению потерь, связанных с вымыванием. Вымывание достигает максимума на почвах легкого гранулометрического состава, при паровании полей, возделывании пропашных культур и минимально на полях, занятых многолетними травами.

Фосфор минеральных удобрений, заделанный в почву, практически не передвигается в ней и прочно закрепляется почвенными коллоидами за счет химического или обменного поглощения. При заделке фосфора в суглинистую почву максимальное его передвижение в глубь почвенного профиля не превышает 3-5 см. Даже при поверхностном внесении удобрения вымывание фосфора незначительно и не превышает 1% внесенной дозы. На зафосфаченных почвах наблюдается снижение доступности микроэлементов растениям и загрязнение их фтором, стронцием и естественными радионуклеидами: ураном, торием, радием.

Калий удобрений сильно поглощается коллоидами суглинистых почв и не оказывает вредного влияния на окружающую среду; он вымывается только из грубопесчаных и торфяных почв. Однако большая часть калийных удобрений, применяемых в РФ, является хлоросодержащими, а присутствие большого количества хлора в почве нежелательно из-за возможного образования хлорорганических соединений. При осеннем внесении калийных удобрений хлор вымывается из почвы.

Удобрениям принадлежит не только главная роль в увеличении урожайности и повышении плодородия почв, но и важная экологическая функция, связанная с устойчивостью высокопродуктивных агроэкосистем. Правильное научно обоснованное применение удобрений улучшает качество растениеводческой продукции и не сопровождается сколько-нибудь значительным загрязнением окружающей среды остатками агрохимикатов.

**Заключение**

Обеспеченность почв севооборота по подвижным соединениям фосфора и калия можно оценить как средне-повышенную (III-IV класс), причем обеспеченность калием значительно выше, чем фосфором. Для почвы данного севооборота рекомендуется систематическое применение органических и минеральных удобрений. При выращивании культур, требующих рН выше 6 (например, сахарная свекла, зерновые культуры, многолетние травы), необходимо производить известкование.

С учетом агрохимических показателей были установлены нормы применяемых удобрений, они были распределены по срокам и способам внесения, для того, чтобы растения максимально использовали питание, необходимое для получения плановой урожайности.

Нормы внесения удобрений зависят и от окультуренности почв, и от биологических особенностей выращиваемых культур. Так, в данном севообороте наибольшая потребность в минеральных удобрениях будет у озимой и яровой пшеницы, кукурузы, которые требуют высокого плодородия почв, нуждаются в достаточном количестве удобрений, высокие урожаи дают на почвах с нейтральной или близкой к ней реакцией среды. Наименьшие потребности в удобрении у клевера и гороха, что связано с их способностью к азотфиксации. С учетом того, что в хозяйстве небольшое поголовье скота, количество органических удобрений не достаточно для насыщенности пашни навозом. Для решения данной проблемы хозяйству рекомендуется готовить компосты, запахивать солому с одновременным внесением азотных удобрений, вносить такие органические удобрения как сидераты. Эти меры также необходимы и для усиления приходных статей баланса.

Известкование почвы благоприятно изменяет ее кислотно-щелочные свойства, активизирует почвообразовательные процессы, при этом возрастает минерализация органического вещества почвы, уменьшается подвижность токсичных соединений металлов. Органические удобрения способствуют, а в сочетании с посевом многолетних трав – созданию бездефицитного баланса гумуса в почве. Рациональное применение хорошо подготовленных твердых органических удобрений не приводит к загрязнению почвы, воды и воздуха.

Большую роль в применении удобрений играет качество предшественников. В данном севообороте предлагается в качестве предшественников озимой пшеницы использовать многолетние травы (клевер). Значение многолетних трав как предшественников определяется прежде всего их азотфиксирующей способностью. Корни и продукты их разложения положительно влияют на структуру почвы и ее гумусовый баланс, на азотный фонд почвы. Они оказывают положительное влияние на первую, вторую и третью культуры, что определяет их универсальность как предшественников и разнообразность использования.

Зернобобовые (горох) также представляют большую ценность как предшественники своей способностью к азотфиксации. Эти культуры - хорошие предшественники для яровой пшеницы. Под покровом зернобобовых культур почва сохраняет свое строение, меньше уплотняется и лучше сберегает влагу в верхних слоях. При помощи ризосферных микроорганизмов и корневых выделений зернобобовые культуры переводят труднорастворимые фосфаты почвы в доступные для растений формы.

Озимые размещают в севооборотах по наилучшим предшественникам, например, после клевера. Ценность зерновых культур как предшественников во многом определяется их уровнем агротехники. Для многих сельскохозяйственных культур хорошим предшественником является озимая пшеница, возделываемая после многолетних трав, в этих случаях следующие за ними культуры испытывают положительное последствие предшественников.

Согласно приведенным расчетам применение удобрений экономически эффективно, что также характеризует правильность выбора удобрений для данных культур.

**Используемая литература**

1. Агрохимия Под ред.Ягодина Б.А. М.: Мир 2004

2. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш. Почвоведение М.: МарТ 2006

3. Державин Л.М. Применение минеральных удобрений в интенсивном земледелии М.: Колос 1992

4. Ефимов В.Н., Донских И.Н., Царенко В.П. Система удобрения М.: КолосС 2002

5. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия М.: Колос 1996