МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение Высшего образования

«Казанский государственный аграрный университет»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине «Воспроизводство плодородия почв агроландшафтов» на тему:

**«Разработка комплекса мероприятий для воспроизводства плодородия почв и получения запланированной урожайности сельскохозяйственных культур в ООО «Азат» Аксубаевского района РТ**

Исполнитель: магистрант сельского хозяйства

по направлению «агрохимия и агропочвоведение»

\_\_\_\_\_\_\_\_**Ахунова Диля Робертовна**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Проверил: д.с-х.н, проф. Гилязов М.Ю.

Казань – 2024

**План курсового проекта**

 **Стр.**

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Введение…………………………………………………………………… | 2 |
| 2. Методика почвенно-агрохимического обследования сельскохозяйственных земель и лабораторных исследований………… | 4 |
| 3. Агрохимическая характеристика почв севооборота…………………… | 7 |
| 4. Разработка мероприятий по сохранению и повышению плодородия почв……………………………………………………………………… | 10 |
| 4.1. Борьба с водной и ветровой эрозии почв…………………………….. | 10 |
| 4.1.1.Диагностические показатели эродированных почв………………… | 10 |
| 4.1.2. Основные причины водной и ветровой эрозии…………………….. | 12 |
| 4.1.3. Разработка противоэрозионных мероприятий…………………….. | 14 |
| 4.2.Оптимизация гумусного состояния почв…………………………… | 15 |
| 4.2.1. Роль гумуса в воспроизводстве плодородия почв и питании сельскохозяйственных культур…………………………………………… | 15 |
| 4.2.2. Основные причины дегумификации почв агроландшафтов………. | 17 |
| 4.2.3. Расчет баланса гумуса и потребности в органических удобрениях для бездефицитного баланса гумуса………………………………………. | 18 |
| 4.3. Оптимизация кислотно-основных свойств почв…………………… | 24 |
| 4.3.1. Реакция почвенной среды и плодородие почв……………………… | 24 |
| 4.3.2. Причины и следствия антропогенного подкисления почв………… | 25 |
| 4.3.3. Оптимизация реакции почвенной среды…………………………… | 26 |
| 4.4. Оптимизация баланса питательных веществ………………………… | 29 |
| 4.4.1. Роль удобрений в воспроизводстве почвенного плодородия и повышении урожайности сельскохозяйственных культур………………. | 29 |
| 4.4.2. Определение потребности в минеральных удобрениях для получения запланированной урожайности……………………………… | 30 |
| 4.4.3. Оптимизация содержания подвижных форм фосфора почв………. | 39 |
| 4.4.4. Выбор оптимальных доз и форм удобрений……………………….. | 41 |
| 4.4.5. Баланс питательных веществ в севообороте……………………… | 46 |
| 4.4.6. Возможное негативное воздействие на окружающую среду……… | 49 |
| 5. Заключение……………………………………………………………… | 51 |
| 6. Список использованной литературы…………………………………… | 53 |

**Введение**

Воспроизводство плодородия почвы — процесс очень сложный. Он включает постоянный синтез и увеличение содержания орга­нического вещества, особенно гумуса; образование соединений элементов зольной и азотной пищи растений в доступной для них форме; воссоздание и поддержание хорошей структуры и благо­приятного строения почвы; обеспечение слабокислой или близкой к нейтральной реакции почвенного раствора, а также высокой емкости поглощения и степени насыщенности основаниями с хо­рошим составом поглощенных катионов; отсутствие возбудителей зачатков болезней, вредителей и сорняков на полях и в почве. Успешного осуществления расширенного воспроизводства пло­дородия почвы можно достичь при полном освоении научно обос­нованных зональных систем земледелия.

Определенная часть почв как в России, так и во всем мире с каждым годом выходит из сельскохозяйственного обращения в силу разных причин. Тысячи и более гектаров земли страдают от эрозии, кислотных дождей, неправильной обработки и токсичных отходов. Чтобы избежать этого, нужно ознакомиться с наиболее продуктивными и недорогими мелиоративными мероприятиями, повышающими плодородие почвенного покрова, а прежде всего с самим негативным воздействием на почву, и как его избежать.

Эти исследования дают представление о вредном воздействии на почву и проводились по ряду книг, статей и научных журналов, посвященных проблемам почвы и защите окружающей среды.
Сама проблема загрязнения и деградации почв была актуальна всегда. Сейчас к сказанному можно еще добавить, что в наше время антропогенное влияние сильно сказывается на природе и только растет, а почва является для нас одним из главных источником пищи и одежды, не говоря уже о том что мы по ней ходим и всегда будем находиться в тесном контакте с ней.

Всесторонняя оценка современной сельскохозяйственной деятельности человека свидетельствует о том, что она превратилась в мощный экологический фактор, влияющий на характер почвообразовательного процесса и подчас необратимо меняющий не только свойства самой почвы, но и сопряженных с ней экосистем в целом. По самым скромным оценкам значительное ускорение технического прогресса обусловило деградацию более чем 40% мировых запасов сельскохозяйственно пригодных земель. По масштабам последствий данное явление сопоставимо только с глобальными изменениями климата. Интенсивная вспашка, регулярное отторжение урожая и массовое применение средств химизации обусловили серьезные нарушения функций почвы по поддержанию баланса таких важных атмосферных газов как СО2, оксиды азота и метан.

В связи с этим одним из основных вопросов современной почвенной экологии становится возможность оценки и прогнозирования изменений, происходящих в целинной почве после ее вовлечения в сельскохозяйственное и промышленное освоение. Для этого необходимо разработать систему критериев, позволяющую судить о степени деградации почвы как природной экосистемы под влиянием антропогенного воздействия. Такие традиционно используемые в настоящее время показатели, как содержание подвижных и валовых форм питательных элементов, уровень кислотности, общая порозность и т.д., а также средние показатели биологической продуктивности свидетельствуют скорее об уровне эффективного плодородия почвы, а не об экологической стратегии ее трансформации.

**2. Методика почвенно-агрохимического обследования сельскохозяйственных земель и лабораторных исследований**

Ценность земли как основного средства сельскохозяйственного производства определяется ее плодородием - способностью удовлетворять потребность растений в питательных веществах, воздухе, воде, тепле, биологической и физико-химической среде и обеспечивать урожай сельскохозяйственных культурных растений при хорошем качестве продукции.

Мировой и отечественный опыт свидетельствует, что высокая и устойчивая продуктивность земледелия возможна лишь при комплексном учете всех агрохимических и экологических факторов.

Федеральным законом РФ "О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения" проведение почвенных, агрохимических, фитосанитарных и эколого-токсикологических обследований и мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения определено одним из основных направлений агрохимического обслуживания. Этим законом в области обеспечения плодородия почв определены в качестве важнейших научные исследования по разработке показателей состояния плодородия земель сельскохозяйственного назначения с учетом природно-сельскохозяйственного районирования земель, а также методик оценки состояния земель сельскохозяйственного назначения и учета показателей состояния их плодородия [25].

Агрохимическое обследование проводят на всех типах сельскохозяйственных угодий - пашня (в том числе орошаемая и осушенная), кормовые угодья (сенокосы и пастбища), многолетние насаждения, плантации и залежь.

При агрохимическом обследовании почв определяют показатели их химических и физико-химических свойств. Агрохимическое обследование проводят на всех типах сельскохозяйственных угодий – пашня, кормовые угодья (сенокосы и пастбища), многолетние насаждения, плантации и залежь. Данное обследование почв проводят специалисты отделов почвенно-агрохимических изысканий государственных центров (станций) агрохимслужбы (ГЦАС, ГСАС).

Периодичность агрохимического обследования почв дифференцируют в различных природно-сельскохозяйственных зонах Российской Федерации в зависимости от мелиоративного состояния сельскохозяйственных угодий, специализации сельскохозяйственного производства и уровня применения удобрений:

- для хозяйств, применяющих ежегодно более 60 кг/га д.в. по каждому виду минеральных удобрений (азотные, фосфорные, калийные), - 5 лет, менее 60 кг - соответственно через 6-7 лет;

- для орошаемых и осушенных сельскохозяйственных угодий, а также для госсорт-участков, опытных и экспериментальных хозяйств НИИ и сельскохозяйственных учебных заведений (независимо от объемов применяемых удобрений) - 3 года;

В календарном плане работы по агрохимическому обследованию почв (приложение 12) определяют ежегодные объемы площадей почв, подлежащих обследованию по видам сельскохозяйственных угодий, число агрохимических анализов по видам с указанием методов их выполнения в соответствии с требованиями действующих ГОСТов и ОСТов 10 294-2002 - 10 297-2002. Устанавливают очередность проведения работ по административным районам и хозяйствам. При этом агрохимическое обследование почв административного района желательно проводить за один полевой сезон.

Картографической основой для проведения агрохимического обследования почв является план внутрихозяйственного землеустройства с нанесенными контурами земельных участков с указанием их кадастровых номеров, типов, подтипов и гранулометрического состава почв [7].

При выезде на полевые работы специалистам, проводящим агрохимическое обследование, выдают сопроводительные письма, подписанные начальником районного управления сельского хозяйства, необходимое снаряжение, наряд-отчет на проведение работ.

По приезде в хозяйство почвовед-агрохимик собирает сведения о применении удобрений, проведении химической и водной мелиорации, урожайности сельскохозяйственных культур, в том числе многолетних насаждений по видам культур, а также сенокосов и пастбищ за последние годы между последним и намечаемым циклами обследования и заносит их в журнал агрохимического обследования почв хозяйства

Пространственную частоту отбора объединенных проб устанавливают в зависимости от пестроты почвенного покрова и количества вносимых удобрений.

На средне- и сильноэродированных почвах одна объединенная проба отбирается с площади:

- на дерново-подзолистых и серых лесных почвах - не более 1-2 га;

- на черноземах и каштановых - 3 га.

На пахотных почвах точечные пробы почвы отбирают на глубину пахотного слоя и из подпахотного слоя (две прикопки на элементарный участок).

На обследуемых земельных участках (полях севооборота) пашни, где доза внесения удобрений по каждому виду составляла не более 60 кг/га д.в., почвенные пробы можно отбирать не ранее, чем через один месяц после внесения удобрений, а более 60 кг/га - спустя 2-2,5 месяца после внесения удобрений.

Основным документом полевого обследования является Журнал агрохимического обследования почв сельскохозяйственных угодий [13,18].

**3. Агрохимическая характеристика почв севооборотов**

Главными агрохимическими свойствами почв являются: содержание гумуса, легкоразлагаемого органического вещества, емкость катионного обмена, состав поглощенных катионов, реакция среды, содержание усвояемых форм элементов питания (азота, фосфора, калия и микроэлементов).

 Гумус, играет ведущую роль во многих почвенных процессах. От его количества и качественного состава зависят физико-химические свойства, буферность, поглотительная способность, обеспеченность растений азотом, в большей степени фосфором, физические свойства почвы и т. д. Реакция почвенного покрова - весьма существенный фактор плодородия. Повышенная кислотность почвы оказывает сильное влияние на рост и урожай растений. Питательные элементы, содержащиеся в почве, являются основным источником питания растений. Рациональное использование и регулярное пополнение запасов питательных элементов в почве являются важными условиями поднятия ее плодородия и увеличения урожайности сельскохозяйственных культур [29].

Потенциальное (или пассивное) плодородие представляет собой почвенное свойство, характеризуемое общими запасами питательных веществ, необходимых для растений. Эффективное (действительное) плодородие представляет собой почвенное свойство, характеризуемое обменными запасами питательных веществ, необходимых для растений.

Распределение площади севооборота по содержанию гумуса, подвижных форм фосфора и калия, обменной кислотности представлено в таблице 1.

Таблица 1

Распределение площади севооборота по содержанию гумуса, подвижных форм фосфора, калия и обменной кислотности

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Агрохимический показатель и метод определения | Группа обеспеченности | Значение показателя | Площадь |
| га | % |
| Содержание гумуса, % | низкое | <8,0 | 1054 | 100 |
| среднее | 8,1-10,0 |  |  |
| повышенное | >10,0 |  |  |
| Средневзвешенное содержание, % | 6,3 |
| Содержание подвижного фосфора, мг/кг | очень низкое | <20 |  |  |
| низкое | 21-50 |  |  |
| среднее | 51-100 |  |  |
| повышенное  | 101-150 | 789 | 74,8 |
| высокое | 151-200 | 265 | 25,1 |
| очень высокое  | >200 |  |  |
| Средневзвешенное содержание,мг/кг | 140,5 |
| Содержание обменного калия, мг/кг | очень низкое | <20 |  |  |
| низкое | 21-40 |  |  |
| среднее | 41-80 |  |  |
| повышенное  | 81-120 |  |  |
| высокое | 121-180 | 1054 | 100 |
| очень высокое  | >180 |  |  |
| Средневзвешенное содержание, мг/кг  | 150,4 |
| Кислотность почвы, рН сол | очень сильнокислая | <4,0 |  |  |
| сильнокислая | 4,1-4,5 |  |  |
| среднекислая | 4,6-5,0 | 273 | 25,9 |
| слабокислая | 5,1-5,5 | 650 | 61,6 |
| бл. к нейтральной | 5,6-6,0 |  |  |
| нейтральная | >6,0 | 131 | 12,4 |
| Средневзвешенное содержание  | 5,3 |

 Средневзвешенные показатели почв по севообороту были рассчитаны по формуле:

$$С ср.вз=\frac{\sum\_{}^{}S1∗C1+S2∗C2+…+Sn∗Cn}{\sum\_{}^{}S1+S2+…+Sn}$$

где S1, S2, Sn – площади полей севооборота;

С1, С2, Сn – показатели почв полей севооборота.

Средневзвешенный показатель гумуса:

С ср.вз= (135\*6,6)+(127\*5,7)+(131\*8,1)+(128\*6,7)+(125\*6,4)+(134\*5,7)+(136\*6,4)+(138\*5,3)

 1054

= 6,3

Средневзвешенный показатель подвижных форм фосфора:

С ср.вз= (135\*138)+(127\*142)+(131\*152)+(128\*144)+(125\*133)+(134\*152)+(136\*136)+(138\*128) 1054

=140,5 мг/кг

Средневзвешенный показатель подвижных форм калия:

С ср.вз= (135\*135)+(127\*152)+(131\*168)+(128\*158)+(125\*148)+(134\*165)+(136\*143)+(138\*136) 1054

=150,4 мг/кг

Средневзвешенный показатель рН сол :

С ср.вз= (135\*5,0)+(127\*5,2)+(131\*6,7)+(128\*5,3)+(125\*5,1)+(134\*5,2)+(136\*5,1)+(138\*4,9)

1054

=5,3

В хозяйстве ООО «Курмашово» Актанышского района Республики Татарстан преобладает чернозем оподзоленного подтипа. По содержанию гумуса преобладающей группой по обеспеченности приходится на низкую группу, что составляет 100% от всей площади хозяйства. По содержанию подвижного фосфора преобладает группа обеспеченности «повышенная», что составляет 74,8%, а 25,1% от всей площади составляет группа обеспеченности «высокая». Вся площадь хозяйства, а именно 1054 гектара по содержанию подвижного калия относится к высокой группе обеспеченности. В хозяйстве распространены среднекислые и слабокислые почвы, что составляет 87%, оставшаяся часть 12,4% нейтральные почвы.

**4. Разработка мероприятий по сохранению и повышению плодородия почв**

**4.1. Борьба с водной и ветровой эрозией почв**

***4.1.1 Диагностические показатели эродированных почв***

Эрозия, как водная, так и ветровая (*дефляция*) представляет собой процесс разрушения верхнего плодородного слоя земли под влиянием естественных или антропогенных факторов. Процесс эрозии оказывает негативное воздействие на пахотный горизонт, делая его в итоге непригодным для выращивания сельскохозяйственной продукции.

Диагностическими показателями плоскостной водной эрозии являются:

1) уменьшение мощности почвенного профиля (А + В), %;

2) уменьшение запасов гумуса в профиле почвы (А + В), % от фонового;

3) изменение гранулометрического состава верхнего горизонта почв;

4) потери почвенной массы, т/га/год;

5) площадь обнаженной почвообразующей породы (С) или подстилающей породы (D), % от общей площади;

6) увеличение площади эродированных почв, % в год.

Дополнительными показателями являются:

1) уменьшение мощности гумусового (пахотного) горизонта (см);

2) снижение запасов питательных веществ;

3) скорость смыва;

4) уклоны поверхности и опасности развития эрозионных процессов.

2.1.2. Линейная эрозия

Диагностическими показателями линейной эрозии являются:

1) расчлененность территории оврагами (км/кв. км);

2) глубина размывов и водороин относительно поверхности, см;

3) потери почвенной массы (т/га/год);

4) образование новых оврагов и рост существующих.

Дополнительными показателями являются:

1) глубина оврага;

2) линейная протяженность оврагов на единицу площади;

3) количество оврагов на единицу площади;

4) общая площадь оврагов на единицу площади;

5) некоторые характеристики водосборной площади оврагов.

Диагностическими показателями ветровой эрозии, кроме перечисленных, являются:

1) дефляционный нанос неплодородного слоя, см;

2) площадь выведенных из землепользования угодий (лишенная растительности на естественных угодьях), % от общей площади;

3) проективное покрытие пастбищной растительности, % от зонального;

4) скорость роста площади деградированных пастбищ, % в год;

5) площадь подвижных песков, % от общей площади;

6) увеличение площади подвижных песков, % в год.

Среди дополнительных параметров используются показатели:

1) интенсивность дефляции или скорость дефляции;

2) уменьшение запасов гумуса в профиле почвы (А + В);

3) облегчение гранулометрического состава;

4) степень изреженности травостоя и посевов.

Эродированность почв и земель по каждому диагностическому (в т. ч. дополнительному) показателю характеризуется пятью степенями деградации:

0 – недеградированные (ненарушенные);

1 – слабодеградированные;

2 – среднедеградированные;

3 – сильнодеградированные;

4 – очень сильнодеградированные (разрушенные), в том числе уничтожение почвенного покрова [8].

Картограмму эрозии почв составляют в хозяйствах, где развиты процессы водной и ветровой эрозии почв или имеется потенциальная опасность их проявления. На ней должны быть отображены:

1) территории эрозионноопасные по водной, ветровой или водной и ветровой эрозии вместе;

2) почвы, в различной степени эродированные водой или ветром (смытые, дефлированные);

3) территории, пораженные линейной водной эрозией (овраги, промоины);

4) рекомендуемые противоэрозионные мероприятия.

Картограмму эрозии почв составляют на основе крупномасштабной почвенной карты и материалов, собранных при ее составлении.Степень эродированности почв устанавливают в поле в процессе картографировании почв и уточняют в камеральный период по результатам лабораторных анализов.

***4.1.2. Основные причины водной и ветровой эрозии***

 Эрозия, как водная, так и ветровая (*дефляция*) представляет собой процесс разрушения верхнего плодородного слоя земли под влиянием естественных или антропогенных сил. Процесс эрозии оказывает негативное воздействие на пахотный горизонт, делая его в итоге непригодным для выращивания сельскохозяйственной продукции.

Чаще всего водная эрозия возникает на рельефной местности со склонами, с которых верхний плодородный слой почвы может смываться талыми или ливневыми водами, из-за чего на поверхности земли постепенно образовываются вымоины и овраги.

Существует два основных типа водного потока:

 *Поверхностный*, который вымывает лишь верхний содержащий природный гумус слой.

 *Линейный* - это поток, который помимо верхнего слоя разрушает и нижние, подстилающие породы, поэтому восстанавливать природное плодородие почвы после линейного потока очень непросто и обходится весьма дорого.

*Водная эрозия* может быть образована естественным природным путем, так и носить чисто антропогенный характер, который возникает, как правило, при активном вмешательстве человека (например, при нерациональном ведении сельского хозяйства). Как это ни печально, но факт остается фактом: именно благодаря человеческому фактору наша земля постепенно лишается ценного плодородного горизонта и эта ситуация с каждым годом только усугубляется.

 *Ветровая эрозия* в большей степени характерна для степных районов. Благодаря широким просторам, которые обычно не защищены растительностью, на таких участках из-за наличия устойчивых интенсивных ветров происходит постепенное выветривание плодородного грунта. Однако чаще всего ветровая эрозия проявляется, опять же таки благодаря активной хозяйственной деятельности человека.

Что касается водной эрозии, то на ее появление, в первую очередь оказывают влияние климатические и погодные условия. В зоне риска, как правило, находятся регионы, в которых весна традиционно сопровождается обильными снегопадами и затяжными ливневыми дождями. Большое количество талой воды способно не только основательно размыть грунт, но и повредить верхний плодородный слой.

Ветровая эрозия более характерна для равнинных районов с сухим климатом и небольшим количеством осадков. Грунт в таких зонах имеет свойство быстро пересыхать, теряя драгоценную влагу.

Важным фактором для возможного развития эрозии является и особенность местности (рельеф, а также наличие или отсутствие в данной

 зоне зеленых массивов). В первую очередь эрозии подвержены районы,

имеющие достаточно крутые и протяженные слоны, а также равнинные зоны с минимальным растительным покровом.

На самом деле корни растений надежно защищают почву от воздействия воды и ветра. Рослые растения также препятствуют пересыханию земли в сильный зной, и обеспечивают быстрое впитывание лишней влаги во время интенсивных осадков и паводков.

Безусловно, что значение имеет, и такой фактор как способность различных типов почвы по разному противостоять воздействию эрозии. Лучше всего с этой задачей справляется чернозем, он практически не размывается и не выветривается. За ним следует серозем и глинистые грунты, но наиболее сильно подвержены воздействию ветра и воды песчаные и супесчаные почвы.

Тем не менее, наиболее разрушительным и опасным фактором способствующим образованию эрозии является бездумная хозяйственная деятельность человека, которая включает распашку угодий с нарушением правил возделывания, отсутствие должного контроля над выпасом скота, разработку нефтяных и газовых месторождений на плодородных землях, бесконтрольную вырубку лесов и зеленых насаждений и так далее.

Кроме того проявлению эрозии способствует проведение ежегодной глубокой вспашки и традиционное выращивание монокультур, а также применение тяжелой сельскохозяйственной техники, которая разрушает целостную структуру почвы [7].

***4.1.3. Разработка противоэрозионных мероприятий***

Противоэрозионные приемы (мероприятия) являются составными элементами противоэрозионного комплекса мероприятий.

Комплексное применение организационно-хозяйственных, агротехнических, лесомелиоративных и гидротехнических противоэрозионных приемов максимально эффективно. Оно обеспечивает сохранение плодородия земель, рост урожайности, устойчивости и рентабельности земледелия.

Организационно-хозяйственные мероприятия - это организационно-хозяйственный план землепользования, составленный с учетом требований борьбы с эрозией почв. В него входят размер и форма полей и клеток, направление их длинных сторон, правильное размещение культур с учетом их влияния на эрозионные процессы. Организацинно-хозяйственные мероприятия создают необходимые предпосылки для правильного сочетания и размещения элементов противоэрозионного комплекса, безопасного в эрозионном отношении использования земель, повышения их продуктивности. Основой противоэрозионной организации территории должна быть классификация земель по их использованию, степени эродированности и потенциальной опасности эрозии с детальным учетом характера рельефа и микрорельефа.

Все агротехнические почвозащитные мероприятия можно разделить на четыре группы: мероприятия по обработке почвы, повышающие ее водопоглотительную способность, устойчивость к смыву, размыву и выдуванию ветром; защита почв от эрозии с помощью растительного покрова; снегозадержание; применение органических и минеральных удобрений; замена пропашных культур в севообороте в многолетними травами.

 Огромная роль отведена лесомелиоративным мероприятиям. Они включают в себя высадку лесных защитных насаждений различного назначения: ветрозащитные лесные полосы, создаваемые по границам полей севооборотов, садов; кустарниковые и лесокустарниковые полосы, закладываемые поперек склонов для задержания поверхностного стока; приовражные лесные полосы; древесные насаждении но откосам и вдоль оврагов; водозащитные насаждения вокруг водоемов по берегам рек, озер, каналов.

Гидротехнические мероприятия применяются в тех случаях, когда другие приемы не в состоянии предотвратить эрозию. К ним относятся гидротехнические сооружения, обеспечивающие задержание или регулирование стока (террасы, валы, канавы, лотки, водоемы).

Поскольку из всех вышеперечисленных противоэрозионных мероприятий агротехнические являются наиболее легко осуществимыми и довольно эффективными, то в противоэрозионном комплексе им отводится особое место.

**4.2. Оптимизация гумусного состояния почв**

***4.2.1. Роль гумуса в воспроизводстве плодородия почв и питании сельскохозяйственных культур***

Гумус - часть органического вещества почвы, представленная совокупностью специфических и неспецифических органических веществ почвы за исключением соединений, входящих в состав живых организмов и их остатков. Гумус представляет собой высокомолекулярные азотсодержащие соединения специфической природы. Гумус (перегной) возникает в результате биохимических процессов разложения растительных остатков и в силу этого имеет весьма сложное строение. Гумусовые вещества представляют собой особую систему азотсодержащих органических соединений циклического строения и кислотной природы [20].

При рациональном применении органических и минеральных удобрений в севооборотах с многолетними бобово-злаковыми травами, как правило, развиваются полезные микробиологические процессы и содержание гумуса в почве возрастает, качество его улучшается. Если удобрения не применяются, содержание его снижается, что подтверждают исследования во всех зонах нашей страны.

Гумус играет важнейшую роль в создании почвенного плодородия и в питании растений:

1. Органическое вещество является источником элементов питания для растений. В нем содержатся 98-99% азота, 30-40 -фосфора, 90% серы от общего содержания их в почве;

2. Гуминовые кислоты, фульвокислоты и другие, а также углекислота, образующаяся при разложении органических веществ, постепенно разрушают силикаты и алюмосиликаты, растворяют карбонаты кальция и магния, фосфаты и другие соли, переводя эти элементы питания в доступную для растений форму;

3. Органические вещества являются источником пищи для микроорганизмов. При их разложении азот, фосфор, сера переходят в легкоусвояемые минеральные соединения;

4. Многие органические вещества - гуминовые кислоты в высокодисперсном состоянии, органические кислоты (уксусная, пропионовая, янтарная и др.), а также ферменты, антибиотики, витамины, поступающие в растения в микро-количествах, -стимулируют иногда их рост в условиях водной и песчаной культур;

5. Органическое вещество почвы участвует в адсорбционных процессах в почве, повышает ее поглотительную способность и буферность, улучшает физические свойства почвы (влагоемкость, водо- и воздухопроницаемость, тепловой режим и т.д.) [].

***4.2.2. Основные причины дегумификации почв агроландшафтов***

Дегумификация почв - уменьшение содержания и запасов органического вещества. Дегумификация наблюдается при распашке и сельскохозяйственном использовании почв. Изменения в окружающей среде неизбежно вызывают перестройку всей почвенной системы. В целинных почвах стабильно равновесие: поступление органических остатков - гумификация - минерализация гумуса. Это устоявшееся веками равновесие сохранялось до распашки почв. Резкое нарушение равновесия связано с сокращением притока органических веществ с пожнивными и корневыми остатками культурной растительности. Это неизбежно вызывает процессы дегумификации.

В разных почвах темпы дегумификации неодинаковы. Давно известен факт, что более богатые в прошлом почвы теряют гумус намного больше, чем малогумусные. По мере снижения содержания в почвах органического вещества темпы дегумификации снижаются. Отсюда неизбежно следует вывод, что в земледелии обязательно наступает период стабилизации гумусового состояния почв в соответствии с установившейся культурой земледелия.

Основные причины дегумификации почв:

- нарушение баланса (биологического круговорота) минеральных и органических веществ в почве вследствии потерь, без соответствующего восполнения;

- растворение и вынос с поверхностными и почвенными водами элементов питания в результате дефляции и с урожаем;

- недостаточное внесение органических и минеральных удобрений;

- отсутствие мониторинга почвенного покрова;

- водная и ветровая эрозии;

- нарушение технологии обработки почвы.

Охрана почв от потерь гумуса включает следующие мероприятия: применение органических удобрений, известкование кислых почв, использование в севообороте многолетних трав, регулирование соотношения в севооборотах пропашных культур и культур сплошного сева, использование щадящей обработки почвы (облегчение машин, минимизация обработки).

***4.2.3. Расчет баланса гумуса и потребности в органических удобрениях для простого воспроизводства гумуса***

Баланс гумуса – это сопоставление статей поступления элементов питания гумуса в почву с расходом на формирование урожая и потерь из почвы. В приходную часть входит поступление питательных веществ в почву с удобрениями. Расходная часть включает: вынос питательных веществ с увозимым с поля урожаем, потери элементов питания из почвы и удобрений вследствие поверхностного стока, вымывания и газообразные потери [27].

Воспроизводство плодородия почвы бывает простое и расширенное. Возвращение почвенного плодородия к исходному первоначальному состоянию означает простое воспроизводство. Создание почвенного плодородия выше исходного уровня – это расширенное воспроизводство плодородия. Простое воспроизводство применимо для почв с оптимальным уровнем плодородия. Расширенное воспроизводство реализуется для почв с низким естественным уровнем плодородия, не способным обеспечить достаточную эффективность факторов интенсификации земледелия [6].

Важнейшим показателем системы удобрения в севообороте является насыщенность (обеспеченность) насыщенность севооборота органическими удобрениями – среднегодовое количество применяемых на 1 га пашни минеральных (кг/га) и органических (т/га) удобрений. Насыщенность севооборота органическими удобрениями для простого воспроизводства гумуса предлагается рассчитать исходя из складывающего баланса гумуса без внесения навоза и компостов. Баланс гумуса, в свою очередь, рекомендуется рассчитать по методу Т.Н. Кулаковской, непосредственный расход гумуса почвы с поступлением его за счет гумификации растительных остатков и органических удобрений. При этом необходимо учесть возможное накопление гумуса из соломы, используемой в качестве органического удобрения, и сидеральных культур. Расчеты баланса гумуса веду по форме таблицы 2.

Таблица 2

Баланс гумуса в севообороте без применения навоза и компостов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Ед.изм | № поля | Итого по севообороту |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Площадь | га | 135 | 127 | 131 | 128 | 125 | 134 | 136 | 138 | **1050** |
| Культура  | - | ВОС | Оз.пшеница | Яр.рапс  | Яр.пшеница | Горох | Сахар свекла | Ячмень | Овес |  |
| Урожайность  | т/га | 20 | 4,6 | 2,1 | 4,2 | 3,6 | 46 | 4,5 | 3,8 |  |
| Тип и подтип почвы, гранулометрический состав  | - | Чоп | Чоп | Чт | Чв | Чв | Чв | Чв | Чоп |  |
| Содержание гумуса в пахотном слое  | % | 6,6 | 5,7 | 8,1 | 6,7 | 6,4 | 5,7 | 6,4 | 5,3 |  |
| Запасы гумуса в пахотном слое  | т/га | 199 | 180 | 248 | 211 | 192 | 179 | 193 | 163  |  |
| **Потери гумуса** |
| Коэффициент минерализации гумуса (К1)  | - | 0,005 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | 0,005 | 0,012 | 0,006 | 0,006 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Потери гумуса  | т/га | 0,99 | 1,08 | 1,48 | 1,26 | 0,96 | 2,14 | 1,15 | 0,97 |  |
| ***Потери гумуса на всю площадь***  | - | 134 | 137 | 194 | 161 | 120 | 287 | 156 | 134 | **1323** |
| **Гумусообразование из корневых и пожнивных остатков (КПО)** |
| Коэффициент выхода сухой массы КПО\* (К2) | - | 0,10 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,10 | 0,80 | 0,80 |  |
| Выход сухой массы КПО  | т/га | 2 | 3,68 | 1,68 | 3,36 | 2,88 | 4,6 | 3,6 | 3,04 |  |
| Коэффициент гумификации сухого органического вещества КПО (К3) | - | 0,220 | 0,220 | 0,170 | 0,220 | 0,220 | 0,080 | 0,220 | 0,220 |  |
| Накопление гумуса из КПО  | т/га | 0,44 | 0,809 | 0,285 | 0,739 | 0,633 | 0,368 | 0,792 | 0,668 |  |
| ***Накопление гумуса из КПО на всю площадь***  | - | 59 | 102 | 37 | 94 | 79 | 49 | 108 | 92 | **620** |
| **Образование гумуса из соломы и сидератов** |
| Выход сырой массы соломы и сидератов | т/га | - | 6,9 | - | - | - | - | 4,5 | - |  |
| Коэффициент гумификации соломы и сидератов натуральной влажности (К3) | - | - | 0,220 | - | - | - | - | 0,220 | - |  |
| Накопление гумуса из соломы и сидератов | т/га | - | 1,5 | - | - | - | - | 0,99 | - |  |
| ***Накопление гумуса из соломы и сидератов на всю площадь***  | т | - | 190 | - | - | - | - | 135 | - | **325** |
| Суммарное накопление гумуса из КПО, соломы и сидератов на всю площадь  | т | 59 | 292 | 37 | 94 | 79 | 49 | 243 | 92 | **886** |
| **Баланс гумус (+ -)**  | т | - | - | - | - | - | - | - | - | **-378** |
| т/га | - | - | - | - | - | - | - | - | **-0,36** |

Находим потери гумуса: (620+325) -1323= **-378 т**

 -378:1050= **-0,36 /га**

Находим насыщенность пашни удобрениями: Нпв=Дг:К3=0,36:0,075=**4,8 т/га**

Потребность органическими удобрениями на 1050 га: 4,8\*1050=**5040 т**

Примечание: \* - коэффициент выхода сухой массы корневых и пожнивных остатков к урожаю основной продукции натуральной влажности;

 \*\* - выход массы соломы натуральной влажности следует рассчитать исходя из соотношения зерна к соломе (яровые зерновые 1:1, озимые зерновые 1: 1,5).

Расчеты производились по формулам:

1) **Запасы гумуса в пахотном слое для каждого поля:**

 **Г = С\*d\*h,**

 где, Г – запасы гумуса в пахотном слое почвы, т/га;

 С – содержание гумуса в пахотном слое почвы, %;

 d – плотность сложения пахотного слоя, г/см3;

 h – мощность пахотного слоя, см.

2) **Потери гумуса = Г \* К1**

где, К1 – коэффициент минерализации гумуса;

Г – запасы гумуса в пахотном слое почвы, т/га.

3) Выход сухой массы КПО (т/га) = У \* К2

У – урожайность, т/га;

К2 – коэффициент выхода сухой массы КПО.

4) **Накопление гумуса из КПО (т/га) = выход сухой массы \* К3**

где, К3 – коэффициент гумификации сухого органического вещества КПО.

Накопление гумуса из КПО на всю площадь находим умножением накопления гумуса из КПО с одного гектара на площадь поля.

5) **Накопление гумуса из соломы и сидератов (т/га) =**

**выход массы соломы и сидератов натуральной влажности (т/га) \* К3**

где, К3 – коэффициент гумификации соломы и сидератов натуральной влажности.

6) Накопление гумуса из соломы и сидератов на всю площадь находим умножением накоплением гумуса из соломы и сидератов с одного гектара на площадь поля.

 Распределение подстилочного навоза по культурам севооборота приведены в таблице 3.

Таблица 3

Распределение подстилочного навоза по культурам севооборота

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № поля | Культура | Удобряемая площадь, га | Вносится, т | Время внесения, месяц | Технологическая схема внесения навоза | С/х машины |
| на 1 га | всего |
| VI | Сахарная свекла  | 134 | 38  | 5040 | осень | Разбрасывание и запахивание  | ПРТ-10 + МТЗ-1221ПОН 4+1 – ХТЗ 17221 |

Под сахарную свеклу внесла в размере 38 т/га, что на всю площадь этого поля составляет 5040 тонн.

Если придерживаться этих доз применения органических удобрений, то вполне реально добиться бездефицитного баланса гумуса, а так же придерживаясь полного комплекса мероприятий по повышению плодородия, то можно добиться и положительного баланса гумуса [23].

**4.3. Оптимизация кислотно-основных свойств**

 ***4.3.1. Реакция почвенной среды и плодородие почв***

Кислотно-основные свойства (реакция среды) почвы имеют важное генетическое и агротехническое значение. Они определяют интенсивность внутрипочвенного выветривания, подвижность химических элементов и соединений, биологическую активность почвы, трансформацию органического вещества. Для выращивания сельскохозяйственных растений важно соответствие реакции среды почвенного раствора диапазону оптимальных значений рН, который различен для разных видов. Важен учет кислотно-основных свойств почв для эффективного использования удобрений, которые сами могут быть факторами изменений рН почвенного раствора [16].

 Реакция почвы может по-разному оказывать влияние на физиологическое состояние растений и агрохимические свойства почвы в т.ч. доступность макро- и микроэлементов. Поэтому физиологический (биологический) оптимум реакции среды для растений может заметно отличаться от экологического (технологического), связанного с изменением подвижности элементов питания и условиями развития болезней. Так, например, для картофеля и льна, если растения и почва не заражены болезнями, биологический оптимум реакции среды соответствует pH KCl 6,0-6,2, однако из-за поражения растений в этих условиях болезнями (картофель при нейтральной и слабощелочной реакции почвы поражается паршой, вызываемой актиномицетами, лен - фузариозом), в полевых условиях их урожайность и качество выше при pH KCl 5,3-5,6 - экологический оптимум. Несовпадение биологического и экологического оптимального значения реакции среды для многих сельскохозяйственных культур чаще всего обусловливается изменением доступности элементов питания при изменении pH почвы, нежели другими факторами.

***4.3.2. Причины и следствия антропогенного подкисления почв***

 В Республике Татарстан большую площадь занимают кислые почвы. Это в основном дерново-подзолистые и серые лесные почвы. Кислотность этих почв- генетическое свойство, связанное с условиями почвообразования.

 Подкисление почвы – изменение кислотно-основных свойств почвы, вызванное природными почвообразовательными процессами, поступлением загрязняющих веществ, внесением физиологически кислых удобрений и другими видами антропогенного воздействия (ГОСТ 27593-88), т.е. повышение кислотности почв (понижение величины рН) в результате различных воздействий.

Кислотность почвы также является следствием ее химического загрязнения. Основными причинами подкисления почв является применение в растениеводстве физиологически кислых азотных удобрений. К физиологически-кислым относятся такие удобрения, из которых растение энергично поглощает катион, а анион подкисляет почвенный раствор это -сульфат аммония, нитрат аммония, хлорид и сульфат калия, а также аммиачная селитра и карбамид.

Большое значение имеет правильный выбор формы удобрений. На кислых почвах надо воздерживаться от внесения физиологически кислых удобрений, отдавая предпочтение щелочным и нейтральным формам (цианамид кальция, натриевая селитра, мочевина, томасшлак, фосфористая мука и др.). На щелочных почвах, наоборот, следует применять физиологически кислые формы питательных элементов.

***4.3.3. Оптимизация реакции почвенной среды***

Для повышения урожайности, а так же для повышения эффективности необходимо известкование кислых почв.

Главная задача химической мелиорации – улучшение химического состояния и плодородия почвы при помощи химических препаратов.

Химическая мелиорация включает в себя комплекс мелиоративных мероприятий по улучшению физико-химических свойств почв. Сюда относится известкование, фосфоритование и гипсование.

 Известкование способствует улучшению агрохимических, агрофизических и биологических свойств почвы, повышает обеспеченность растений кальцием и магнием, мобилизует или иммобилизует макро- и микроэлементы, снижает поступление радионуклидов и тяжелых металлов в растения, улучшает почвенные [факторы жизни растений](http://universityagro.ru/%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%B5/%D1%84%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%8B-%D0%B6%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%B8-%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B9/).

 Степень нуждаемости растений в известковании можно установить на основе агрохимического анализа почвы, определения Рн солевой вытяжки и степень насыщенности основаниями. При известковании также необходимо учитывать особенности возделываемых культур в севообороте. Из-за нехватки извести и машин для ее внесения устанавливают очередность известкования, руководствуясь степенью кислотности почв и типом севооборота.

Эффективность известкования зависит от степени кислотности почвы, особенностей возделываемых культур, нормы и вида применяемых известковых удобрений. Также от равномерного рассева известковых удобрений и тщательного перемешивания с почвой.

Нужно отметить, что не все сельскохозяйственные культуры положительно отзываются на известкование. Урожай немногих культур таких, как сахарная свекла, может снизиться и ухудшить свое качество. Поэтому нужно вносить незначительные дозы извести или же сочетать с навозом.

 Длительное и систематическое применение известковых удобрений может привести к дополнительному подкислению почв, к ухудшению свойств почвы, в частности, и черноземов. Поэтому, чтобы избежать дальнейшего подкисления, необходимо, чтобы известкование предшествовало применению минеральных удобрений [4].

 Зарекомендованными химическими мелиорантами являются гипс и фосфогипс. Гипс вносится под яровую пшеницу и под пропашные культуры. Изменения структуры почвы , которые вызваны гипсованием, сохраняются на протяжении долгого времени, порядка одиннадцати лет [30].

 Для культур севооборота дозы известковых удобрений рассчитываются по нормативному методу:

Др=10\*(рНопт- рНфакт)\*Н (СаСО3);

где Др – расчетная норма сухой извести, т/га

рНопт и рНфакт – соответственно оптимальное и фактическое значение рН солевой вытяжки для данной почвы;

НСаСО3 – норма расхода СаСО3 для сдвига реакции почвы на 0,1рН т/га.

1. Др = 10 \* (5,9-5,0) \* 1,25 = 11,2 т/га

2. Др = 10 \* (5,9-5,2) \* 1,60 = 11,2 т/га

3. Др = 10 \* (5,9-6,7) \* 1,60 = 12,8 т/га

4. Др = 10 \* (5,9-5,3) \* 1,60 = 9,6 т/га

5. Др = 10 \* (5,9-5,1) \* 1,60 = 12,8 т/га

6. Др = 10 \* (5,9-5,2) \* 1,60 = 11,2 т/га

7. Др = 10 \* (5,9-5,1) \* 1,60 = 12,8 т/га

8. Др = 10 \* (5,9-4,9) \* 1,25 = 12,5 т/га

Расчет фактической нормы известковых удобрений:

П – нейтрализующую способность;

В – влажность известкового удобрения;

К – содержание частиц размером крупнее 1 мм.

Дф=(a\*100\*100\*100)/(П\*(100-В)\*(100-С))

При установлении степени известкования почв учитывался гранулометрический состав, величина рН и степень насыщенности основаниями (V).

Нормы известковых удобрений для ООО «Курмашово» Актанышского района РТ представлены в таблице 4 .Химический мелиорант – доломитовая мука, П=98 %, В=1 %, К=3 %.

1. Дф=(11,2\*100\*100\*100)/(96\*(100-1)\*(100-3)) =12,1 т/га

2. Дф=(11,2\*100\*100\*100)/(96\*(100-1)\*(100-3))=12,1 т/га

3. Дф=(12,8\*100\*100\*100)/(96\*(100-1)\*(100-3))=13,8 т/га

4. Дф=(9,6\*100\*100\*100)/(96\*(100-1)\*(100-3))=10,4 т/га

5. Дф=(12,8\*100\*100\*100)/(96\*(100-1)\*(100-3))=13,8 т/га

6. Дф=(11,2\*100\*100\*100)/(96\*(100-1)\*(100-3))=12,1 т/га

7. Дф=(12,8\*100\*100\*100)/(96\*(100-1)\*(100-3))=13,8 т/га

8. Дф=(12,5\*100\*100\*100)/(96\*(100-1)\*(100-3))=13,5 т/га

Известкование рекомендуется проводить осенью по мере освобождения полей от урожая, весной под яровые культуры, летом в парах после уборки парозанимающей культуры [6, 9].

 Таблица 4

Расчет норм известкового удобрения и план известкования пахотных почв в ООО «Курмашово» Актанышского района РТ

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № поля / культура | рНфакт | Н СаСО3т/га | Др | Дф | Очередность известкования  | Потребность в известковом удобрений на всю площадь, т  |
| т/га |
| 1. ВОС на з/к | 5,0 | 1,25 | 11,2 | 12,1 |  | 1633 |
| 2. Оз. пшеница | 5,2 | 1,60 | 11,2 | 12,1 |  | 1537 |
| 3. Яр.рапс  | 6,7 | 1,60 | 12,8 | 13,8 |  | 1808 |
| 4. Яр.пшеница | 5,3 | 1,60 | 9,6 | 10,4 |  | 1331 |
| 5. Горох | 5,1 | 1,60 | 12,8 | 13,8 |  | 1725 |
| 6. Сах.свекла | 5,2 | 1,60 | 11,2 | 12,1 |  | 1621 |
| 7. Ячмень | 5,1 | 1,60 | 12,8 | 13,8 |  | 1877 |
| 8. Овес  | 4,9 | 1,25 | 12,5 | 13,5 |  | 1863 |

**4.4. Оптимизация баланса питательных веществ**

***4.4.1. Роль удобрений в воспроизводстве почвенного плодородия и повышении урожайности сельскохозяйственных культур***

Сочетание приемов современного земледелия направлено на неуклонное повышение плодородия и улучшение свойств почвы. При этом главная роль принадлежит обоснованному применению удобрений. Для управления плодородием почв необходимо всестороннее изучение почвенных процессов, взаимодействия удобрений с почвой и растениями, а также факторов, определяющих доступность остаточных питательных веществ.

Наличие в почве доступных для растений форм питательных элементов в должном соотношении является основным условием формирования высоких урожаев. Это обстоятельство и определяет эффективное плодородие почв.

При внесении удобрений мы внедряется в круговорот веществ в природе. Применение удобрений в первую очередь обусловлено необходимость возврата веществ почву, которые были вынесены с урожаем.

Если минеральные удобрения мы используем больше как средство повышения урожайности с/х культур, то органические удобрения для поддержания плодородия почв и улучшения ее структуры.

Под влиянием удобрений, различных видов мелиорации, способов обработки и других факторов в почве изменяются агрофизические, агрохимические и биологические свойства, структурное состояние, интенсивность биологического круговорота веществ, возрастает количество и изменяется качество гумуса, улучшаются водный, тепловой и воздушный режимы. В результате почва характеризуется мощным корнеобитаемым слоем с высоким запасом гумуса и питательных элементов, высокой емкостью поглощения и благоприятной реакцией среды для растений и микроорганизмов.

***4.4.2. Определение потребности в минеральных удобрений для получения запланированной урожайности***

 Общая схема расчетов по этому методу состоит в том, что из ожидаемого поступления NPK из почвы и органических удобрений, вычитается потребность растений в NРК. Так находится норма внесения минерального удобрения.

 Многие считают, что это самый точный метод, т.к. учитывает многие факторы: урожайность, ожидаемое поступление элементов питания из почвы и органических удобрений, используются дифференцированные коэффициенты использования минеральных и органических удобрений из почвы.

 К сожалению, данный метод не обеспечивает обязательного получения планируемой урожайности, т.к. нормативные показатели (КИП, КИУ, нормативный вынос) не постоянные, сильно варьируются в зависимости от почвенно-климатических условий.

Расчет норм удобрений по этому методу выполняется по уравнению:

$$Н = \frac{У\_{п }×В×−(С\_{п}×К\_{п}+S\_{o}×К\_{О})}{К\_{у}}$$

где Н - норма внесения питательного элемента в составе минерального удобрения, кг д.в. на 1 га;

Уп –-планируемая урожайность, ц/га;

В - хозяйственный вынос (потребление) азота, фосфора или калия на создание 1 ц. основной и соответствующее количество побочной продукции, кг;

Sп - запасы подвижных форм питательного элемента в пахотном слое почвы, кг/га;

Sо - количество питательного элемента, внесенных в почву с органическим удобрением (навоз, солома), кг/га;

Кп, Ко, Ку – коэффициенты использования питательного элемента соответственно из почвы, органических и минеральных удобрений, в долях от 1.

Запасы подвижных форм NPK в почве (Sп) рассчитала по уравнению:

Sп= 0,1 $×$ Сп$×$ h $×$d ,

где Сп - содержание подвижных форм Р2О5 и К2О или минерального азота в пахотном слое, мг/кг;

d -плотность пахотного слоя, г/см3;

h -мощность пахотного слоя, см;

Ввиду отсутствия картограмм обеспеченности почв азотом, примерное содержание минерального азота рассчитывается исходя из содержания гумуса по уравнению:

СпN = 7.5 $×$ Г

где СпN - содержание минерального азота в почве, мг/кг;

Г - содержание гумуса, %.

Расчеты норм удобрений для получения запланированной урожайности приведены в таблице 5.

Таблица 5

Расчет норм минеральных удобрений для получения запланированной урожайности сельскохозяйственных культур

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | ВОС на з/кур-ть 20 т/га | Оз. пшеницаур-ть 4,6 т/га  | Яр.рапсур-ть 2,1 т/га  | Яр.пшеница ур-ть 4,2 т/га  |
| N | P2O5 | K2O | N | P2O5 | K2O | N | P2O5 | K2O | N | P2O5 | K2O |
| 1. Потребление (вынос) элементов питания с единицей основной и побочной продукции, кг/ц | 3 | 1,2 | 4,5 | 30 | 13 | 25 | 55 | 30 | 50 | 35 | 12 | 25 |
| 2. Ожидаемый вынос NPK с планируемым урожаем, кг/га | 60 | 24 | 90 | 138 | 59,8 | 115 | 115 | 63 | 105 | 147 | 50,4 | 105 |
| 3. Содержание подвижных форм NPK в почве, мг/кг | 49,5 | 138 | 135 | 42,8 | 142 | 152 | 60,7 | 152 | 168 | 50,2 | 144 | 158 |
| 4. Запасы подвижных форм NPK в пахотном слое почвы, кг/га (Sп) | 149,6 | 417,3 | 408,2 | 135,8 | 450,8 | 482,6 | 186,3 | 466,3 | 515,4 | 158,1 | 453,6 | 497,7 |
| 5. Среднее значение коэф. использования NPK из почвы (Кп) | 0,5 | 0,09 | 0,13 | 0,5 | 0,09 | 0,13 | 0,5 | 0,09 | 0,13 | 0.5 | 0,09 | 0,13 |
| 6.Ожидаемое поступление NPK из почвы, кг/га | 74,8 | 37,5 | 53 | 67,9 | 40,5 | 62,7 | 93,1 | 41,9 | 67 | 79 | 40,8 | 64,7 |
| 7. Норма внесения органического удобрения, т/га | - | - | - | 6,9 | 6,9 | 6,9 | - | - | - | 4,2 | 4,2 | 4,2 |
| 8. Содержание NPK в органических удобрениях, % | - | - | - | 0,45 | 0,16 | 0,84 | - | - | - | 0,5 | 0,14 | 0,8 |
| 9. Запасы NPK в органических удобрениях, кг/га (So) | - | - | - | 31 | 11 | 58 | - | - | - | 2,1 | 0,58 | 3,36 |
| 10. Среднее значение коэф. использования NPK из органических удобрений, (Ко) | - | - | - | 0,25 | 0,4 | 0,5 | - | - | - | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| 11. Ожидаемое поступление NPK из орг. удобрений, кг/га | - | - | - | 7,7 | 4,4 | 29 | - | - | - | 31,5  | 88,2 | 50,4 |
| 12. Дефицит NPK для получения планируемого урожая, кг/га | 14,8 | 13,5 | 37 | 62,4 | 14,1 | 23,3 | 22,4 | 21,1 | 38 | 68 | 3,6 | 40,3 |
| 13. Среднее значение коэф. использования NPK из мин. удобрений (Ку) | - | - | 0,5 | 0,6 | 0,2 | 0,5 | 0,6 | 0,2 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| 14. Нормы внесения NPK в составе минеральных удобрений, кг д.в/га (Н) | - |  - | 55,5 | 100 | 17 | 35 | 35,8 | 25,3 | 57 | 108,8 | 11,52 | 60,4 |

*Продолжение таблицы 5*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатели | Горохур-ть 3,6 т/га  | Сахар свеклаур-ть 46 т/га  | Ячменьур-ть 4,5 т/га  | Овес ур-ть 3,8 т/га  |
| N | P2O5 | K2O | N | P2O5 | K2O | N | P2O5 | K2O | N | P2O5 | K2O |
| 1. Потребление (вынос) элементов питания с единицей основной и побочной продукции, кг/ц | 22 | 16 | 20 | 5,9 | 1,8 | 7,5 | 25 | 11 | 22 | 33 | 14 | 29 |
| 2. Ожидаемый вынос NPK с планируемым урожаем, кг/га | 79 | 58 | 72 | 271 | 83 | 345 | 112 | 49 | 99 | 125 | 53 | 110 |
| 3. Содержание подвижных форм NPK в почве, мг/кг | 48 | 133 | 148 | 42,7 | 152 | 165 | 48 | 136 | 143 | 39,7 | 128 | 136 |
| 4. Запасы подвижных форм NPK в пахотном слое почвы, кг/га (Sп) | 144 | 383 | 444 | 134,5 | 478,8 | 519,7 | 145,1 | 411,2 | 432,4 | 122,3 | 394,4 | 419,1  |
| 5. Среднее значение коэф. использования NPK из почвы (Кп) | 0,5 | 0,09 | 0,13 | 0,6 | 0,09 | 0,23 | 0,5 | 0,09 | 0,13 | 0,5 | 0,09 | 0,13 |
| 6.Ожидаемое поступление NPK из почвы, кг/га | 72 | 34,4 | 57,7 | 80,7 | 43 | 119,4 | 72,5 | 37 | 56,2 | 61,1 | 35,5 | 54,4 |
| 7. Норма внесения органического удобрения, т/га | - | - | - | 38 | 38 | 38 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | - | - | - |
| 8. Содержание NPK в органических удобрениях, % | - | - | - | 0,5 | 0,25 | 0,6 | 0,5 | 0,16 | 1,32 | - | - | - |
| 9. Запасы NPK в органических удобрениях, кг/га (So) | - | - | - | 190 | 95 | 228 | 22,5 | 7,2 | 59,4 | - | - | - |
| 10. Среднее значение коэф. использования NPK из органических удобрений, (Ко) | - | - | - | 0,25 | 0,4 | 0,5 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,25 | 0,4 | 0,5 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 11. Ожидаемое поступление NPK из орг. удобрений, кг/га | - | - | - | 47,5 | 38 | 119 | 3,3 | 1,08 | 8,91 | - | - | - |
| 12. Дефицит NPK для получения планируемого урожая, кг/га | 7 | 23,6 | 14,3 | 142,8 | 2 | 106,6 | 36,2 | 10,9 | 33,8 | 63,9 | 17,5 | 55,6 |
| 13. Среднее значение коэф. использования NPK из мин. удобрений (Ку) | 0,6 | 0,2 | 0,5 | 0,6 | 0,2 | 0,5 | 0,6 |  0,2 | 0,5 | 0,6 | 0,2 | 0,5 |
| 14. Нормы внесения NPK в составе минеральных удобрений, кг д.в/га (Н) | 11,2 | 28,3 | 21,4 | 228,4 | 0,6 | 159,9 | 43,4 | 16,35 | 54,08 | 102,2 | 21 | 83,4 |

***4.4.3. Оптимизация содержания подвижных форм фосфора в почве***

Фосфоритование почв - мелиоративное мероприятие, направленное на повышение содержания подвижного фосфора в кислых почвах путем применения высоких доз (не менее 1 т/га) фосфоритной муки. Фосфоритная мука занимает первое место среди фосфорных удобрений по длительности положительного влияния на урожайность.

В качестве химического мелиоранта в ООО «Курмашово» Актанышского района используется доломитовая мука (нейтрализующая способность – 98%, влажность - 1%, частицы более 1 мм – 3%).

Возможность применения фосфоритной муки в севообороте определяется по графику Б.А. Голубева.



Ежегодные дополнительные нормы фосфорных удобрений для отдельных полей, необходимые для расширенного воспроизводства запасов подвижных форм (Д*рв* , кг д.в./га), рассчитываются по формуле:

$$Д\_{рв}\frac{\left(С\_{опт. }−С\_{фак.}\right)×Н\_{зат.}}{Т}$$

где Сопт. и Сфак. – соответственно оптимальное и фактическое содержание подвижных форм Р2О5 в почве, мг/кг;

Нзат – нормативы затрат фосфорных удобрений для увеличения содержания подвижных форм фосфора на 1 мг в 1 кг почвы, кг д.в./га;

Т – время, за которое планируется довести содержание подвижных форм Р2О5 до оптимального уровня, лет.

Таблица 6

Величины ежегодных дополнительных норм фосфора необходимы для оптимизации содержания подвижных форм фосфора, и прогноз эффективности фосфоритования.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № поля | Почва | Содержание подвижногоР2О5, мг/кг  | Нормативы затрат Р2О5, кг/га | Hr | ЕКО | Ожидаемая эффективность фосфоритной муки по графику Б.А. Голубева |
| ммоль/100 г |
| факт. | опт. |
| 1 | Чоп (т) | 138 | 200 | 12 | 40,0 | 6,1 | Фосфорит действует слабее суперфосфата |
| 2 | Чоп (т) | 142 | 200 | 12 | 38,5 | 5,3 | Фосфорит действует слабее суперфосфата |
| 3 | Чт (с) | 152 | 200 | 9 | 45,6 | 0,6 | Фосфорит не действует |
| 4 | Чв (т) | 144 | 200 | 12 | 40,2 | 5,0 | Фосфорит действует слабее суперфосфата |
| 5 | Чв (т) | 133 | 200 | 12 | 42,1 | 5,7 | Фосфорит действует слабее суперфосфата |
| 6 | Чв (т) | 152 | 200 | 12 | 39,6 | 4,2 | Фосфорит действует слабее суперфосфата |
| 7 | Чв (т) | 136 | 200 | 12 | 41,3 | 5,6 | Фосфорит действует слабее суперфосфата |
| 8 | Чоп (т) | 128 | 200 | 12 | 37,5 | 6,2 | Фосфорит действует слабее суперфосфата |

\* содержание подвижных форм фосфора планируется довести до оптимального уровня в течение 9 ротаций севооборота.

***4.4.4. Выбор оптимальных доз и форм удобрений***

Таблица 7

Расчетные дозы удобрений под отдельные культуры севооборота

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № поля, культура | Нормы удобрений | Допосевное удобрение  | Припосевное удобрение | Подкормка  |
| Органические, т/га | Минеральные, кгд.в./га | Органические, т/га | Минеральные, кгд.в./га | Органические, т/га | Минеральные, кгд.в./га | Органические, т/га | Минеральные, кгд.в./га |
| N | P2O5\* | K2O | N | P2O5\* | K2O | N | P2O5\* | K2O | N | P2O5\* | K2O |
| 1. ВОС | - |  |  | 55,5 | - | - | - |  | - |  |  |  | - |  |  |  |
| 2. Озимая пшеница | 6,9 | 100 | 17 | 35 | - | 60 | 17 | 35 | - | - | 10 | - | - | 40 | - | -  |
| 3. Яровой рапс  |  | 36 | 25 | 57 | - | 36 | 15 | 57 | - |  | 10 | - | - | - | - | - |
| 4. Яровая пшеница |  4,2 | 108 | 11 | 60 | - | 108 | 11 | 60 | - |  | 10 | - | - | - | - | - |
| 5. Горох  | - | 11 | 28 | 21 | - | 11 | 18 | 21 | - | - | 10 | - | - | - | - | - |
| 6. Сахарная свекла | 38 | 228 | 2,4 | 160 | 38 | 228 | 12,4 | 160 | - | 10 | 20 | 10 | - | 20 | 15 | 20 |
| 7.Ячмень | 4,5 | 43 | 16 | 54 | - | 43 | 26 | 54 | - |  | 10 | - | - | - | - | - |
| 8. Овес  | 3,8 | 102 | 21 | 83 | - | 102 | 31 | 83 | - | - | 10 | - | - | - | - | - |

\* - с учетом дополнительной нормы для расширенного воспроизводства запасов фосфора в почве.

Таблица 8

Обоснование доз, способов и сроков внесения, форм удобрений под отдельные культуры севооборота

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № поля  | Культура | Способы и сроки внесения | Машины для внесения ужобрений | Форма удобрений | Доза внесения  |
| д.в. кг/га  | Физический фес, кг/га  |
| 1. | ВОС | **Допосевное внесение**  | РУМ-5 | K2SO4 | 55,5 | 111 |
| 2. | Озимая пшеница | **Допосевное внесение**  | РУМ-5 | NH4NO3 | 60 | 175 |
| Фосфоритная мука | 17 | 57 |
| KCl | 35 | 58 |
| **Припосевное внесение** | СЗУ-5,4 | Ca(H2PO4)2\*H2O | 10 | 20 |
| **Подкормка** (весна) | СЗУ-5,4 | NH4NO3 | 40 | 117 |
| 3. | Яровой рапс | **Допосевное внесение** **Припосевное внесение**  | РУМ-5 | NH4NO3 | 36 | 105 |
| Фосфоритная мука | 15 | 50 |
| KCl | 57 | 95 |
| Ca(H2PO4)2\*H2O | 10 | 20 |
| 4. | Яровая пшеница | **Допосевное внесение**  | РУМ-5 | NH4NO3Ca(H2PO4)2\*H2OKCl | 1081160 | 31622100 |
| **Припосевное внесение**  | СЗУ-5,4 | Ca(H2PO4)2\*H2O | 10 | 20 |
| 5. | Горох | **Допосевное внесение**  | РУМ-5  | NH4NO3 | 11 | 32 |
| Фосфоритная мука | 18 | 60 |
| KCl | 21 | 35 |
| **Припосевное внесение**  | СЗУ-5,4 | Ca(H2PO4)2\*H2O | 10 | 20 |
| 6. | Сахарная свекла | **Допосевное внесение**  | ПРТ-10 | ППН | 228 | 666 |
|  | Фосфоритная мука | 12,4 | 41 |
| K2SO4 | 160 | 320 |
| **Припосевное внесение**  | Мультикорн | НитроаммофоскаCa(H2PO4)2\*H2OK2SO4 | 102010 | 5841100 |
| **Подкормка**  | СУ-12 |  CO(NH2)Ca(HPO4)2\*H2O+2CaSO4K2SO4 | 201520 | 437540 |
| 7. | Ячмень | **Допосевное внесение** **весной** | РУМ-5 | NH4NO3Фосфоритная мукаKCl | 432654 | 1268790 |
| **Припосевное внесение**  | СЗУ-5,4 | Ca(H2PO4)2\*H2O | 10 | 21 |
| 8. | Овес | **Допосевное внесение**  | РУМ-5 | NH4NO3CaHPO4\* 2H2OK2SO4 | 1023183 | 29863166 |
| **Припосевное внесение** | СЗУ-5,4 | Ca(H2PO4)2 \* H2O | 10 | 20 |

*4.4.5. Баланс питательных веществ в севообороте*

Баланс питательных веществ в почве состоит из приходной и расходной части. В приходную часть входит поступление питательных веществ в почву с удобрениями и в ходе естественного круговорота веществ в природе (в том числе азот клубеньковых бактерий бобовых культур и свободноживущих бактерий-азотфиксаторов). Расходная часть включает: вынос питательных веществ с урожаем, потери элементов питания из почвы и удобрений вследствие поверхностного стока, вымывания и газообразные потери (например, азота в результате денитрификации).

 Различают полный баланс, учитывающий все статьи прихода и расхода элементов питания, и упрощенный или хозяйственный баланс, предусматривающий только поступление питательных веществ в почву с удобрениями и дополнительного количества азота от бобовых культур (оставленного или в почве сверх выноса с урожаем) в сопоставлении с выносом урожаем и возможными потерями из удобрений.

 Баланс может быть: интенсивный (положительный), если поступление питательных веществ в почву превышает вынос с урожаем и потери из почвы и удобрений; экстенсивный (отрицательный, или дефицитный), если вынос и потери превышают поступление в почву; бездефицитный (нулевой), если статьи прихода и расхода элементов питания равновелики.

 В сельскохозяйственной практике при составлении системы применения удобрений в севообороте обычно используют хозяйственный баланс. Его можно выражать по каждому из элементов питания [26].

Таблица 9

Вынос питательных веществ с урожаями

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ поля** | **Культура** | **Планируемая****урожайность, т/га** | **Площадь поля, га** | **Хозяйственный вынос питательных веществ, кг** |
| **на 1 т основной продукции** | **со всем площади** |
| **N** | **P2O5** | **K2O** | **N** | **P2O5** | **K2O** |
| 1. | ВОС | 20 | 135 | 3 | 1,2 | 4,5 | 8100 | 3240 | 12150 |
| 2. | Оз. пшеница | 4,6 | 127 | 30 | 13 | 25 | 17526 | 7595 | 14605 |
| 3. | Яр. рапс | 2,1 | 131 | 55 | 30 | 7,5 | 15130 | 8253 | 2063 |
| 4. | Яр. пшеница | 4,2 | 128 | 35 | 12 | 25 | 18816 | 6451 | 13440 |
| 5. | Горох | 3,6 | 125 | 22 | 16 | 20 | 9900 | 7200 | 9000 |
| 6. | Сахар.свекла | 46 | 134 | 5,9 | 1,8 | 7,5 | 36367 | 11095 | 46230 |
| 7. | Ячмень | 4,5 | 136 | 25 | 11 | 22 | 15300 | 6732 | 13464 |
| 8. | Овес | 3,8 | 138 | 33 | 14 | 29 | 17305 | 7342 | 15207 |
| Итого по севообороту 1050 | 138444 | 70273 | 126159 |
| В среднем по севообороту  | 131 | 66 | 120 |

В среднем по севообороту хозяйственный вынос питательных веществ со всей площади по азоту составляет 131кг, по фосфору 66кг и по калию 120кг.

Таблица 10

Поступление питательных веществ с минеральными удобрениями

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № поля | Культура | Площадь, га | Норма внесения кгд.в./га | Поступление на вс. площадь кг д.в. |
| N | P2O5 | K2O | N | P2O5 | K2O |
| 1 | ВОС | 135 | - | - | 5,5 | 135 | 135 | 742 |
| 2 | Оз. пшеница | 127 | 100 | 17 | 35 | 12700 | 2159 | 4445 |
| 3 | Яр. рапс | 131 | 36 | 25 | 57 | 4716 | 3275 | 7467 |
| 4 | Яр. пшеница | 128 | 108 | 11 | 60 | 13824 | 1408 | 7680 |
| 5 | Горох | 125 | 11 | 28 | 21 | 1375 | 3500 | 2625 |
| 6 | Сахар.свекла | 134 | 228 | 2,4 | 160 | 30552 | 322 | 21440 |
| 7 | Ячмень | 136 | 43 | 16 | 54 | 5848 | 2176 | 7344 |
| 8 | Овес | 138 | 102 | 21 | 83 | 14076 | 1380 | 11454 |
| Итого |  |  |  |  | 83226 | 14355 | 63197 |
| Поступление NPKс минеральными удобрениями, кгд.в./га | 79 | 14 | 60 |

Таблица 11

Поступление питательных веществ с органическими удобрениями

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ поля** | **Культура** | **S, га** | **Вид и норма внесения органического удобрения, т/га** | **Содержание в органическом удобрении, %** | **Поступление в составе органических удобрений на всю площадь, кг д.в.** |
| **N** | **P2O5** | **K2O** | **N** | **P2O5** | **K2O** |
| 2. | Оз. пшеница | 127 | солома; 6,9 | 0,45 | 0,16 | 0,84 | 3943 | 1402 | 7360 |
| 4. | Яр. пшеница | 128 | солома; 4,2 | 0,5 | 0,14 | 0,8 | 2688 | 752 | 4300 |
| 6. | Сах.свекла | 134 | ППН, 38 | 0,5 | 0,25 | 0,6 | 25460 | 12730 | 30552 |
| 7. | Ячмень | 136 | солома; 4,5 | 0,5 | 0,16 | 1,32 | 3060 | 979 | 8078 |
| 8. | Овес | 138 | солома; 3,8 | 0,5 | 0,16 | 1,6 | 2622 | 839 | 8390 |
| Итого  | 663 | - | - | - | - | 37773 | 16702 | 58680 |
| Поступление NPKс органическими удобрениями, кгд.в./га  | 56 | 25 | 88 |

Таблица 12

Хозяйственный баланс питательных веществ в севообороте

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Статьи баланса | N | P2O5 | K2O |
| 1. Вынос с урожаем, кг/га в год | 131 | 66 | 120 |
| 2. Поступление, кг/га в год а) с минеральными удобрениями  б) с органическими удобрениями  в) всего  | 7956135 | 142539 | 6088148 |
| 3. Баланс питательных веществ, кг/га в год |  +4 | -27 | +28 |
| 4. Фактический норматив баланса (поступление в % к выносу) | 103 | 41 | 23 |
| 5. Оптимальный норматив баланса  |  |  |  |

Баланс фосфора в данном севообороте оказался отрицательным (-27 кг/га в год), а по азоту и калию положительным.

***4.4.6. Возможное негативное воздействие удобрений на окружающую среду***

Мировая и отечественная практика интенсивного земледелия убедительно показывает, что удобрения - это материальная основа количества и качества получаемой растениеводческой продукции, источник биогенных элементов для растений.

В то же время применение удобрений и других средств химизации - это весьма активное влияние на природную среду. Наличие различных токсических примесей в минеральных удобрениях, неудовлетворительное их качество, а также возможное нарушение технологии их использования могут привести к серьезным негативным последствиям. В настоящее время в индустриально развитых странах, а также в ряде регионов нашей страны применяю1тся высокие дозы минеральных удобрений, и их негативное влияние на природную среду приобретает все более опасный характер и глобальные масштабы. Поэтому в нашей стране особое внимание обращается на необходимость повышения эффективности мер по охране природы, внедрения научно обоснованных систем ведения сельского хозяйства, прогрессивных технологий [12, 15].

Основные причины загрязнения природной среды удобрениями, пути их потерь и непроизводительного использования следующие:

- несовершенство технологии транспортировки, хранения, тукосмешения и внесения удобрений;

- нарушение агрономической технологии их применения в севообороте и под отдельные культуры;

- водная и ветровая (дефляция) эрозия почвы;

- несовершенство качества свойств минеральных удобрений;

- интенсивное использование различных промышленных, городских и бытовых отходов на удобрения без систематического и тщательного контроля их химического состава.

Значительный ущерб окружающей среде наносит бессистемное использование бесподстилочного навоза, навозных стоков и других отходов животноводства в нарушение научно обоснованных рекомендаций.

Загрязнение природной среды агрохимическими средствами оказывает многостороннее негативное влияние практически на все звенья биосферы.

При избыточном внесении удобрений, в первую очередь азотных, неправильном их применении водоёмы и грунтовые воды загрязняются нитратами, сульфатами, хлоридами и другими соединениями.

Значительное количество биогенных элементов теряется в окружающую среду вследствие несовершенства свойств и химического состава удобрений и различных удобрительных средств. Например, потери азота мочевины, аммиачных форм удобрений в виде газообразного аммиака (NH3) происходят под влиянием химических и микробиологических процессов, особенно при поверхностном их внесении [10,11].

Еще одним недостатком многих минеральных удобрений является наличие в них сопутствующих балластных элементов (фтора, хлора, натрия), а также токсических тяжелых металлов (кадмия, свинца и др.). Некоторые из этих элементов в небольших количествах могут оказывать положительное действие на рост и развитие растений. При систематическом же внесении повышенных доз удобрений балластные элементы могут накапливаться в почве в значительных количествах, отрицательно влияя на ее свойства и плодородие, на урожай и его качество, а мигрируя в грунтовые воды, повышать в них концентрацию солей.

Использование же современных методов оптимизации применения удобрений в севообороте с учетом правильного соотношения питательных элементов в зависимости от плодородия и свойств почвы в комплексе с другими приемами земледелия (специализированные севообороты, уплотненные посевы промежуточных культур, дифференцированные почвозащитные системы обработки почвы, химическая мелиорация почв, орошение и осушение и др.) -важнейшее условие повышения коэффициента использования питательных элементов удобрений, непроизводительных их потерь в окружающую среду [

**Заключение**

Воспроизводство плодородия, улучшение свойств и гумусного состояния почв. Эти задачи современного земледелия успешно решаются при комплексном использовании агрохимических средств, в частности системы органических и минеральных удобрений в сочетании с химической мелиорацией почв. Именно научно обоснованная система использования агрохимических средств позволяет оптимизировать параметры показателей плодородия и основных химических и физико-химических свойств почвы [5,6].

Поддерживать активный баланс питательных элементов в агроценозе как критерий оценки состояния круговорота веществ в земледелии можно только при научно обоснованном применении удобрений. Поэтому Д.Н. Прянишников считал, что главной задачей агрохимии является изучение круговорота веществ в земледелии и выявление тех мер воздействия на химические процессы, протекающие в почве и растениях, которые могут повышать урожай и качество

продукции. Это определение находится в полном соответствии с общей стратегической задачей земледелия - сохранением и приумножением плодородия почвенного покрова, его экологической чистоты как главного богатства любого государства, материальной основы существования человечества на нашей планете. Поддержание положительного баланса и активного биологического круговорота элементов в земледелии - основа продуктивности агроэкосистем. Нарушение баланса биогенных элементов в системе почва-растение ведет к ухудшению химического состава почв, природных вод и растений, а это отрицательно влияет на питательную ценность продукции и может привести к различным функциональным заболеваниям человека и животных [5,6].

Обеспечение сельскохозяйственных культур в процессе вегетации питательными элементами в оптимальных дозах и соотношении усиливает деятельность физиологических барьеров, препятствующих поступлению токсических элементов и веществ в растения, особенно в генеративную их часть, которая является часто продуктом питания человека. [12]

После проведенных расчетов в данной курсовой работе можно сделать следующие выводы:

1. Для проведения каких-либо мероприятий по воспроизводству плодородия необходимо точно знать все агрохимические показатели почвы конкретного участка;

2. В РТ наблюдается отрицательный баланс гумуса и доведение его до бездефицитного насыщенность пашни органическими удобрениями должна соответствовать 8-10 т/га;

3. Одним из лимитирующих факторов при получении запланированной урожайности является кислотность. Только с помощью известкования возможно улучшить этот показатель;

4. Для повышения содержания подвижных форм фосфора необходимо проводить фосфоритование. Этот прием занимает первое место по длительности влияния на урожайность;

5. При интенсивной системе земледелия нужно четко соблюдать дозы, сроки и способы внесения удобрений. Только тогда можно ожидать от них эффективность.

**Список использованной литературы**

1. Агроэкология. Под ред. В.А. Черникова и др.-М.: Колос, 2000.-536с.
2. Алиев, Ш.А. Проблемы известкования почв Республики Татарстан / Ш.А. Алиев, С.Ш. Нуриев, В.З. Шакиров. – Казань, 2002. - 82 с.
3. Афендулов, К.П. Удобрения под планируемый урожай / К.П. Афендулов, А.И. Лантухова. - М.: Колос, 1973. – 243 с.
4. Васильев, В.А. Справочник по органическим удобрениям / В.А. Васильев, Н.В. Филиппова. 2-е изд. перераб. И доп. – М.: Росагропромиздат., 1988. –255с.
5. Воспроизводство плодородия почв агроландшафтов: Методические указания к выполнению курсового проекта / М.Ю. Гилязов. – Казань.: Изд-во Казанского ГАУ, 2015. –28 с.
6. Воспроизводство плодородия почв агроландшафтов: Методические указания по изучению дисциплины, выполнению лабораторно-практических занятий и курсовой работы / М.Ю. Гилязов. – Казань.: Изд-во Казанского ГАУ, 2013. –40 с.
7. География почв с основами почвоведения: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001. – 384 с.
8. Гилязов, М.Ю. Техногенный галогенез в районах нефтедобычи / М.Ю. Гилязов, И.А. Гайсин. – М., 2009. - 422 с.
9. Гилязов, М.Ю. Система удобрения: Методические указания по расчету норм минеральных удобрений / М.Ю. Гилязов. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2015. - 36 с.
10. Ефимов В.Н. Система удобрения / В.Н. Ефимов, И.Н. Донских, В.П. Царенк; под ред. В.Н. Ефимова. – М.: КолосС, 2002. – 320 с.
11. Кидин, В.В. Практикум по агрохимии. Под ред. В.В. Кидина /В.В. Кидин, И.П. Дерюгин, В.И. Кобзаренко, А.Н. Кулюкин. - М.: КолосС, 2008. - 599 с.
12. Кидин, В.В. Агрохимия / В.В. Кидин, С.П. Торшин. – М.: Проспект, 2016. – 608 с.
13. Кирюшин, В.И. Агрономическое почвоведение / В.И. Кирюшин. – М.: КолосС, 2010. - 687 с.
14. Коняев, Н.Т. Хранение, доставка и внесение минеральных удобрений / Н.Т. Коняев. – М.: Россельхозиздат, 1979. – 93 с.
15. Корнилов, М.Ф. Рекомендации по установлению оптимальных доз минеральных удобрений для основных культур на подзолистых почвах / М. Ф. Корнилов, Н. А. Сапожников, Н. Н. Рюмин. – Ленинград, 1965. - 15 с.
16. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. Под ред. Л.М. Державина, Д.С. Булгакова. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003 – 240 с.
17. Методическое руководство по проектированию применения удобрений в технологиях адаптивно-ландшафтного земледелия. Под ред. А.Л. Иванова, Л.М. Державина. – М.: Россельхозакадемия, 2008. – 394 с.
18. Минеев В.Г. Агрохимия 2-е издание, переработанное и дополненное.– М.: Издательство МГУ, Издательство «КолосС», 2006.– 720 с.
19. Мязин, Н.Г. Система удобрения.- Н.Г. Мязин.: Изд-во ФГБУ ВО ВГАУ, 2009.- 176 с.
20. Минеев, В.Г. Агрохимия / В.Г. Минеев. – М.: Изд-во МГУ, 2004.-718с.
21. Письмо Роскомзема от 27.03.1995 N 3-15/582 «О Методических рекомендациях по выявлению деградированных и загрязненных земель» (вместе с "Методическими рекомендациями по выявлению деградированных и загрязненных земель", утв. Роскомземом 28.12.1994, Минсельхозпродом России 26.01.1995, Минприроды России 15.02.1995)
22. Решение Президиума Совета законодателей Российской Федерации при Федеральном Собрании Российской Федерации «О мерах по обеспечению плодородия земель сельскохозяйственного назначения» от 18.12.2020 г.
23. Сборник задач по агрономической химии: Учебное пособие / М.Ю. Гилязов. - Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2021. - 308 с.
24. Сапожников Н.А. Научные основы системы удобрения в нечерноземной полосе / Н.А. Сапожников, М.Ф. Корнилов. Изд. 2-е – Л.: Колос, 1997 – 296 с.
25. Федеральный закон от 16.07.1998 № 101-ФЗ «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» (с изменениями и дополнениями).
26. Системы земледелия /А.Ф. Сафонов, А.М. Гатауллин, И.Г. Платонов и др. Под ред. А.Ф. Сафонова. - М.: КолосС, 2006. - 447 с.
27. Система земледелия Республики Татарстан. Инновации на базе традиций. Ч.1. Общие аспекты системы земледелия. – Казань: Центр инновационных технологий, 2013. – 168 с.
28. Справочник агрохимика. Под ред. И.Д. Давлятшина / И.Д. Давлятшин, М.Ю. Гилязов, А.А. Лукманов и др. – Казань: ИД МеДДоК, 2013. - 300 с.
29. Чекмарев П.А. Справочник агрохимика республики Татарстан / П.А. Чекмарев, А.А. Лукманов, И.Д. Давлятшин, С.Ш. Нуриев, Р.М. Миннулин, М.И. Маметов, А.В. Мустафин, Р.Р. Гайров, Р.Т. Хакимзянов // Казань: ИП Шайхутдинова А.И., 2015. – 322с.
30. Ягодин Б.А. Агрохимия / Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко / Под редакцией Б.А. Ягодина.– М.: Колос, 2003.– 584 с.