

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Агрономический факультет

Кафедра агрохимии и почвоведения

КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПО АГРОХИМИИ

Студента _____ курса _____ факультета

Система удобрения

В _____ севообороте,
саду, ягоднике, винограднике (нужное подчеркнуть)

Дата получения задания « ____ » _____ 20__ г.

УДК 361.8(07)
ББК 40.40

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Бясов К.Х. – доктор с.-х. наук, профессор СОГУ,
Заслуженный деятель науки Российской Федерации;

Цаболов П.Х. – доктор с.-х. наук, профессор Горского ГАУ.

Газданов А.В., Дзанагов С.Х., Лазаров Т.К., Басиев А.Е., Хадиков А.Ю., Асаева Т.Д., Кануков З.Т. Курсовое проектирования по агрохимии / Учебное пособие / А.В. Газданов, С.Х. Дзанагов, Т.К. Лазаров, А.Е. Басиев, А.Ю. Хадиков, Т.Д. Асаева, З.Т. Кануков. – Владикавказ: Издательство ФГБОУ ВО «Горский госагроуниверситет», 2021, – 88с.

В учебном пособии приведены основы разработки проекта системы удобрения в разных севооборотах с учетом почвенно-климатических условий конкретного хозяйства; предусмотрены возможности проведения известкования и гипсования почв, необходимость удобрения садов, виноградников, лугов, пастбищ, парников и теплиц. Даны методические рекомендации по расчету выхода органических удобрений, потребности в удобрениях, по заготовке и хранению удобрений.

Предназначено для студентов, обучающихся по агрономическим специальностям, слушателей курсов повышения квалификации, фермеров, широкого круга специалистов сельского хозяйства.

*Одобрено и рекомендовано к изданию кафедрой агрохимии и почвоведения
и Центральной методической комиссией Горского ГАУ (протокол №3 от 23.12.2016 г.).*

*Допущено УМО вузов РФ по агрономическому образованию
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по агрономическим специальностям*

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшей задачей земледелия является повышение урожайности сельскохозяйственных культур, сохранение и повышение плодородия почв. Для решения этой задачи большое значение имеют удобрения, вносимые с учетом биологических особенностей питания растений, состава и свойств почв и удобрений. Это диктует необходимость перехода от разрозненных приемов удобрения отдельных культур к научно обоснованной системе применения удобрений.

Под системой применения удобрений понимают комплекс агротехнических и организационных мероприятий по использованию удобрений и химических мелиорантов с целью повышения урожая и улучшения его качества при одновременном сохранении или повышении плодородия почв и снижении себестоимости полученной продукции.

Различают три вида систем: **система удобрения в хозяйстве, система удобрения в севообороте** (в защищенном грунте, многолетних насаждений, лугов и пастбищ) и **система удобрения отдельных культур**.

Система удобрения в хозяйстве состоит из четырех основных звеньев: 1) накопление, приобретение, хранение и учет удобрений; 2) рациональное распределение удобрений по объектам использования; 3) подготовка, транспортировка и внесение удобрений; 4) контроль за действием удобрений и учет их агрономической и экономической эффективности.

Система удобрения в севообороте – это многолетний план применения удобрений с учетом плодородия почвы, биологических особенностей растений, состава и свойств удобрений.

В отличие от системы удобрения в хозяйстве данная система включает распределение удобрений между культурами, определение доз, сроков и способов их внесения. Количественной характеристикой системы удобрения в севообороте является насыщенность севооборота удобрениями, т.е. приходящая на 1 га пашни средняя масса удобрений, вносимых за ротацию.

Система удобрения отдельных сельскохозяйственных культур включает в себя определение потребности каждой культуры в органических и минеральных удобрениях, определение срока и способа внесения, установление оплаты удобрения прибавкой урожая.

Составление курсового проекта по системе удобрения в севообороте является завершением теоретического курса и лабораторного практикума по агрохимии. Его основная задача состоит в том, чтобы студент, получив индивидуальное задание или исходный материал по своему хозяйству, мог самостоятельно с применением рекомендуемой литературы предложить систему правильного севооборота и разработать для него систему рационального применения удобрений, где должны учитываться почвенно-климатические условия, биологические особенности культур, организационные и экономические возможности хозяйства. Студенты-заочники должны пользоваться данными хозяйства, где они работают, или ближайшего по месту жительства хозяйства. Студент пользуется настоящими методическими указаниями, последовательно заполняя все таблицы, каждая из которых должна быть обоснована текстуально.

Справочный материал нужно брать из рекомендуемой литературы или приложения в конце настоящих указаний.

Правильно выполненная курсовая работа допускается к защите, при которой необходимо дать разъяснения по основным разделам работы, теоретическим вопросам агрохимии и системе применения удобрений в севообороте.

**ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ
ДЛЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА ПО АГРОХИМИИ**

I. Краткие сведения о хозяйстве

1. Регион, район, хозяйство _____

2. Направление хозяйства _____
3. Площадь пашни, га _____
4. Типы и подтипы почв _____
5. Сумма атмосферных осадков за год, мм _____
6. Сумма положительных температур за год, °С _____
7. Продолжительность вегетационного периода, дней _____
8. Продолжительность стойлового периода с.-х. животных, дней _____
9. Наличие залежей торфа _____

II. поголовье скота (голов)

1. Лошадей взрослых _____
2. Крупного рогатого скота _____
3. Молодняка к.р.с. _____
4. Свиной _____
5. Овец _____
6. Птицы _____

III. Поступило удобрений в предыдущем году (ц)

1. Аммиачной селитры _____
2. Мочевины _____
3. Сульфата аммония _____
4. Суперфосфата простого _____
5. Суперфосфата двойного _____
6. Фосфоритной муки _____
7. Хлористого калия _____
8. Калийной соли _____
9. Нитроаммофоса _____
10. Аммофоса _____
11. Нитрофоски _____
12. Нитроаммофоски _____
13. Аммофоски _____

IV. Площадь и урожайность основных сельскохозяйственных культур

№№ п/п	Культуры	Площадь, га	Средняя урожайность за 3 года, ц/га
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Руководитель курсового проекта

(преподаватель кафедры) _____

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ХОЗЯЙСТВЕ

1. Регион, район _____

2. Хозяйство _____

3. Сложившаяся специализация _____

4. Землепользование хозяйства: пахотной земли _____ га, лугов _____ га, садов _____ га, виноградников _____ га.

Таблица 1 – Характеристика климатических условий

Годы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Сумма за год
Осадки, мм													
Многолетние													
200... г.													
200... г.													
Температура воздуха, °С													
Многолетняя													
200... г.													
200... г.													

Продолжительность вегетационного периода, дней _____

Количество осадков за вегетационный период, мм _____

Заключение по климатическим условиям (достаточность осадков, необходимость орошения, возможность возделывания с.-х. культур и эффективность удобрений).

Таблица 2 – Урожайность сельскохозяйственных культур

№№ п/п	Культуры	Урожайность, т/га		
		в среднем за последние 3 года	план на год освоения севооборота	прибавка
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Обоснование планируемых урожаев

Таблица 3 – Почвы и их агрохимическая характеристика

№№ п/п	Тип и подтип	Площадь, га	Гумус, %	рН (.....)	Мг-экв/100 г почвы			Степень насыщенности почвы основаниями, (V), %	Подвижные формы, мг/100 г почвы		
					натрия	гидролит. кислотность	сумма поглощенных оснований		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											

Заключение о пригодности почв для выращивания с.-х. культур и потребности во внесении удобрений.

Таблица 4 – Рекомендуемый или принятый в хозяйстве севооборот

№№ п/п	Чередование культур в севообороте	Площадь, га
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Заключение о севообороте (анализ чередования культур с агротехнической точки зрения).

2. НАКОПЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

В этом разделе студент должен вспомнить состав и свойства органических удобрений, условия их правильного хранения, предотвращающие потери питательных веществ и загрязнение окружающей среды, рациональную технологию применения (сроки, дозы и способы внесения).

При расчетах потребности в органических удобрениях следует исходить из возможностей хозяйства в отношении накопления навоза и других местных удобрений. Особенно важно знать наличие залежей торфа и использование его для приготовления компостов. Затем устанавливают насыщенность севооборота органическими удобрениями, понимая под этим количество органических удобрений, приходящееся на 1 га пашни. Накопление органических удобрений и насыщенность ими севооборотов должны быть возможно большими, но реальными для данных условий.

Зеленое удобрение, если оно проектируется, включается в общее количество удобрений в соответствии с урожаем зеленой массы.

В обоснование баланса необходимо дать план мероприятий, обеспечивающих получение запланированного количества органических удобрений – навоза, компостов, посева сидератов, а также дать предложения по улучшению способа хранения навоза.

Необходимо предусмотреть самое широкое использование торфа при его наличии как в подстилку, так и для приготовления различных компостов. Для этого следует рассчитать количество торфа, которое нужно заготовить или приобрести. Выход навоза в хозяйстве устанавливают одним из предлагаемых способов.

Первый способ

Таблица 5 – Годовое накопление навоза и навозной жижи

Вид скота	Продолжительность стойлового периода, дней	Количество голов	Выход навоза, за год, т		Вых. нав. жижи, за год, т	
			от 1 головы	от всех голов	от 1 головы	от всех голов
Лошади взрослые						
Крупный рогатый скот						
Молодняк к. р. с.						
Свиньи взрослые						
Овцы						
Птицы						
Будет приобретено и завезено извне						
			Всего		Всего	

Второй способ

Расчет выхода навоза ведется по формуле:

$$H = \left(\frac{K}{2} + П \right) \times 4,$$

где H – количество свежего навоза в хозяйстве (т);

K – количество израсходованных кормов (т); берется половина этого количества, т.е. $\frac{K}{2}$, так как примерно такое количество переходит из корма в навоз;

P – подстилка (т);

4 – коэффициент для перевода сухого вещества в сырой навоз, так как в навозе содержится примерно $\frac{1}{4}$ сухого вещества и $\frac{3}{4}$ воды.

Третий способ

Для подсчета выхода жидкого навоза от животных можно пользоваться справочными данными.

Таблица 6 – Выход жидкого навоза от животных при нормальном разбавлении навоза водой (за сутки)

Вид животных	Общий выход выделений на 1 голову (кал, моча, вода), кг	Поголовье	Общий выход навоза, т
Молочный скот	55		
Молодняк крупного рогатого скота	25		
Откормочные свиньи	5		

Зная поголовье и вид скота, выход жидкого навоза за сутки на 1 голову и продолжительность стойлового периода, рассчитывают выход жидкого навоза по формуле:

$$B = \frac{Pc \times A \times D}{1000},$$

где B – выход жидкого навоза за стойловый период, т;

Pc – поголовье скота;

A – общее количество за сутки на 1 голову, кг;

D – продолжительность стойлового периода;

1000 – коэффициент пересчета в т.

Способ и срок хранения _____

Потери навоза при хранении, % _____

Валовый выход навоза за вычетом потерь, т _____

Таблица 7 – Приготовление компостов

Вид компоста	Состояние компостируемых материалов	Компостируемый материал, т				Всего компостов, т
		навоз	торф	фосфоритная мука		

Итого компостов _____ (т)

Всего будет накоплено органических удобрений _____ (т)

Всего требуется органических удобрений _____ (т)

Заключение о возможном накоплении органических удобрений

3. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ ХОЗЯЙСТВА В УДОБРЕНИЯХ

Определение места внесения и дозы органических удобрений

Определение норм удобрений в севооборотах начинают с распределения органических удобрений между севооборотами, а внутри севооборота – между культурами. Определив возможности максимального накопления в хозяйстве навоза и др. органических удобрений, приступают к их распределению, обеспечивая в первую очередь ими овощные, кормовые и специализированные по наиболее ценным культурам севообороты. Затем приступают к определению места и норм внесения органических удобрений в конкретном севообороте с учетом отзывчивости отдельных культур.

Обычно в зерновых севооборотах органические удобрения вносят под озимые, в зерно-пропашных – под пропашные, в овощных – под наиболее отзывчивые культуры (огурец, лук), в севооборотах с техническими культурами – под предшественники или непосредственно под эти культуры.

Распределение навоза между озимыми и пропашными культурами зависит от принятой схемы севооборота, вида пропашной культуры и почвенных условий. Например, в Нечерноземной зоне при размещении картофеля по озимым полная норма навоза (40 т/га) обеспечивает высокий урожай и озимых, и картофеля, который, используя последствие навоза, может получать только минеральные удобрения. При разрыве между озимыми и картофелем в несколько лет, да еще при внесении под озимые умеренных норм навоза, целесообразно внесение навоза под картофель.

В овощных севооборотах следует учитывать, что огурец, лук, капуста, ранний картофель и томаты лучше отзываются на непосредственное внесение под них навоза, а свекла, морковь и другие корнеплоды лучше используют его последствие.

Нормы органических удобрений зависят от их качества, почвенно-климатических условий, уровня урожайности, и обычно в Нечерноземной зоне составляют 20-40 т/га, иногда 60, а в черноземной и зоне каштановых почв и сероземов – 10-20, иногда 30 т/га. Как правило, чем беднее почва питательными веществами и гумусом, тем более высокие нормы органических удобрений следует применять. Существенное значение в определении норм органических удобрений имеет механический состав почвы: в легких, хорошо дренированных почвах по сравнению с суглинистыми и глинистыми разложение органического вещества происходит быстрее, поэтому органические удобрения на них нужно вносить чаще или в больших нормах.

Обычно рекомендации по нормам органических удобрений под отдельные культуры разрабатываются зональными научно-исследовательскими учреждениями. В качестве примера приведем рекомендации Северо-Западного института (табл. 8).

Таблица 8 – Дозы навоза, применяемые в нечерноземной зоне

Культура	Дозы навоза, т/га		
	пониженные	средние	повышенные
Озимая пшеница по чистому пару	15-20	20-30	35-40
Картофель поздний	15-20	25-30	35-40
Капуста поздняя и средняя	30-40	45-50	55-60
Кормовые корнеплоды	25-30	35-40	45-50

Под нормой понимается количество удобрений, вносимых под с.-х. культуры за период их выращивания, **а доза** – это количество удобрений, вносимое за один прием.

Эффективность применения удобрений зависит от нормы внесения. Она должна быть научно обоснована с учетом биологических особенностей каждой сельскохозяйственной культуры, ожидаемого ее урожая, погодных условий, плодородия почвы, уровня агротехники, удобренности и урожайности предшественников, форм и удобрений, сроков и способов их внесения и др. факторов. Следовательно, нормы удобрений, определенные с учетом совокупного действия возможно большего числа факторов, и являются основным условием умелого применения удобрений. В то же время это один из наиболее сложных вопросов современной агрономической науки и практики. Именно здесь должны быть учтены всевозможные взаимоотношения между растением и почвой, удобрениями и погодными условиями. Сложность задачи обусловила появление значительного числа методов определения норм удобрений, многие из которых довольно широко применяются в практике.

Несмотря на многообразие методов определения норм удобрений под отдельные культуры, принципиально они могут быть объединены в три различные группы:

- 1). По непосредственным результатам полевых опытов.
- 2). Балансовые расчетные методы.
- 3). Математические методы с применением ЭВМ.

Первый метод – по результатам полевых опытов (в настоящее время считают основным). Нормы удобрений определяют с помощью рекомендации местных научно-исследовательских учреждений. Эти рекомендации разрабатываются на основе результатов многолетних полевых опытов, которые проводятся на типичных для зоны почвах разной обеспеченности подвижными формами питательных веществ с ведущими сельскохозяйственными культурами.

Они уточняются в зависимости от эффективного плодородия почвы при помощи поправочных коэффициентов (табл. 9).

Таблица 9 – Примерные поправочные коэффициенты к нормам удобрений под сельскохозяйственные культуры в зависимости от обеспеченности почвы подвижными формами азота, фосфора и калия

Класс	Обеспеченность почвы подвижными формами питательных веществ	Зерновые, зернобобовые, однолетние и многолетние травы	Пропашные	Овощные и технические
1	Очень низкая	1,5-2,0	без предварительного окультуривания урожаи не обеспечиваются	
2	Низкая	1,3-1,5	1,5-2,0	
3	Средняя	1	1,3-1,5	1,5-2,0
4	Повышенная	0,5-0,7	1	1,3-1,5
5	Высокая	0,3-0,5	0,3-0,5	1 (только для фосфорных удобрений)
6	Очень высокая	0-0,3	0-0,3	0-1,3

Пример расчета норм удобрений по рекомендациям с использованием группировки почв по обеспеченности питательными веществами (табл. 10) и приведен ниже.

Таблица 10 – Группировка почв по обеспеченности питательными веществами, мг на 1 кг почвы

Класс почв	P ₂ O ₅	K ₂ O	Легкогидролизуемый азот по Тюрину и Кононовой	
	(по методу Кирсанова)		pH<5	pH=5–6
I	25	40	40	30
II	25-50	40-80	50	40
III	50-100	80-120	50-70	40-60
IV	100-150	120-170	70-100	60-80
V	150-250	170-250	100-140	80-120
VI	250	250	140	120

Дерново-подзолистая почва содержит 80 мг P₂O₅ на 1 кг почвы, т.е. относится к III классу по обеспеченности этим элементом питания; рекомендуемая норма фосфорного удобрения при возделывании ячменя на такой почве равняется 100 кг на га P₂O₅. При выращивании ячменя на поле с низким содержанием P₂O₅ (II класс) норма будет равняться 100x1,5 = 150 кг, а на почвах с высоким содержанием P₂O₅ – 100x0,5 = 50 кг P₂O₅ на 1 га.

Под культуры севооборота студент должен определить нормы удобрений **вторым методом**, который называется расчетным или балансовым.

Расчетный или балансовый метод позволяет прогнозировать урожай. Наиболее распространенным является расчет нормы удобрения на запланированную урожайность.

При определении норм удобрений этим методом надо знать:

1. Вынос питательных веществ с урожаем, который нетрудно рассчитать, используя данные справочной литературы и приложения в конце настоящих методических указаний.

2. Запасы подвижных питательных веществ на 1 га в пахотном слое почвы. Для этого содержание подвижных питательных веществ, выраженное в мг на 100 г почвы, умножают на коэффициент 30 и получают их запасы (в кг на 1 га) в пахотном слое.

3. Коэффициенты использования питательных веществ растениями из почвы и удобрений (приводятся в приложении).

Больше питательных веществ из почвы используется пропашными культурами с продолжительным вегетационным периодом, а на почвах легкого механического состава коэффициент использования фосфора несколько выше, чем на тяжелых.

Используя справочник или данные, имеющиеся в хозяйстве, студент устанавливает расчетным методом нормы удобрений для всех культур севооборота.

Пример расчета

Планируемая урожайность картофеля - 250 ц клубней с 1 га. По таблице или справочникам находим, что 1,0 ц основной и соответствующее количество побочной продукции выносят N - 0,6 кг, P₂O₅ - 0,2 кг и K₂O - 0,9 кг.

При планируемой урожайности вынос с 1 га питательных веществ составит:

азота $250 \times 0,6 = 150$ кг фосфора $250 \times 0,2 = 50$ кг калия $250 \times 0,9 = 225$ кг.

Дерново-подзолистая почва относится по обеспеченности подвижными формами питательных веществ к III классу и содержит: N - 5,0 мг, P₂O₅ - 5,0 мг, K₂O - 10,0 мг на 100 г почвы.

В пахотном слое 1 га содержится:

N - 150 кг (5,0x30) P₂O₅ - 150 кг (5,0x30) K₂O - 300 кг(10,0x30)

Коэффициенты использования питательных веществ из почвы принимаются следующие: N - 20%, P₂O₅ - 10% и K₂O - 20%.

Следовательно, из почвы для создания урожая будет использовано: N - 30 кг, P₂O₅ - 15 кг, K₂O - 60 кг (150x20:100, 150x10:100, 300x20:100).

Для получения планируемой урожайности надо внести с удобрениями на 1 га:

$150 - 30 = 120$ кг N, $50 - 15 = 35$ кг P₂O₅, $225 - 60 = 165$ кг K₂O.

Под картофель намечено внести 40 т навоза на 1 га, содержащего 0,5% N, 0,25% P₂O₅, 0,6% K₂O, с которым на 1 га будет внесено 200 кг азота, 100 кг P₂O₅, 240 кг K₂O.

Растения используют из навоза в первый год N - 20%, P₂O₅ - 30%, K₂O - 50%, то есть N - 40 кг, P₂O₅ - 30 кг, K₂O - 120 кг (200 x 20 : 100, 100 x 30 : 100, 240 x 50 : 100).

С минеральными удобрениями надо внести 1 га:

$120 - 40 = 80$ кг N, $35 - 30 = 5,0$ кг P₂O₅, $165 - 120 = 45$ кг K₂O.

С учетом коэффициентов использования питательных веществ из удобрений (N - 60%, P₂O₅ - 20%, K₂O - 80%) гектарные нормы внесения равны:

$80 \times 100 : 60 = 133$ кг N, $5 \times 100 : 20 = 25$ кг P₂O₅, $45 \times 100 : 80 = 56$ кг K₂O.

Формы удобрений устанавливаются с учетом биологических особенностей культуры и хозяйственных возможностей. Если имеются аммиачная селитра (34% N), суперфосфат простой (20% P₂O₅) и хлористый калий (60% K₂O), то их потребуется на га:

аммиачной селитры	$133 : 34 = 3,9$ ц	} 6 ц.
суперфосфата	$25 : 20 = 1,2$ ц	
хлористого калия	$56 : 60 = 0,9$ ц	

Таким образом, для получения запланированного урожая 250 ц/га клубней картофеля при соблюдении технологии возделывания необходимо внести 40 т навоза и 6,0 ц указанных форм минеральных удобрений на 1 га.

Расчет норм удобрений на планируемую прибавку урожая следует начинать с установления средней урожайности сельскохозяйственной культуры за 3-5 предыдущих лет.

Затем планируют прибавку урожая, исходя из максимальной прибавки за указанный период и рассчитывают необходимые для этого количества питательных веществ. Для этого надо определить вынос питательных веществ прибавкой урожая и с учетом коэффициентов использования питательных веществ из удобрений установить необходимую норму. Рассчитанную на прибавку урожая норму удобрений корректируют с помощью поправочных коэффициентов в зависимости от плодородия почвы.

Таблица 11 – Расчет норм удобрений на запланированный урожай по выносу

Показатель	Культура _____ Планируемый урожай _____ц/га				Культура _____ Планируемый урожай _____ц/га				Культура _____ Планируемый урожай _____ц/га			
	орг.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	орг.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	орг.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1												
Вынос питательных веществ на 1,0 ц продукции, кг												
2												
Вынос запланированным урожаем, кг												
3												
Содержание в почве подвижных питательных веществ, мг/100 г												
4												
Запасы в почве подвижных питательных веществ, кг/га												
5												
Коэффициенты усвоения из почвы, %												
6												
Будет использовано из почвы с учетом коэффициентов усвоения, кг/га												
7												
Будет внесено с навозом, кг/га												
8												
Коэффициенты усвоения питательных веществ из навоза в первый год, %												
9												
Будет использовано из навоза с учетом коэффициента усвоения, кг												
10												
Необходимо довести питательных веществ с минеральными удобрениями, кг/га												
11												
Коэффициенты усвоения питательных веществ из минеральных удобрений, %												
12												
Следует внести питательных веществ с минеральными удобрениями, кг/га												

Культура _____ Планир. урожай _____ ц/га				Культура _____ Планир. урожай _____ ц/га				Культура _____ Планир. урожай _____ ц/га				Культура _____ Планир. урожай _____ ц/га			
орг.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	орг.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	орг.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	орг.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O

Математические методы с использованием ЭВМ предусматривают расчеты удобрений с учетом ряда факторов, определяющих их эффективность, с использованием ЭВМ.

Следует иметь в виду, что разработка норм удобрений при помощи математических методов зависит от количества и точности результатов полевых и производственных опытов, а также агрохимических исследований почв и растений.

В последние годы в центральных районах Нечерноземной зоны РФ широко применяются нормы удобрений для каждой сельскохозяйственной культуры, разработанные Центральным институтом агрохимического обслуживания (ЦИНАО) по программе «РАДОЗ». При этом учитываются тип, механический состав, степень эродированности и кислотность почвы, обеспеченность подвижными формами питательных веществ, предшественники, внесение удобрений под предшествующие культуры, продуктивность и планируемая урожайность возделываемой культуры.

На основании обработанной по программе информации, полученной от хозяйств, последним выдаются рекомендации и планы применения удобрений на планируемый год. При этом указываются нормы и дозы минеральных и органических удобрений, извести, способы их внесения на каждом участке, а также общая потребность в удобрениях по участкам, полям, севооборотам, отделениям и хозяйству в целом. Специалисты хозяйства могут корректировать эти нормы в зависимости от сложившихся условий.

После того, как будет решен вопрос о методе определения норм удобрений и установлены их величины для сельскохозяйственных культур, необходимо подсчитать потребность в удобрениях для севооборота, а также насыщенность севооборота удобрениями.

4. ХИМИЧЕСКАЯ МЕЛИОРАЦИЯ ПОЧВ

Определив место и дозу внесения в севообороте органических удобрений, устанавливают место и дозы внесения извести или гипса.

Известкование почв

Известкование почв производится в соответствии с их кислотностью и набором сельскохозяйственных культур в севообороте. Норму лучше устанавливать по гидролитической кислотности, принимая во внимание, что в большинстве севооборотов следует вносить нормы, соответствующие гидролитической кислотности почвы, а в льняных и картофельных севооборотах нормы извести не должны превышать $\frac{1}{2}$ гидролитической кислотности на легких и малокультуренных почвах и $\frac{3}{4}$ гидролитической кислотности на более окультуренных почвах.

Полная норма извести по гидролитической кислотности (т/га CaCO_3) численно равна $\text{Нг} \times 1,5$. Если данные о гидролитической кислотности почвы отсутствуют, нормы извести устанавливаются по рН солевой вытяжки (табл. 12). Эти нормы извести составляют приблизительно $\frac{3}{4}$ нормы установленной по гидролитической кислотности.

Таблица 12 – Нормы извести в зависимости от рН (т/га CaCO_3)

Механический состав почвы	рН солевой вытяжки					
	4,5 и менее	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4-5,5
Супесчаные и легкосуглинистые почвы	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	2,0
Средне- и тяжелосуглинистые почвы	6,0	5,5	5,0	4,4	4,0	3,5

При вычислении норм известковых материалов делается поправка на содержание в них действующего вещества (выраженного в % CaCO_3), влажность и тонины помола.

В первую очередь должны известковаться сильнокислые, затем среднекислые и, наконец, слабокислые почвы. Однако следует учитывать и отношение сельскохозяйственных культур к кислотности почвы; известкование должно проводиться в первую очередь под культуры, страдающие от кислотности (свеклу, кукурузу, бобовые, пшеницу, корнеплоды, капусту и др.). Если, например, эти культуры высеваются на среднекислых почвах, а картофель или овес на сильнокислых, то известк следует вносить под культуры, страдающие от кислотности, или еще лучше - под предшествующую им культуру (табл. 13).

Таблица 13 – План известкования почвы

№ поля	pH КС1	Гидролит. кислот-сть, м-эква. на 100 г почвы	CaCO ₃	Установленная общая норма, т/га	20 г.		20 г.		20 г.		20 г.		20 г.		20 г.	
					культура	норма известкового матер., т/га	культура	норма известкового матер., т/га	культура	норма известкового матер., т/га	культура	норма известкового матер., т/га	культура	норма известкового матер., т/га	культура	норма известкового матер., т/га
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																

Обоснование плана известкования кислых почв

Гипсование почв

Гипсование необходимо для улучшения солонцов и солонцеватых почв, содержащих более 10% натрия от общей емкости поглощения. Замещение поглощенного натрия кальцием достигается на некоторых солонцеватых почвах путем самогипсования и методом планировки. При самогипсовании солонцеватые почвы, содержащие гипс (2-3%) на глубине 30-45 см, подвергают глубокой вспашке или плантажу на глубине 35-50 см с тем, чтобы перемещать гипсоносный слой (полностью или частично) с солонцовым горизонтом. Образующийся при этом Na_2SO_4 (если он будет в избытке) удаляется последующим орошением (промывка солей).

Количество гипса, необходимое для замены избытка поглощенного натрия кальцием, рассчитывается по следующей формуле:

$$\text{доза } \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \text{ т/га} = 0,086 \cdot (\text{Na} - 0,1\text{E}) \cdot \text{H} \cdot \text{D} \text{ (Антипов – Каратаев И.Н.)}$$

где Na – содержание поглощенного натрия в миллиэквивалентах на 100 г почвы;

E – емкость поглощения в миллиэквивалентах на 100 г почвы;

H – глубина мелиорируемого слоя;

D – объемный вес мелиорируемого слоя.

Для гипсования почв используют гипс сырломотый, фосфогипс, алебастр.

Таблица 14 – Степень солонцеватости почв в зависимости от содержания

Содержание поглощенного натрия, % от емкости поглощения	Почвы
Не больше 3-5	Несолонцеватые
5-10	Слабосолонцеватые
10-20	Солонцеватые
Больше 20	Солонцы

Таблица 15 – План гипсования почв

№ поля	рН КСl	Na, м-экв на 100 г почвы	Установленная общая норма, т/га		200 г.		200 г.		200 г.		200 г.		200 г.		200 г.	
			CaSO ₄	материала	культура	доза гипса, т/га	культура	доза гипса, т/га	культура	доза гипса, т/га	культура	доза гипса, т/га	культура	доза гипса, т/га	культура	доза гипса, т/га
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																

Обоснование плана гипсования почв

5. ПЛАН РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УДОБРЕНИЙ В САДУ И В _____ СЕВООБОРОТЕ

План распределения удобрений составляется для одного севооборота: студенты специальностей «Агрономия», «Защита растений» - для полевого, специальности «Плодоовощеводство и виноградарство» - для овощного севооборота сада или виноградника (табл. 16).

Особо важное значение в проекте системы удобрения имеет план распределения удобрений между полями (культурами) севооборота. В плане указываются нормы, сроки и способы внесения удобрений под отдельные культуры. Они должны быть обязательно увязаны с почвенными и климатическими условиями, а также биологическими особенностями культур в севообороте.

При распределении удобрений между полями (культурами) севооборота необходимо прежде всего установить норму и место внесения навоза и других органических удобрений. В первую очередь удобрения вносят под ведущие в хозяйстве культуры: технические, овощные, кукурузу, сахарную свеклу и картофель. Необходимо учитывать влияние предшественников, а также последствие ранее внесенных удобрений.

Дозы минеральных удобрений приводятся в килограммах действующего вещества, а органических - в тоннах на гектар.

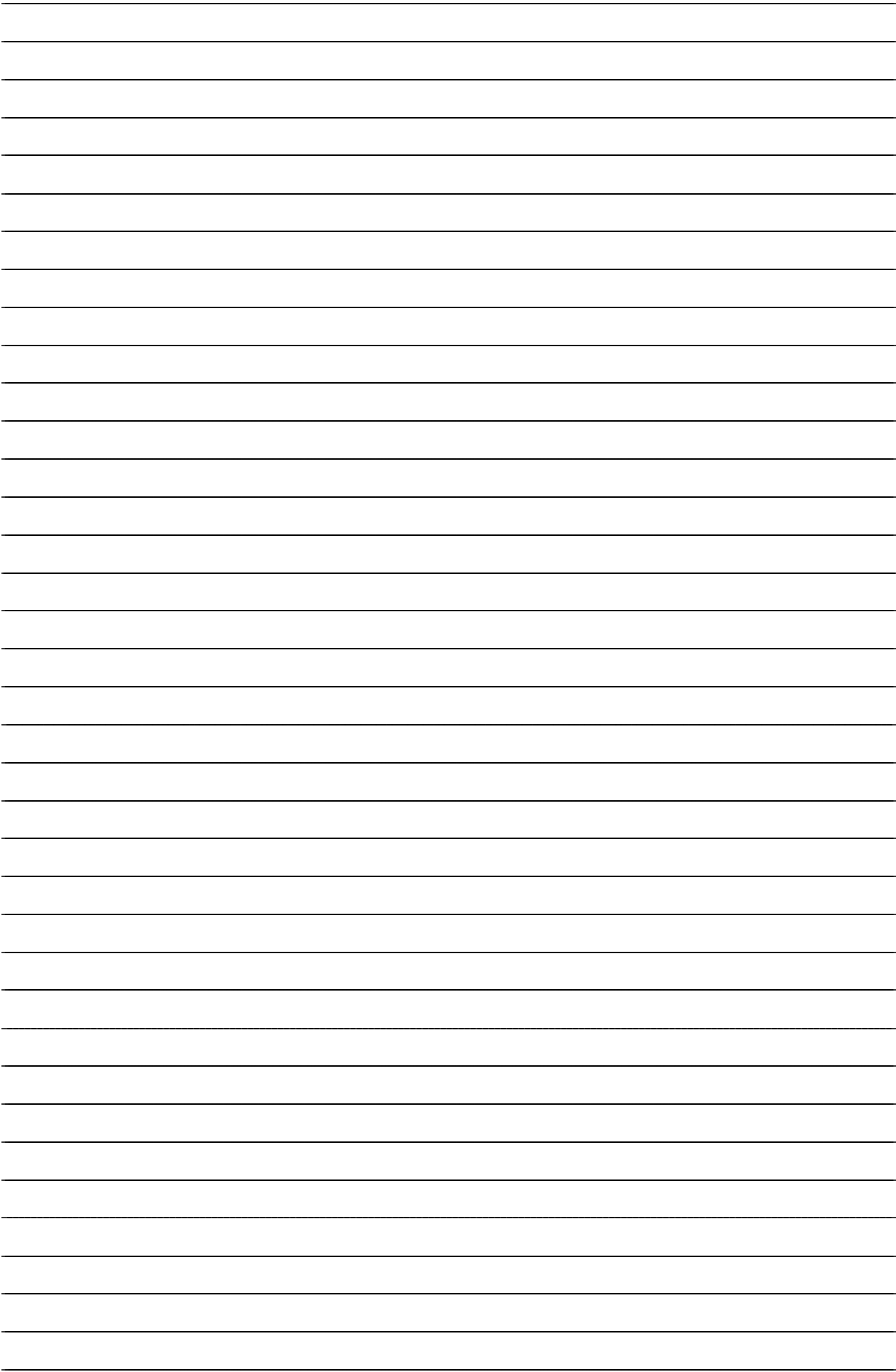
В системе удобрения могут применяться: основное, припосевное удобрение и подкормки. Необходимость применения подкормки нужно обосновать, так как обычно более эффективны припосевное и основное удобрения. Целесообразно самое широкое использование припосевного удобрения, как приема наиболее экономически эффективного, дающего возможность экономить удобрения и повысить их оплату полученной продукцией.

На кислых почвах необходимо комбинировать внесение фосфоритной муки в основном удобрении и суперфосфата - в припосевном. Например, вносить фосфоритную муку в компосте с органическими или в смеси с минеральными удобрениями, можно и в чистом виде, а небольшую дозу гранулированного суперфосфата (10-15 кг/га P_2O_5) – с семенами в рядки или гнезда при посеве. Фосфоритная мука на почвах ненасыщенных основаниями должна широко применяться, в особенности в компостах с органическими удобрениями.

Таблица 16

План распределения удобрений в _____ севообороте, кг/га д.в.

№ поля	Наименование культуры	Площадь, га	Урожайность, ц/га	Норма удобрения			Основное				При посеве			Подкормки				
				органич., т/га	минеральные			под зябь	под предпос. культур.		минеральные			минеральные				
					органич., т/га	N	P ₂ O ₅		K ₂ O	органич., т/га	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
Насыщенность:																		
минер. удобр.	кг/га д.в.																	
	ц/га туков																	
орган. удобр.	т/га																	



Фосфоритная мука, суперфосфат и калийные удобрения, вносимые в виде компостов с органическими, отражаются в соответствующих графах минерального удобрения путем указания доз N, P₂O₅ и K₂O.

В случае применения печной золы и навозной жижи в таблице указывается количество вносимых удобрений под данную культуру в кг/га д.в.

Студент должен не только подробно описать удобрение каждой культуры, но также дать обоснование рекомендуемым дозам удобрений при разных сроках внесения.

6. УДОБРЕНИЕ САДА И ВИНОГРАДНИКА

Следует учитывать тип почвы, возраст сада, его видовой состав, режим увлажнения. Удобрение плодоносящего и неплодоносящего сада различается лишь дозами. То же характерно и для орошаемых садов: дозы удобрений увеличиваются на 30-50% при орошении.

Навоз вносят один раз в три-четыре года в дозе 30-50 т/га. Минеральные удобрения (двойная-тройная доза РК) применяют ежегодно или один раз в два-три года. Азот следует вносить ежегодно. В год внесения навоза дозу минеральных удобрений следует уменьшить в два раза (табл. 17).

В зависимости от типа почвы выбирают конкретные формы удобрений. Потребность питательных веществ на 1 га определяют в соответствии с рекомендациями зональных агрохимических лабораторий. Общую потребность в удобрениях на всю площадь сада устанавливают как в физическом весе конкретных удобрений, так и в центнерах действующего вещества.

Обоснование удобрения сада и виноградника

Таблица 17 – Удобрение садов и виноградников

№ п/п	Название или № участка, квартала	Вид насажде- ний	Пло- щадь, га	Удобрения из расчета на 1 га				Потребность в удобрениях на всю площадь				
				время и способ внесения удобрений	органи- ческие, т	минеральные в кг действ. вещества		органиче- ские, т	в ц станд. туков			
						N	P ₂ O ₅	K ₂ O		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
Всего удобрений												

Примечание: удобрение неплодоносящих садов и виноградников включает посадку на постоянное место и содержание садов и виноградников до вступления в плодоношения.

7. УДОБРЕНИЕ В ПАРНИКАХ И ТЕПЛИЦАХ

Большинство овощных культур высаживаются рассадой, выращиваемой в парниках и теплицах.

Площадь теплиц или число парниковых рам для получения рассады определяют делением необходимого числа растений на занимаемой данной овощной культурой площади на выход рассады с 1 м² теплицы или одной парниковой рамы. Для обеспечения 1 га рассадой ранней капусты требуется 130 парниковых рам или 195 м² теплиц, средней капусты - соответственно 90 и 135, помидоров - 110 и 165, перца - 145 и 220, огурцов - 185 и 280.

Для обогрева парников необходимо биотопливо, чаще всего - навоз - 0,35-0,91 т на одну раму. Умножая это количество навоза на общее число рам, находят его общую массу для парников. Навоз в дозе 200-250 т/га применяют и как удобрение для теплиц (табл. 18).

Таблица 18 – Расчеты по использованию удобрений в парниках

№№ п/п	Культура	Число парниковых рам, шт.	Навоз		Минеральные удобрения					
			на 1 парниковую раму, т	всего	на 1 раму					
					виды и формы, кг/га			всего		
					N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Рассаду в парниках два-три раза подкармливают: 5-6 л воды на одну парниковую раму; в 100 л воды растворяют 17-30 г азота (д.в.), 15-20 г фосфора, 10-14 г калия. Применяют простые удобрения - аммиачную селитру, суперфосфат, калимагнезию и комплексные - кристаллин и т.д. Для питания рассады на 1 га теплицы за год вносят: аммиачной селитры - 3,3 ц, суперфосфата - 11 ц, хлористого калия - 4,4, калийной селитры - 0,5 ц, сульфата аммония - 1,1 ц.

Таблица завершается подсчетом потребности в органических и минеральных удобрениях для теплиц или парников.

Заключение

8. УДОБРЕНИЕ ЛУГОВ И ПАСТБИЩ

Действие отдельных видов, доз и сочетаний удобрений на лугах и пастбищах во многом зависит от их типа, видового состава трав, агрохимических свойств почв, режима влажности и других факторов. Например, на суходольных и пойменных лугах и пастбищах с преобладанием злаковых трав наиболее эффективно сочетание всех видов минеральных удобрений, а на торфяно-болотных почвах – калийные и медные в сочетании с фосфорными удобрениями. На всех почвах эффективность фосфорно-калийных удобрений возрастает с увеличением влажности почв (табл. 19).

Обоснование удобрения лугов и пастбищ

Таблица 19 – Удобрение лугов и пастбищ

№ п/п	Типы лугов	Пло- щадь, га	Фактический урожай в среднем за 3 года, ц/га	Планируе- мый урожай на 20__г., ц/га	Коренное улучшение			Известко- вые мате- риалы, т/га	Подкормка		
					органи- ч., т/га	минеральные, кг/га д.в.	К ₂ O		органи- ч., т/га	минеральные, кг/га д.в.	К ₂ O
					N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
Всего удобрений, ц											

9. БАЛАНС ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В СЕВООБОРОТЕ, САДУ И ВИНОГРАДНИКЕ

Важнейшим теоретически обоснованным способом проверки правильности разработанной системы удобрения в севообороте является расчет баланса питательных элементов при ее разработке.

С урожаем растения выносят из почвы значительные количества питательных элементов и, если эта потеря не возмещается, постепенно происходит истощение почвы и урожаи падают. Естественно, что на разных почвах скорость этого процесса различна - на плодородных это происходит гораздо медленнее, чем на бедных. Известно, что основными статьями прихода в балансе являются удобрения, симбиотические и свободно живущие азотфиксаторы и выпадение питательных элементов с осадками, а расхода - вынос питательных элементов с урожаем, выщелачивание их в грунтовые воды, эрозия и безвозвратные потери под влиянием деятельности некоторых микроорганизмов (денитрификация). Если учесть, что путем регулирования водно-воздушного и теплового режимов почвы можно значительно уменьшить такие статьи баланса, как эрозия, выщелачивание и денитрификация, и предположить, что поступление азота в почву с атмосферными осадками и фиксированного свободноживущими азотфиксаторами примерно равно потерям азота за счет вымывания его осадками, то наиболее существенными статьями баланса останутся: внесение удобрений, азотфиксация симбиотическими азотфиксаторами, вынос питательных элементов с урожаем.

Вместе с тем даже при относительно высоких урожаях многолетних трав обогащение почвы атмосферным азотом за счет деятельности клубеньковых бактерий клевера составляет относительно незначительную величину, потому что они одновременно выносят большое количество этого элемента с урожаем. Поэтому даже при наличии в севообороте многолетних трав их азот не следует считать ни в приход, ни в расход, а для получения урожая зернобобовых 25-30 ц/га зерна и более нужно хотя бы наполовину удовлетворять их потребности в азоте за счет удобрений, так как они при таких урожаях в большей степени потребители, а не накопители азота почвы. Следовательно, с учетом вышесказанного практические расчеты баланса питательных элементов в севообороте сводятся к двум статьям: вынос с урожаем и внесение удобрений.

Сказанное выше ни в коей мере не отрицает, а, напротив, подчеркивает положительное влияние многолетних трав на азотный баланс в хозяйстве. В самом деле, без внесения непосредственно под эти культуры азотных удобрений мы получаем с урожаем от 280 до 346 кг/га азота, и почва при этом не обедняется азотом. Поэтому при разработке системы удобрения в севообороте по многолетним травам можно не включать азот ни в приходную, ни в расходную статьи баланса, но это ни в коей мере не относится к фосфору и калию.

Итак, мы установили, что баланс при указанных условиях определяется по двум статьям: вынос с урожаем и внесение удобрений. Каковы же его количественные показатели?

Так как научно обоснованная система удобрения наряду с повышением урожайности и качества сельскохозяйственных культур обеспечивает и улучшение плодородия почв (его повышение и выравнивание по отдельным показателям), то и баланс питательных элементов при этом должен быть, казалось бы, только положительным по всем элементам. Но известно, что почвы разных типов неоднородны по потенциальному плодородию вообще, а по эффективному плодородию - в еще большей степени; так как даже в пределах одной почвенной разности могут отличаться по механическому составу, содержанию органического вещества, обеспеченности подвижными формами питательных элементов, кислотности и многим другим свойствам.

Одна почва может иметь высокое содержание гумуса и азота, низкое - подвижных форм калия, другая - много калия и мало фосфора и азота и т.д. Кроме того, большое влияние на баланс питательных элементов оказывает при всех прочих равных условиях общий уровень урожайности культур, так как с ростом урожайности возрастают, как правило, выносы питательных элементов с урожаями. В этом случае особенно возрастает значение большего положительного баланса.

Учитывая возможные коэффициенты использования питательных элементов из удобрений и основные задачи научно обоснованной системы удобрения в севообороте, можно считать, что на почвах со средним уровнем эффективного плодородия (III-IV класс) баланс питательных элементов должен быть положительным и количественно выражаться в процентах к выносу с урожаем в следующих величинах: по фосфору +80-100%, по азоту +10-20% и по калию от 0 до +10%. Только при таких показателях на среднеплодородных почвах возможно получение урожаев зерновых 35-40 ц/га и более эквивалентных урожаев других культур при повышении плодородия почв.

Естественно, что в зависимости от плодородия конкретного участка количественные показатели баланса могут изменяться. Так, например, на тяжелосуглинистых и глинистых почвах, богатых калием, возможен даже дефицитный баланс этого элемента в пределах 10-20% против выноса, на среднесуглинистых почвах и сероземах, высоко обеспеченных подвижным калием, баланс может быть близким к нулю, а на песчаных и супесчаных бедных калием почвах должен быть только положительным, не ниже +10% против выноса.

Баланс по азоту также может колебаться в зависимости от типа почвы, приближаясь к нулю на торфяниках и мощных черноземах или опускаться до +5-10% против выноса при наличии в севообороте; многолетних бобовых трав, тогда как на дерново-подзолистых почвах должен быть не ниже +15-20% против выноса.

Теоретически положительный баланс по фосфору может быть значительно меньше (до +50%) на почвах, высоко обеспеченных этим элементом, но таких почв в масштабах страны практически нет. На почвах же, очень бедных этим элементом, положительный баланс по нему должен составлять +130-150% против выноса.

Кроме того, количественные показатели баланса могут изменяться на одной и той же почве в зависимости от состава севооборота. Так, например, при наличии многолетних трав и культур, способных усваивать фосфор из труднодоступных фосфатов (люпины и др.), соответственно может несколько уменьшаться баланс азота и фосфора. В севообороте с калиелюбивыми культурами баланс калия может уменьшаться до нуля.

И, наконец, совершенствование способов внесения удобрений также будет изменять количественные показатели баланса.

Поскольку почвы всех типов, как правило, неодинаково плодородны по отдельным элементам, естественно, и баланс в зависимости от этого по отдельным элементам может колебаться (табл. 20).

Таблица 20 – Примерные количественные показатели баланса питательных элементов при разном плодородии почв (в % к выносу)

Элементы баланса	Плодородие почвы по всем элементам		
	низкое (I и II классы)	среднее (III и IV классы)	высокое (V и VI классы)
N	+30-20	+20-10	+10-0
P ₂ O ₅	+150-130	+100-80	до +50
K ₂ O	+15-20	+10-0	от 0 до -20

Составив план распределения удобрений для одного из севооборотов, студент должен установить, как сложится примерный баланс гумуса и питательных веществ в этом севообороте.

При определении баланса гумуса и питательных веществ в севообороте необходимо:

1. Подсчитать потери гумуса и вынос питательных веществ с планируемыми урожаями.
2. Установить поступление азота, фосфора и калия в почву с органическими и минеральными удобрениями.
3. Сделать заключение о балансе гумуса и питательных веществ в севообороте. В случае необходимости дать рекомендации по его улучшению.

Баланс гумуса в почве

Система применения удобрений в севообороте должна предусматривать не только бездефицитный баланс гумуса, но и расширенное его воспроизводство в почве. В зависимости от степени интенсификации земледелия и почвенно-климатических условий потери гумуса от его минерализации могут составлять ежегодно 0,4-4,0 т с 1 га.

Восполнение потерь осуществляется за счет гумификации органического вещества пожнивных и корневых остатков, но главным образом внесением органических удобрений.

В настоящее время рекомендации по поддержанию бездефицитного и положительного баланса гумуса основываются на следующих средних данных (табл. 21).

Таблица 21 – Показатели минерализации гумуса, восполнение его потерь за счет пожнивных и корневых остатков и коэффициент гумификации навоза

Район	Ежегодная минерализация гумуса в почве, т/га			Восполнение гумуса за счет пожнивных остатков, т/га			Коэффициент гумификации навоза, %
	под зерновыми	под пропашными	в чистом пару	зерновых	пропашных	многолетн. трав	
Центральный (НЧЗ)	1,0	1,5	1,7	0,4	0,2	0,6	20
Центрально-черноземный	0,7	2,0	2,2	0,5	0,25	0,8	30
Поволжский	0,5	2,0	2,2	0,4	0,2	0,6	25
Северо-Кавказский	0,7	2,5	2,8	0,7	0,35	0,8	25
Белоруссия	1,0	2,0	2,2	0,5	0,25	0,8	20

Как видно, большую часть гумуса необходимо восполнять за счет органических удобрений. Принято считать, что от 1 т навоза, содержащего 200-250 кг сухого органического вещества, с учетом гумификации образуется 35-50 кг гумуса. Другие органические удобрения приравниваются к навозу по содержанию органического вещества. Исходя из этого, нетрудно подсчитать ежегодную норму органических удобрений в среднем на 1 га пашни в севообороте для создания бездефицитного или положительного баланса гумуса в почве. Такой баланс имеется на полях с посевом многолетних трав, где отношение гумуса, восполняемого за счет пожнивных и корневых остатков к потерям его из-за минерализации равно 1, а при хороших урожаях - выше.

Однако создание бездефицитного баланса гумуса при бесменном возделывании многолетних трав не является системой, так как современный уровень земледелия предусматривает выращивание различных культур в севообороте.

При существующей структуре посевных площадей и урожайности сельскохозяйственных культур потери гумуса при его минерализации не могут восполниться за счет корневых и пожнивных остатков, поэтому для каждого севооборота необходимо установить норму ежегодного внесения органических удобрений в среднем на 1 га пашни.

Пример расчета баланса гумуса в севообороте на дерново-подзолистых почвах в Центральном районе Нечерноземной зоны РФ приводится ниже (табл. 22).

Дефицит гумуса равен $1,03 - 0,40 = 0,63$ т, или 630 кг на 1 га.

На поля севооборота вносится навоз, содержащий сухого органического вещества 22%, или 220 кг на 1 т.

Коэффициент гумификации навоза 20%.

Количество гумуса, образующегося от 1 т навоза, равно: $220 \times 20 : 100 = 44$ кг.

Для обеспечения бездефицитного баланса гумуса необходимо вносить в среднем ежегодно на 1 га пашни севооборота:

$630 : 44 = 14$ т навоза

или соответствующее количество органического удобрения - расчетная насыщенность севооборота органическими удобрениями.

Фактическая насыщенность севооборота органическими удобрениями, навозом, например - 18 т на 1 га.

Обеспечивается фактическое восполнение потерь гумуса за счет вносимых органических удобрений: $18 \times 44 = 792$ кг на 1 га.

Баланс гумуса (кг на 1 га) $792 - 630 = 162$

% к расчетной величине - $792 \times 100 : 630 = 125,7\%$

При отрицательном балансе следует определить необходимое дополнительное количество органического удобрения в расчете на 1 га пашни севооборота ежегодно.

Ознакомившись с методическими указаниями по составлению балансов, студент обязан сделать расчеты для конкретного севооборота.

Таблица 22 – Баланс гумуса в севообороте

№ поля	Культура	Площадь, га	Содержание гумуса в почве		Минерализуется гумуса в год, т/га	Восполняется гумуса за счет пожнивных и корневых остатков в год, т/га
			%	т/га		
1	Многолетние травы	100	2,3	69	0,6	0,6
2	Многолетние травы	102	2,4	72	0,6	0,6
3	Озимая пшеница	102	2,3	69	1,0	0,4
4	Картофель	100	2,2	66	1,5	0,2
5	Овес	101	2,2	66	1,0	0,4
6	Кукуруза на силос	99	1,7	51	1,5	0,2
7	Ячмень с подсевом мн. трав	103	2,1	61	1,0	0,4
	Итого	707	-	457	7,2	2,8
	Среднее	101	2,2	65	1,03	0,40

Таблица 23 – Баланс азота (N)

№№ п/п	Культура	Площадь, га	Урожай, ц/га	Вынос с урожаем, кг/га	Поступление, кг/га			Баланс	
					с орган. удобрен.	с минер. удобрен.	всего	на 1 га, кг	на всю площадь, кг
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
	Сумма								
	Среднее								

Таблица 24 – Баланс фосфора (P_2O_5)

№№ п/п	Культура	Площадь, га	Урожай, ц/га	Вынос с урожаем, кг/га	Поступление, кг/га			Баланс	
					с орган. удобрен.	с минер. удобрен.	всего	на 1 га, кг	на всю площадь, кг
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
Сумма									
Среднее									

Таблица 25 – Баланс калия (K_2O)

№№ п/п	Культура	Площадь, га	Урожай, ц/га	Вынос с урожаем, кг/га	Поступление, кг/га			Баланс	
					с орган. удобрен.	с минер. удобрен.	всего	на 1 га, кг	на всю площадь, кг
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
Сумма									
Среднее									

*Таблица 26 – Баланс питательных веществ в севообороте
(в среднем кг на га площади)*

Показатели		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Убыль, всего				
в том числе: вынос с урожаем				
Поступило в почву, всего				
в том числе:	с органическими удобрениями			
	с минеральными удобрениями			
Баланс (+, -)				
Интенсивность баланса (возмещение выноса), %				

Обоснование баланса гумуса и питательных веществ в севообороте

Таблица 27 – Расчет количества туков и их стоимости

№№ п/п	Культуры	Удобрения										Стоимость удобрений, руб.									
		орган, т/га	минеральные, кг/га д.в.			туки, ц/га			орган.	минеральные			всего								
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	азотн.	фос- форн.	калийн.		всего	азотн.	фос- форн.		калийн.							
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					
9																					
10																					
Многолетники																					
1	Плодоносящий сад																				
2	Плодоносящий виноградник																				
3	Луга и пастбища																				

Таблица 28 – Расчет экономической эффективности применения удобрений

№№ п/п	Культура	Площадь, га	Внесено удобрений, ц/га	Стоимость удобрений, руб./га	Затраты на внесение удобрений, руб./га	Затраты на уборку и перевозку дополнител. продукции, руб./га	Всего затрат на применение удобрений, руб./га	Прибавка урожая от удобрений, ц/га	Стоимость прибавки, руб./га	Условно чистый доход, руб.			Рентабельность, %
										с 1 га	со всей площади	на 1 руб. затрат	
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
В среднем с 1 га													
Всего													
Многолетники													
1	Плодоносящий сад												
2	Плодоносящий виноградник												
3	Луга и пастбища												
ИТОГО													

4. Интенсивность использования энергии (стоимость прибавки в рублях делится на энергозатраты по применению удобрений), которая указывает на связь между стоимостной и энергетической оценками применения удобрений.

С энергетической точки зрения применение удобрений считается эффективным тогда, когда обеспечивается более чем однократная окупаемость затрат, т.е. больше 1,0.

Энергия, накопленная в общем урожае сельскохозяйственных культур, оценивается в джоулях (МДж) и учитывается в основной и побочной продукции. А энергия, полученная от применения минеральных удобрений (содержащаяся в прибавке урожая), определяется по формуле 1 и заполняется таблица 29.

$$Vf^p = Yn \times Ri \times l \times 100, \text{ МДж/га}, \quad [1]$$

где Vf^p – содержание энергии в прибавке основной продукции, МДж;

Yn – прибавка урожая основной продукции от удобрений ц/га;

Ri – коэффициент перевода единицы с.-х. продукции в сухое вещество;

l – содержание общей энергии в 1 кг сухого вещества основной продукции, МДж;

100 – коэффициент перевода ц в кг.

Значения показателей l и Ri приведены в таблице 1 приложения 9.

В совокупных энергозатратах на осуществление технологического процесса минеральные удобрения в расчете на 1 кг д.в. оцениваются следующим количеством энергии (МДж): азотные (a_N) – 86,6, фосфорные (a_P) – 12,6, калийные (a_K) – 8,3, навоз – 0,42 (табл. 2 приложения 9).

Наименьшая энергетическая эффективность наблюдается у азотных удобрений, что связано с более высокими энергозатратами на их производство по сравнению с фосфорными и калийными удобрениями.

Энергетические затраты (A_0) на применение минеральных удобрений определяются по формуле 2 и заполняется таблица 27.

$$A_0 = (H_N \times a_N) + (H_P \times a_P) + (H_K \times a_K) \text{ МДж}, \quad [2]$$

где H_N, H_P, H_K – соответственно фактические дозы внесения азотных, фосфорных и калийных удобрений, кг/га д.в.;

a_N, a_P, a_K – энергетические затраты на 1 кг д.в. азотных, фосфорных и калийных удобрений.

Энергетическая эффективность (энергоотдача, или биоэнергетический КПД) применения минеральных удобрений (η) определяется по формуле 3:

$$\eta = \frac{Vf_0}{A_0}, \quad [3]$$

где η – энергетическая эффективность (энергоотдача, или биоэнергетический КПД), ед.;

Vf_0 – количество энергии, полученное в прибавке урожая основной продукции от минеральных удобрений, МДж;

A_0 – энергозатраты на применение минеральных удобрений, МДж (табл. 3 в приложении 9).

Окупаемость удобрений определяется делением величины прибавки (в кг/га з.е.) на общее количество внесенных на гектар удобрений (в кг/га д.в., табл. 31).

Приведем примеры на основе фактических данных.

Пример 1. Расчет энергетической эффективности (энергоотдача) минеральных удобрений на возделывание озимых зерновых культур по интенсивным технологиям в хозяйствах страны в среднем за 1985 г.

1. Урожайность зерновых культур – 27,0 ц/га.

2. Дозы минеральных удобрений – $N_{80} P_{64} K_{37}$.

3. Прибавка урожая зерна от удобрений – 7,0 ц/га.

$$\eta = \frac{Vf_0}{A_0} = \frac{700 \times 16,45}{(80 \times 86,6) + (64 \times 12,6) + (37 \times 8,3)} = \frac{11515 \text{ МДж}}{8041 \text{ МДж}} = 1,43 \text{ ед.}$$

$\eta = 1,43$, т.е. с энергетической точки зрения интенсивные технологии возделывания озимых зерновых культур в стране в 1985 г. были эффективными, так как энергоотдача превышала единицу.

Таблица 29 – Определение содержания энергии в прибавке урожая основной продукции (Vf^o)

№/П	Культуры	Прибавка урожая (Yn), ц/га	Коэффициент переработки (Ri)	Энергия в 1 ц сухого вещества (I), МДж	Содержание общей энергии в 1 ц урожая в натуре ($Rixl$), МДж	Содержание энергии в прибавке осн. продукции (Vf^o), МДж
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
Многолетники						
1	Плодоносящий сад					
2	Плодоносящий виноградник					
3	Луга и пастбища					

Таблица 30 – Определение энергозатрат на применение удобрений (A₀)

№ п/п	Культуры	Дозы удобрений, кг/га					Энергетические затраты на применение удобрений, МДж/га					
		орг. удобр.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	всего	орг. удобр.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	известь	всего (A ₀)
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
Многолетники												
1	Плодоносящий сад											
2	Плодоносящий виноградник											
3	Луга и пастбища											

Таблица 31 – Определение окупаемости удобрений приравкой урожая

№ п/п	Культуры	Приравка			Внесено удобрений всего кг/га д.в.	Окупаемость, кг/га з.е. на 1 кг д.в.
		кг/га	коэффициент перевода в з.е.	всего з.е., кг/га		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
Многолетники						
1	Плодоносящий сад					
2	Плодоносящий виноградник					
3	Луга и пастбища					

Таблица 32

Агрономическая и энергетическая эффективность применения удобрений в _____ севообороте

№ п/п	Культуры	Прибавка урожая, ц/га	Количество энергии в прибавке (Vf^0), МДж	Всего затрат энергии на удобрения (A_0), МДж	Энергетический коэффициент (η), ед.	Стоимость прибавки, руб.	Интенсивность использования энергии
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
Многолетники							
1	Плодоносящий сад						
2	Плодоносящий виноградник						
3	Луга и пастбища						

11. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ УДОБРЕНИЙ В СЕВООБОРОТЕ, САДУ И ВИНОГРАДНИКЕ И СОСТАВЛЕНИЕ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНА ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Потребность в удобрениях определяется по таблице 33, а календарный план внесения и приобретения минеральных удобрений на всю площадь севооборота составляется, соблюдая примерные календарные сроки сельскохозяйственных работ (табл. 34).

Правильно составленный календарный план применения удобрений значительно повышает организационно-хозяйственную деятельность бригады, отделения и хозяйства в целом, является по существу рабочим планом бригадира и звеньевое по организации всех работ и одновременно позволяет главным специалистам контролировать правильность выполнения плановых заданий.

При таком научно обоснованном и последовательном подходе к разработке системы удобрения в севообороте при прочих удовлетворительных условиях, естественно гарантировано получение плановых урожаев в систематическое планомерное повышение плодородия почв.

Таблица 33 – Потребность в удобрениях

№№ п/п	Культуры	Площадь, га	Органических удобрений		Минеральных удобрений														
			азотных		фосфорных			калийных											
			т/га	всего, т	кг/га д.в.	ц/га туков	всего т	кг/га д.в.	ц/га туков	всего т	кг/га д.в.	ц/га туков	всего т						
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
	Всего по севообороту																		
Многолетники																			
1	Плодоносящий сад																		
2	Плодоносящий виноградник																		
3	Луга и пастбища																		

Таблица 34 – Календарный план потребности в органических и минеральных удобрениях

№№ п/п	Сроки внесения	Номер поля	Площадь, га	Орган. удобр., т	Известь, т	Минеральные удобрения, т											
						аммиачная селитра	мочевина	супер-фосфат	фосфоритная мука	хлористый калий	калийная соль						
1	Под вспашку для озимых																
2	Припосевное удобрение озимых																
3	Под зяблевую вспашку																
	- // -																
	- // -																
4	Подкормки озимых и рано весной трав																
5	Под перепашку зяби или предпосевную культивацию																
6	Припосевное удобрение яровых культур																
7	Подкормка яровых культур																
8	Подкормка многолетних трав и поздние подкормки озимых																
Многолетники																	
1	Плодоносящий сад																
2	Плодоносящий виноградник																
3	Луга и пастбища																

**Описание и обоснование сроков, способов внесения
и форм применяемых удобрений под каждую культуру севооборота**
(с учетом почвенно-климатических условий и биологических особенностей культур
севооборота и др.)

В обосновании к плану распределения удобрений в севообороте необходимо охарактеризовать биологические особенности возделываемых культур. При этом надо остановиться на таких моментах как:

1. Сорту выращиваемой культуры и его характеристика.
2. Отношение данной культуры к реакции среды и концентрации питательного раствора.
3. Вынос питательных веществ с урожаем и динамика их поглощения по фазам развития.
4. Желательные формы удобрений для данной культуры.

С учетом особенностей растений и почвенно-климатических условий на основании данных табл. 16 указать дозы удобрения при разных сроках внесения, глубину их заделки, машины, которые используются в хозяйстве для внесения удобрений.

12. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАДАННОГО УРОВНЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ

Исследованиями установлено, что систематическое применение оптимальных и повышенных норм органических и минеральных удобрений обеспечивает последовательное восполнение потенциального и эффективного плодородия почвы.

Балансовые расчеты могут использоваться для прогнозирования накопления питательных веществ и плодородия почвы. Такая работа проводится при составлении проектно-сметной документации на комплексное агрохимическое окультуривание полей (КАХОП).

Для этих целей научно-исследовательскими учреждениями разрабатываются соответствующие нормативы уровня содержания P_2O_5 и K_2O , обеспечивающего получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур, а также необходимые затраты удобрений для достижения заданной обеспеченности почвы питательными веществами (табл. 35 и 36).

Таблица 35 – Рекомендуемое содержание фосфора и калия для основных севооборотов на различных почвах при агрохимическом окультурировании полей

Тип почвы	Механический состав	Нормы		Метод определения
		P_2O_5	K_2O	
Дерново-подзолистые	1	50-60	40-60	По Кирсанову
	2	70-90	60-80	»
	3	100-120	80-100	»
Глеевые	в среднем	150-160	-	»
Серые лесные	1	70-80	60-70	»
	2	90-110	70-80	»
	3	120-140	80-90	»
Черноземы оподзоленные	1	80-90	80-90	По Чирикову
Черноземы выщелоченные	2	90-100	80-90	»
	3	100-120	-	»
Черноземы мощные, обыкновенные	1	90-100	-	»
	2	100-110	-	»
	3	120-130	-	»
Черноземы приазовские и предкавказские	в среднем	110-130		По Мачигину
Каштановые	»	90-110	-	»

Минеральные (фосфорные и калийные) удобрения можно вносить в запас. На дерново-подзолистых и серых лесных почвах, легких по механическому составу, калийные минеральные удобрения в запас вносить не рекомендуется. В данном случае оптимальное содержание калия должно обеспечиваться запасным внесением органических удобрений и систематическим применением калийных.

Доза питательного вещества рассчитывается с учетом его суммарного поступления с органическими и минеральными удобрениями (сверх выноса). Она зависит от фактического и заданного содержания фосфора и калия в почве, затрат питательных веществ на увеличение содержания этих элементов на 10 мг на 1 кг почвы.

Содержание азота регулируется балансом гумуса и ежегодным внесением азотных удобрений.

Таблица 36 – Нормы затрат питательных веществ на увеличение содержания фосфора и калия на 10 мг/кг почвы (слой 0-20 см) при одновременном внесении удобрений, кг на 1 га сверх выноса

Тип почвы	Механический состав	Нормы		Метод определения
		P ₂ O ₅	K ₂ O	
Дерново-подзолистые	1	50-60	40-60	По Кирсанову
	2	70-90	60-80	»
	3	100-120	80-100	»
Глеевые	в среднем	150-160	-	»
Серые лесные	1	70-80	60-70	»
	2	90-110	70-80	»
	3	120-140	80-90	»
Черноземы оподзоленные	1	80-90	80-90	По Чирикову
Черноземы выщелоченные	2	90-100	80-90	»
	3	100-120	-	»
Черноземы мощные, обыкновенные	1	90-100	-	»
	2	100-110	-	»
	3	120-130	-	»
Черноземы приазовские и предкавказские	в среднем	110-130		По Мачигину
Каштановые	»	90-110	-	»

Примечания: 1 - песчаные и супесчаные, 2 - суглинистые, 3 - глинистые и тяжелосуглинистые почвы.

Пример расчета по фосфору для суглинистой дерново-подзолистой почвы III класса обеспеченности подвижными формами питательных веществ (зернотравяной севооборот)

- а) Поле №
- б) Заданное содержание P₂O₅ в почве, мг на 1 кг почвы - 150.
- в) Фактическое содержание P₂O₅ в почве, мг на 1 кг почвы - 80.
- г) Вносится P₂O₅ сверх выноса при положительном балансе в составе удобрений за ротацию севооборота (или звена), мг на 1 кг почвы – 30.
- д) Недостает для создания заданного уровня P₂O₅, мг на 1 кг почвы: 150 – (80 + 30) = 40.
- е) Норма затрат питательных веществ на увеличение содержания P₂O₅ на 10 мг на 1 кг почвы, кг на 1 га – 80.
- ж) требуется внести питательных веществ для достижения заданного содержания P₂O₅, кг на 1 га:

$$40 \times 80 : 10 = 320$$

Такой расчет студент должен сделать для одного поля севооборота с невысоким содержанием подвижного фосфора или обменного калия в почве, на котором надо создать необходимый уровень эффективного плодородия для получения высоких урожаев.

При этом следует установить форму используемого удобрения, способы и сроки внесения. В случае, если за счет положительного баланса создаются условия для получения заданного содержания вещества без дополнительного внесения удобрений, необходимо определить срок, в течение которого будет достигнут запланированный уровень.

13. ЗАГОТОВКА И ХРАНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ

Для наиболее эффективного, научно обоснованного применения удобрений очень важное значение имеет организация накопления и правильного хранения как органических, так и минеральных удобрений. Наиболее распространенным органическим удобрением является навоз. Если его в хозяйстве накапливается недостаточно, то необходимо готовить компосты или приобрести недостающее количество. Очень эффективно применение зеленых удобрений: запашка урожая зеленой массы донника, люпина и др. культур по азоту равноценно внесению 30-40 т/га навоза.

Накапливающийся в хозяйстве навоз лучше хранить в навозохранилищах и в штабелях плотным способом, при котором потери питательных элементов (N) минимальны (N - до 12% за 3-4 месяца, табл. 37 и 38).

Минеральные удобрения необходимо хранить в специально построенных хранилищах, куда нет доступа атмосферным осадкам, талым и грунтовыми водами. Важнейшую роль при хранении минеральных удобрений имеет сохранение их физико-химических и механических свойств: гигроскопичность, слеживаемость, гранулометрический состав, сыпучесть, плотность, прочностные свойства гранул и др., требования к которым регламентируются соответствующими ГОСТами.

Таблица 37 – Определение площади навозохранилища и складов для необходимого количества минеральных удобрений

Наименование удобрений	Потребность, ц	Масса 1 м ³ , т	Объем всего количества туков, м ³	Допускаемая высота укладки, м	Площадь пола, м ²
Навоз					
Итого					
Минеральные удобрения					
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
Итого					

Таблица 38 – Организация работ по внесению удобрений

Наименование работ	Ед. измер.	Объем	Машины по вносе-нию	Норма выработки	Период работ			Ежедневно требуется				
					начало	конец	дней	тракторов	с.-х. машин	автомоб.		
Вывозка навоза:												
а) под забь	т											
б) зимой	т											
Перевозка минеральных удоб-рений	т/км											
Внесение навоза (по культурам)	га											
Основное внесение по культурам	га											
Предпосевное по культурам	га											
Внесение в рядки	га											
Бактеризация	т											
Обработка семян микроэле-ментами	т											
Подкормки по культурам	га											

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложения 1

О БОБОВЫХ КУЛЬТУРАХ

При вычислении количества азота, фиксируемого бобовыми культурами, можно исходить из того, что люцерна и клевер фиксируют из воздуха 75-80% от всего азота в биомассе (в урожае, корневых и пожнивных остатках), люпин - 65, горох - 40%.

При вычислении всего азота в биомассе можно ориентировочно считать, что отношение содержания азота в урожае к содержанию азота в корневых остатках для люцерны составляет 1:1,3, для клевера-1:1,2 люпина-1:0,6, гороха 1:0,3.

Приложение 2

ПОСТУПЛЕНИЕ АЗОТА В ПОЧВЫ (СТАТЬИ ПРИХОДА)

1. Азот органических удобрений.
2. Азот минеральных удобрений.
3. Фиксация атмосферного азота клубеньковыми бактериями (10 кг N на 1 т сена бобовых культур).
4. Фиксация атмосферного азота свободноживущими азотфиксаторами (около 15 кг/га).
5. Поступление азота с атмосферными осадками (около 5 кг/га).
6. Поступление азота с семенами (около 6 кг/га).

РАСХОД АЗОТА ИЗ ПОЧВЫ (СТАТЬИ РАСХОДА)

1. Вынос с урожаем культур.
2. Газообразные потери, необменное поглощение аммония, вымывание (всего около 50% азота, вносимого с минеральными удобрениями).
3. Переход азота органических удобрений в состав гумуса почвы, вымывание и газообразные потери минеральных форм азота из органических удобрений (всего около 65% азота органических удобрений).
4. Потери азота в результате плоскостной эрозии (в среднем 15-20 кг/га) пашни на почвах с расчлененными формами рельефа.

Приложение 3

НАКОПЛЕНИЕ И ХРАНЕНИЕ НАВОЗА

Для хранения навоза строятся специальные навозохранилища открытого или закрытого типа. Их размещают на незатопляемых дождевыми водами высоких сухих местах, вдали от рек, озер, прудов и колодцев, и на расстоянии не менее 200 м от жилых домов. Размеры навозохранилища зависят от поголовья скота, высоты укладки навоза, способов хранения и др.

Навоз в навозохранилище укладывают по всей длине штабелями, которые покрывают торфом или резанной соломой слоем 15-20 см.

Емкость прифермерских хранилищ составляет 25-40%, а полевых 60-75% от объема навоза, накапливаемого зимой.

Укладка навоза в штабели

- | | |
|-------------------------------|---------|
| 1. Ширина штабеля | - 3 м |
| 2. Высота штабеля | - 2 м |
| 3. Длина штабеля | - 100 м |
| 4. Расстояние между штабелями | - 6-8 м |

Объемная масса навоза (в т на 1 м³)

- | | |
|-----------------------------------|--------|
| 1. Свежего навоза без уплотнения | - 0,45 |
| 2. Свежего навоза уплотненного | - 0,55 |
| 3. Полуперепревшего навоза | - 0,75 |
| 4. Перепревшего навоза (перегноя) | - 0,90 |
| 5. Жидкого навоза | - 1,00 |

Приложение 4

Рассада и удобрения в парниковом хозяйстве

Культура	Количество рассады			К-во удобрений на 1 парник, раму			
	на 1 га, тыс.	с 1 м ² теплицы, шт.	с 1 парнико- вой рамы, шт.	навоза, т	мин. удобрений, кг д. в.		
					N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Капуста	38	360	480	0,65	0,06	0,13	0,12
Томат	60	250	330	0,65	0,06	0,13	0,12
Перец	60	360	480	0,65	0,04	0,10	0,13

Приложение 5

Выход навоза от различных животных в год

Вид животных	Норма подстил. на 1 голову в сутки, кг			Колич. выделен. от 1 головы в сутки		Продолжит. стойлов. периода, суток	Выход в год от 1 головы, т	
	со-лома	торф	опилки, стружки	тверд., кг	жидк., л		полупере-превшего навоза	навозной жижи
Крупный рогатый скот	3-6	5-6	3-6	20-30	10-15	220-240	8-9	2,2-3,6
						200-220	7-8	2,0-3,3
						180-200	6-7	1,8-3,0
						180	4-5	1,5
Лошади	3-5	3-4	2-4	15-20	4-6	220-240	6-7	0,9-1,4
						200-220	5-6	0,8-1,3
						180-200	4-5	0,7-1,2
						180	3-4	0,6
Свиньи	2-5	2	2-3	1,2-3,0	2,5-4,5	220-240	1,5-2,0	0,5-0,9
						200-220	1,2-1,5	0,4-0,8
						180-200	1-1,2	0,3-0,7
						180	0,8-1,0	0,6
Овцы	1	-	-	1,5-2,5	0,6-1,0	220-240	0,8-0,9	0,11-0,23
						200-220	0,7-0,8	0,1-0,2
						180-200	0,6-0,7	0,09-0,18
						180	0,4-0,5	0,13
От 1000 голов птицы: кур уток гусей							6	
							8	
							11	

Приложение 6

Примерные коэффициенты использования растениями питательных веществ

Показатели	Условия	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Навоз и компосты				
Питательные вещества используются в первый год, %	при орошении	30	40	75
	без орошения	25	30	60
Питательные вещества используются во второй год, %	при орошении	15	20	10
	без орошения	25	30	25
Навозная жижа				
Питательные вещества используются в первый год, %		50	-	80
Птичий помет				
Питательные вещества используются в первый год, %		30	40	90
Минеральные удобрения				
Питательные вещества используются в первый год, %		60	20	70
Питательные вещества используются во второй год, %		10	15	10
Почва				
Подвижные формы питательных веществ используются растениями, %		20	10	20

Вынос питательных элементов основными с.-х. культурами

№ п/п	Культура	Вынос с 1 ц основн. продукции, кг		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Озимая пшеница	3,0	1,3	2,5
2	Озимая рожь	2,4	1,2	2,6
3	Озимый ячмень	2,3	1,1	2,2
4	Кукуруза на зерно	2,6	1,0	3,0
5	Кукуруза на силос	0,5	0,2	0,4
6	Кукуруза на зеленый корм	0,3	0,1	0,3
7	Подсолнечник на семена	4,6	2,6	8,6
8	Подсолнечник на силос	0,3	0,2	0,6
9	Конопля на семена	3,5	1,7	2,9
10	Конопля на зеленец	1,9	0,4	1,6
11	Рис	2,1	0,8	2,6
12	Просо	2,2	1,0	3,4
13	Гречиха	2,2	1,5	4,0
14	Овес	2,5	1,4	2,9
15	Горох	4,5	1,6	2,2
16	Картофель	0,62	0,24	0,95
17	Табак и махорка	2,4	1,1	4,4
18	Фасоль	3,7	1,7	1,4
19	Лен-долгунец на волокно	7,6	3,3	6,4
20	Сорго на зерно	2,0	0,7	0,9
21	Однолетние травы на сено	1,4	0,6	2,0
22	Однолетние травы на зелен. корм	0,3	0,13	0,45
23	Многолетние травы на сено	2,0	0,6	1,5
24	Многолетние травы на зелен. корм	1,6	0,43	0,9
25	Рапс озимый на семена	4,9	2,3	3,0
26	Вика	5,5	1,4	1,6
27	Люпин на зеленое удобрение	5,8	1,9	4,7
28	Соя	6,3	1,6	1,8
29	Естественные сенокосы	1,7	0,7	1,8
30	Свекла кормовая	0,5	0,2	0,7
31	Свекла сахарная	0,6	0,2	0,6
32	Свекла столовая	0,4	0,2	0,5
33	Капуста белокочанная	0,4	0,2	0,5
34	Капуста цветная	1,2	0,3	1,1
35	Морковь	0,32	0,15	0,5
36	Огурец	0,26	0,22	0,36
37	Томаты	0,37	0,12	0,34
38	Лук	0,30	0,25	0,45

№ п/п	Культура	Вынос с 1 ц основн. продукции, кг		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
39	Тыква столовая	0,22	0,13	0,24
40	Баклажаны	0,7	0,20	0,27
41	Арбуз	0,12	0,03	0,17
42	Дыня	0,5	0,3	0,6
43	Виноград	0,20	0,14	0,5
44	Яблоня	0,14	0,10	0,12
45	Груша	0,15	0,10	0,18
46	Слива	0,34	0,10	0,43
47	Персик	0,36	0,10	0,36
48	Айва	0,26	0,10	0,33
49	Земляника	1,42	0,31	1,70
50	Смородина черная	0,9	0,34	0,46
51	Смородина красная	0,7	0,26	0,41
52	Крыжовник	0,44	0,22	0,70
53	Редис	0,50	0,16	0,50
54	Салат кочанный	0,26	0,10	0,47
55	Спаржа (7-10 лет)	1,2	0,31	0,40
56	Шпинат	0,43	0,18	1,50
57	Редька	0,60	0,31	0,50
58	Перец сладкий	0,34	0,13	0,37
59	Петрушка	0,56	0,10	0,47
60	Укроп	0,56	0,10	0,45
61	Чеснок	1,14	0,20	0,35

Обеспеченность почв элементами питания (мг/100 г почвы)

Обеспеченность	Класс почвы	P ₂ O ₅					K ₂ O					N			рН
		по Кирсанову	по Чирикову	по Мачигину	по Труогу	по Масловой	по Кирсанову	по Чирикову	по Бровкиной	рН 5,0	рН 5-6	рН 6,0	нитрифицирующая способность		
														по Тюрину и Кононовой	
Очень низкая	I	2,5	2	1	<2,5	5	4	2	<14	4	3	3	0,5	<4,5	
Низкая	II	2,5-5	2-5	1-1,5	2,5	5-10	4-8	2-4	14	5	4	4	0,8	4,5	
Средняя	III	5-10	5-10	1,5-3	2,5-10	10-15	8-12	4-8	14-20	5-7	4-6	4-5	0,8-1,5	4,6-5	
	IV	10-15	10-15	3-А5	10-15	15-20	12-17	8-12	20	7-10	6-8	5-7	1,5-3	5,1-5,5	
Высокая	V	15-25	15-20	4,5-6	15-20	20-30	17-25	12-18	-	10-14	8-12	7-10	3-6	5,6-6,0	
	VI	>25	>20	>6	-	>30	>25	>19	-	>14	>12	>10	>6	>6,0	

Примерные дозы внесения удобрений под главнейшие культуры в районах нечерноземной зоны РФ (кг/га, рекомендации ВИУА)

Культура	Дерново-подзолистые суглинистые						Дерново-подзолистые супесчаные						Серые лесные и оподзоленные черноземы					
	навоз, т/га	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	навоз, т/га	K ₂ O	навоз, т/га	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	навоз, т/га	N	P ₂ O ₅	K ₂ O				
															навоз, т/га	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Зерновые озимые по занятым парам без органических удобрений	—	40	60	40	—	40	—	60	60	60	—	30	40	40				
	20	20	40	20	20	20	20	40	40	40	20	20	30	30				
с органическими удобрениями по пласту мн. трав	—	20	60	40	—	40	—	30	50	60	—	20	40	40				
	—	30	30	20	—	40	—	60	40	40	—	30	30	30				
Яровые зерновые:	—	15	60	40	—	40	—	20	40	40	—	—	40	40				
	—	30	60	40	—	40	—	40	40	40	—	20	40	40				
Горох на зерно	—	30	40	40	—	40	—	40	40	40	—	20	40	40				
	—	30	40	40	—	40	—	40	40	40	—	20	40	40				
Гречиха	—	30	40	40	—	40	—	40	40	40	—	20	40	40				
	—	30	40	40	—	40	—	40	40	40	—	20	40	40				
Просо	—	30	60	70	—	70	—	60	80	80	—	20	60	70				
	—	30	60	70	—	70	—	60	80	80	—	20	60	70				
Картофель по навозу	20	40	40	40	30	40	40	60	40	40	20	40	40	40				
	—	60	60	60	—	60	—	60	60	90	—	64	60	40				
Картофель без навоза	—	60	60	60	—	60	—	60	60	90	—	64	60	40				
	—	60	60	60	—	60	—	60	60	90	—	64	60	40				

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОЗ УДОБРЕНИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПОЛЕВЫХ ОПЫТОВ

Полученные Географической сети опытов результаты обобщаются научно-исследовательскими учреждениями (ВНИИА и др.), которые разрабатывают примерные средние дозы удобрений под сельскохозяйственные культуры по все зонам, республикам и областям РФ. В качестве примера приведем рекомендации ВНИИА для района нечерноземной зоны РФ.

Агрохимические анализы почв позволили уточнить почвенные запасы подвижных форм отдельных элементов питания и потенциальной кислотности в пределах одного типа, подтипа и даже почвенной разности. В результате анализа данных агрохимических обследований почв и полевых опытов была создана и утверждена «Всероссийская интерзональная классификация почв по агрохимическим показателям».

Все культуры по агрохимическим показателям разделены на 6 классов. Эта классификация отражает существующие у растений различия в требовательности к кислотности почв и обеспеченности подвижными формами питательных элементов.

Принято считать, что классом средней обеспеченности подвижными формами питательных элементов для зерновых и зернобобовых культур, а также для однолетних и многолетних трав является III класс; для пропашных культур - IV класс, а для овощных и технических (только по фосфору) культур - V класс.

Агрохимические картограммы обеспеченности почв подвижными элементами питания позволили обнаружить существующие различия в актуальном плодородии почв в пределах типа, подтипа и разности, а иногда и в пределах одного поля. Это вызвало необходимость введения поправок к рекомендуемым дозам удобрений в зависимости от плодородия почвы. Принципиально эти поправочные коэффициенты должны быть такими, чтобы на бедных почвах при применении удобрений не только гарантировать получение желаемых урожаев, но и повышать плодородие почвы, а на односторонне богатых и очень плодородных почвах - разумно использовать для создания урожая и почвенных запасов подвижных форм питательных элементов. Поэтому рекомендуемая доза удобрения при средней обеспеченности ими почвы (для зерновых, зернобобовых и трав - III класс, для пропашных - IV и для овощных - V класс) остается без изменения, т. е. поправочный коэффициент к дозе в этом случае равен 1,0. Если почва беднее, то он будет больше единицы, а на более плодородной - соответственно меньше единицы.

Так как средние дозы внесения удобрений разрабатывают ведущие научно-исследовательские зональные учреждения, то они же в основном разрабатывают и поправочные коэффициенты к ним. В качестве примера приведем некоторые из них.

С целью совершенствования методов определения доз удобрений в различных зонах РФ проводили полевые опыты по идентичным схемам с учетом обеспеченности конкретной почвы подвижными элементами питания. Обобщение результатов этих опытов позволило рекомендовать дозы удобрений под сельскохозяйственные культуры дифференцировано в зависимости от предполагаемого урожая и обеспеченности почвы питательными веществами.

Приложение 11

**Примерные поправочные коэффициенты к средним дозам удобрений
под различные культуры в зависимости от содержания подвижного фосфора
и калия на дерново-подзолистых и серых лесных почвах**

Содержание в почве	Зерновые	Зерно-бобовые и травы	Лен	Пропашные	Овощные
Фосфорные удобрения					
Очень низкое	1,3-1,5	1,5-2,0	1,3-1,5	Без предварительного окультуривания урожай не обеспечены	
Низкое	1,0	1,0	1,0	1,3-1,5	»
Среднее	0,6-0,7	0,7-0,9	0,6-0,7	1,0	1,2-1,5
Повышенное	Рядковое	0,6-0,5	0,5	0,5-0,7	1,0
Высокое	Не вносят	Не вносят	0,2-0,3	Рядковое	0,6-0,8
Очень высокое	Не вносят	Не вносят	Рядковое	Не вносят	Рядковое
Калийные удобрения					
Низкое	Низкое	1,0	1,5	1,0-1,5	1,3-1,5
Среднее	Среднее	0,6-0,7	1,0	0,8-1,2	1,0
Повышенное	Повышенное	Не вносят	0,7-0,8	0,7-1,0	0,6-0,8
Высокое	Высокое	Не вносят	0,5-0,6	0,6-0,8	0,5

Приложение 12

**Примерные поправочные коэффициенты к дозам удобрений
на обыкновенных черноземах**

Содержание в почве подвижных соединений	Яровые, колосовые, кукуруза, подсолнечник	Озимая пшеница, сахарная свекла, табак	Овощные, плодовые, виноград
Очень низкое	1	1,3-1,5	1,3-1,7
Низкое	1	1,0-1,2	1,0-1,3
Среднее	1	1	1
Повышенное	0,3-0,7	0,5-0,7	0,7-1,0
Высокое	0,0-0,3	0,2-0,3	0,3-0,5
Очень высокое	Не вносят	0,0-0,02	0,2-0,3

Примерные поправочные коэффициенты на оподзоленных и выщелоченных черноземах лесостепной части РФ при разном содержании подвижной P_2O_5

Содержание подвижной P_2O_5 при среднем содержании K_2O	Озимая пшеница				Кукуруза			Сахарная свекла					
	по чистому пару		по занятому пару		фосфор	азот	калий	по озимой пшенице			по обороту пласта трав		
	фосфор	калий	фосфор	калий				фосфор	азот	калий	фосфор	азот	калий
	фосфор	калий	фосфор	калий	фосфор	азот	калий	фосфор	азот	калий	фосфор	азот	калий
Очень низкое	1,5	0,7	1,2	1,0	1,5	1,5	0,7	1,5	1,0	0,7	2,0	1,0	1,0
Низкое	1,0	0,7	1,0	1,0	1,2	1,3	0,7	1,2	1,0	0,7	1,5	0,7	1,0
Среднее	0,7	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0
Повышенное	рядковое	1,0	рядковое	1,0	0,5	1,0	1,2	0,8	0,8	1,0	0,5	0,5	1,2
Высокое	рядковое	1,0	рядковое	1,5	рядковое	1,0	1,5	0,5	0,5	1,2	рядковое	рядковое	1,5
Очень высокое	не вносят	1,5	не вносят	1,5	рядковое	0,8	1,5	рядковое	рядковое	1,5	не вносят	не вносят	1,5

Средние дозы удобрений под отдельные культуры на дерново-подзолистых суглинистых почвах в зависимости от урожайности и агрохимических показателей почвы (Михайлов, Книпер, 1971)

Планируемый урожайной продукции, ц/га	Дозы P ₂ O ₅ при содержании подвижного фосфора				Дозы N при содержании подвижного фосфора				Дозы K ₂ O при содержании подвижного фосфора				Дозы навоза или компоста при содержании подвижного фосфора						
	до 2,5	2,5-5	5-10	10-15	15	до 2,5	2,5-5	5-10	10-15	15	5	5-10	10-15	15	2,5	2,5-5	5-10	10-15	15
Озимая пшеница																			
12-15	80	60	40	40	10	40	40	40	40	40	40	40	40	40	20	20	20	15-20	-
16-20	x	80	60	40	10	60	60	60	40	40	60	60	40	40	x	20	20	20	20
21-25	x	x	80	60	40	x	80	80	80	60	80	60	60	40	x	x	20	20	20
26-30	x	x	x	80	60	x	80	80	80	100	80	60	60	40	x	x	x	25-30	20-25
30	x	x	x	x	60	x	100	100	100	100	x	100	80	60	x	x	x	x	25-30
Ячмень																			
10-15	x	80	60	40	10	40	40	40	40	40	40	40	30	-	Органические удобрения вносят под предшественники. Урожай свыше 20 ц/га возможен только на слабкокислых известкованных почвах.				
16-20	x	x	60	60	40	x	60	60	60	60	60	40	30	30					
21-25	x	x	80	60	40	x	80	80	80	60	60	40	40	40					
26-30	x	x	x	80	40	x	90	90	90	x	80	60	60	60					
		x	x	x	60	x	x	x	100	100	x	80	80	60					
Картофель (средне- и позднеспелые сорта)																			
100-130	80	60	40	20	20	60	60	60	60	40	60	60	40	40	30	30	30	20	20
140-160	x	80	60	40	20	x	80	80	80	60	80	80	60	60	x	30	30	30	20
170-200	x	x	80	60	40	x	100	100	80	80	x	100	80	80	x	x	30	30	20
210-250	x	x	80	80	60	x	120	120	100	100	x	120	100	100	x	x	40	40	30

Допустимость смешивания удобрений

Удобрения	Аммиачная селитра	Сульфат аммония	Мочевина	Суперфосфат простой	Суперфосфат нейтрализованный	Суперфосфат гранулированный	Суперфосфат	Преципитат
Аммиачная селитра	М		Н	Н	У			
Сульфат аммония	У		У	М	М			
Мочевина	Н		М	Н	У			
Суперфосфат простой			Н	М	М			
Суперфосфат нейтрализованный				М	М			
Суперфосфат гранулированный	У		У	М	М			
Суперфосфат двойной	У		У	М	М			
Преципитат	У		У	М	М			
Фосфорная мука	У		У	М	М			
Фосфатшлаки, томасшлаки	Н		У	Н	Н			
Аммофос, диаммонийфосфат	У		У	М	М			
Хлористый калий электролит	У		У	У	У			
40%-ная калийная соль	У		У	У	У			
Сернокислый калий, шенит	У		У	М	М			
Поташ, карбонаты, цементная пыль	Н		Н	Н	Н			
Сильвинит	У		У	У	У			
Каинит	У		У	У	У			

Примечание: Буквы обозначают: М – смешивать можно; У – смешивать можно непосредственно перед внесением, Н – смешивать нельзя.

Приложение 16

Масса 1 м³ и объем 1 т различных минеральных удобрений

Удобрение	Масса 1 м ³ (в т)	Объем 1 т (в м ³)
Суперфосфат простой	1,1	0,9
Суперфосфат двойной	1,0	1,0
Фосфоритная мука	1,7	0,6
Преципитат	0,8	1,2
Томасшлак	2,0	0,5
Термофосфат	1,7	0,6
Сульфат аммония	0,8	1,2
Аммиачная селитра	0,8	1,2
Натриевая селитра	1,2	0,8
Хлористый калий	1,3	0,8
Сернокислый калий	0,95	1,1
40%-ная калийная соль	0,95	1,1
Каинит	1,4	0,8
Сильвинит	1,1	0,9
Известь молотая	1,7	0,6
Известняк твердый	2,0	0,6
Известковый туф	0,8	1,2
Известь жженая (комовая)	1,0	1,1
Доломитовая мука	1,5	0,7
Гипс	0,75	1,3

Коэффициенты пересчетов

Коэффициенты пересчета из окислов в элементы питательных веществ

1 $P_2O_5 = 0,4364 P$
 1 $K_2O = 0,8301 K$
 1 $CaO = 0,7147 Ca$
 1 $Mg = 0,6031 MgO$

Коэффициенты пересчета из элементов в окислы питательных веществ

1 $P = 2,2911 P_2O_5$
 1 $K = 1,2046 K_2O$
 1 $Ca = 1,3992 CaO$
 1 $Ca = 2,4972 CaCO_3$
 1 $Mg = 1,6579 MgO$

Содержание действующего вещества в минеральных удобрениях

Удобрения	Содержание действующего вещества, %
Аммиачная селитра	34,8
Карбамид для сельского хозяйства	46,0
Сульфат аммония сорт I, II	20,5
Аммиак водный, технический	20,5
Аммиак жидкий синтетический (в пересчете на аммиак)	99,6
Селитра натриевая	16,1
Сульфат аммония	17,0
Селитра кальциевая техническая	15,5
Удобрения аммонийные жидкие	20,5
Жидкие углеаммиаки	29,0
Удобрения жидкие (плав)	30,0
Фосфорные удобрения (в пересчете на P_2O_5)	
Суперфосфат двойной	42-47
Суперфосфат из апатитового концентрата (порошок)	20
Суперфосфат гранулированный из апатитового концентрата	20±1
Мука фосфоритная	20-30
Преципитат удобрительный из отходов желатинового производства:	
сорт I	37,5
сорт II	35,0
Калийные удобрения (в пересчете на K_2O)	
Хлористый калий:	58-62
Калийная соль смешанная	40,0
Сульфат калия технический:	
сорт I	48,0
сорт II	45,0
Калимагнезия	29,0+1,0

Комплексные удобрения

Удобрения	Содержание, %		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Сложные удобрения			
Аммофос из апатитового концентрата	11,5	49,0	-
Аммофос удобрительный	11,7	35,5	-
Нитрофос:			
марка А	23,5	17,0	-
марка Б	24,0	14,0	-
Нитрофоска:			
марка А	16-17	16-17	16-17
марка Б	12,5-13,5	8,5-9,5	12,5-13,5
марка В	11,0-12,0	10-11	10-11
Нитроаммофос:			
марка А (1:1)	23	23	-
марка Б (1:1,5)	16	24	-
марка В (1:0,8)	25	20	-
Нитроаммофос:			
сорт I (сумма питательных веществ 50)	16	16	остальное
сорт II (сумма питательных веществ 44)	14	14	остальное
Диаммонийфосфат гранулированный	19	48	-
Фосфорно-калийные прессованные:			
марка 1:1	-	14	14
марка 1:1,5	-	13	19
Сложно-смешанные гранулированные:			
марка 1:1:1	10-11	10-11	10-11
марка 0:1:1	-	13-14	11
марка 1:1:1,5	9-10	9-10	14-15
марка 0:1:1,5	-	12-13	18-19
Суспензионные комплексные:			
марка 7:20:0	6,7-7,5	19-21	-
марка 9:9:9	8,5-9,5	8,5-9,5	8,5-9,5

**Коэффициенты пересчета минеральных удобрений
в условные (стандартные) туки**

Удобрения	Среднее содержание действующего вещества, %	Коэффициент пересчета
Азотные удобрения (в пересчете на 20,5%-ное содержание N)		
Сульфат аммония	20,5	1,0
Аммиачная селитра	34,5	1,70
Натриевая селитра	16	0,8
Кальциевая селитра	16,6	0,81
Мочевина (карбамид)	46	2,24
Хлористый аммоний	25	1,23
Сульфат аммония-натрия	18	0,88
Аммиачная вода	20,5	1,00
Аммиак жидкий	82,5	4,00
Углеаммиакаты	29	1,40
Фосфорные удобрения (в пересчете на 18,7%-ное содержание P₂O₅)		
Суперфосфат простой порошковидный	18,7	1,00
Суперфосфат простой гранулированный	19,5	1,04
Суперфосфат двойной:		
на экстрационной кислоте	44	2,35
на термической кислоте	48	2,57
Фосфатшлаки	10	0,53
Фосфоритная мука (в пересчете на 19%-ное содержание P ₂ O ₅)	19	1,00
Калийные удобрения (в пересчете на 41,6%-ное содержание K₂O)		
Хлористый калий	60	1,44
Калийная соль	40	0,96
Хлоркалий-электролит	45	1,08
Сульфат калия	48	1,15
Каинит	10	0,24
Калимагнезия	30	0,72
Концентрат калийно-магниевый	19	0,46

Содержание и пересчет сложных удобрений

Удобрения	Содержание, %			Коэффициент пересчета в условные единицы по		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Аммофос из апатита	11,5:49:0			0,56	2,62	-
Аммофос из фосфоритов	11,0:46:0			0,54	2,46	-
Аммофос удобрительный	11,7:35,5:0			0,57	1,90	-
Нитрофоска	11:11:11			0,54	0,59	0,26
Нитрофос	24:14:0			1,17	0,75	-
Нитрофос	23,5:17:0			1,15	0,91	-
Нитроаммофоска	16:16:16			0,78	0,86	0,38
Нитроаммофоска	14:14:14			0,68	0,75	0,34
Нитроаммофос	23:23:0			1,12	1,23	-
Нитроаммофос	16:24:0			0,78	1,28	-
Нитроаммофос	25:20:0			1,22	1,07	-
Диаммонийфосфат удобрительный	19:49			0,93	2,62	-

Коэффициенты перевода продукции растениеводства в зерновые единицы

Продукция	Коэффициент
1. Пшеница, рожь, ячмень	1,0
2. Овес	0,8
3. Лен-долгунец:	
волокно	3,85
семена	1,65
солома	0,41
4. Конопля среднерусская:	
волокно	3,85
семена	1,63
солома	0,40
5. Подсолнечник	1,47
6. Лен-кудряш (семена)	1,65
7. Горчица	1,56
8. Табак	1,65
9. Махорка	1,47
10. Кунжут	1,75
11. Мак	1,14
12. Рыжик	1,44
13. Сахарная свекла	0,26
14. Хлопок-сырец	1,50
15. Картофель (клубни)	0,25
16. Овощи	0,16
17. Кормовые корнеплоды	0,20
18. Сено однолетних трав	0,40
19. Сено многолетних трав	0,50
20. Солома озимых культур	0,20

Приложение 23

Грузоподъемность автомобилей и тракторных прицепов

Марка	Мощность двигателя, л.с.	Грузоподъемность, кг
Автомобили-самосвалы		
САЗ-3502	11	3200
ГАЗ-53Б	115	3500
ЗИЛ-ММЗ-554Б	150	400
ЗИЛ-ММЗ-555	150	4500
Бортовые автомобили		
ГАЗ-51А	70	2500
ГАЗ-53А	115	4000
ЗИЛ-130	150	5500
ЗИЛ-130Г	150	5500
Тракторные прицепы		
1-ПТС-4	в агрегате с Т-40, МТЗ-50 и др.	4
1-ПТС-9	с К-700, Т-150	9
2-ПТС-6	Т-38, Т-74, МТЗ-50 ПП и др.	6
3-ПТС-12	с К-700 или Т150	12

Приложение 24

Производительность погрузчика

Марка погрузчика	Марка трактора	Производительность за 1 час, т	Затраты труда, чел./час на 1 т	Прямые издержки в руб. на 1 т
ПМГ-0,2	ДТ-20	20	0,05	0,06
ПШ-0,4	ДСШ-16	20	0,06	0,1
ПГ-0,5Д	МТЗ-5ЛС	34	0,1	0,1
ПУ-0,5	ДТ-24-33, МТЗ-5ЛС	4	0,75	0,3
Э-158	МТЗ-5ЛС, МТЗ-2	31	0,06	0,5
ПЭ-0,8	МТЗ-50, МТЗ-5ЛС	55	0,012	0,03
ПБ-35	ДТ-75	55	0,02	0,04
СПУ-40М	ДТ-75	17	0,07	0,17

Краткая техническая характеристика машин для внесения удобрений

Марка	Производительность за 1 час чистой работы, га	Агрегируется с
Машины для разбросного внесения удобрений		
СНТ-2,8	2,4	ДТ-20, Т-28, «Беларусь»
РТТ-4,2	3,8	Т-74, ДТ-54А
РУМ-3	8,0	«Беларусь»
РУ-4	8,0	ДТ-20, Т-28, «Беларусь»
РКМ-500 М	5,4	«Беларусь»
Комбинированные сеялки		
СУК-24А	2,2	Т-38М, «Беларусь»
СНП-24	4,0	Тракторы класса 1,4 т
СКНК-8	2,6	Т-38, Т-40, «Беларусь»
СКНК-6	3,5	Т-38, Т-40, «Беларусь»
СКПН-8	4,5	Т-38, Т-40, «Беларусь»
2СТСН-6А	3,8	Т-38, Т-40, «Беларусь»
СКМ-6	2,0	ДТ-54, Т-75
СКН-90	1,5	ДТ-54, Т-75
Культиваторы-растениепитатели		
КРН-5,6	4,2	МТЗ-50, МТЗ-52
КРН-2,8Б	2,8	ДТ-20, ДТ-24
КВП-6,3	6,3	«Беларусь»
КРСШ-2,8А	2,6	Т-28, «Беларусь»
КОН-2.8М	2,6	ДВСШ-16, Т-16
КРВН-2,5	1,6	ДТ-14, ДТ-20, ДТ-24

Приложение 26

Технологические схемы внесения удобрений

Расстояние от склада до поля, км	Погрузочное средство на складе	Средство транспортировки до поля	Машина для загрузки разбрасывателя	Марка разбрасывателя	Производительность	Прямые издержки в руб. на 1 т
до 2,5	ПМГ-0,2	РУМ-3	—	РУМ-3	6	1,5
от 2,5 до 5	ПМГ-0,2	САЗ-2500	САЗ-2500	—»—	8	1,6
от 5 до 10	ПМГ-0,2	2САЗ-2500	2САЗ-2500	—»—	8	2,6
до 5	—»—	2ПТС-4	вручную	РУ-4	7	3,2
от 5 до 10	—»—	ЗИЛ-555	ПЭ-0,8	ЗРУМ-3	7,2	1,8

Приложение 27

Условия проведения авиарассева удобрений

Показатель	Самолеты	Удобрения				
		гранулированные	аммиачная селитра	суперфосфат	хлор. калий и калийная соль	сульфат аммония
Макс. допустимая ширина рабочего захвата, м	АН-2	22	20	20	20	18
	ЯК-12	14	10	14	12	12
Макс. допустимая скорость ветра, м/сек	АН-2и ЯК-12	8	8	6	6	4
Высота полета:						
1) штиль, встречный и попутный ветер	АН-2 и ЯК-12	50	20—50	20	15	20
2) боковой ветер до 2 м/сек	—»—	50	20—30	15	15	15
3) боковой ветер до 4 м/сек	—»—	30	20	10	10	10
4) боковой ветер до 6 м/сек		20	15	10	10	10

Наиболее распространенные минеральные удобрения для сельского хозяйства

Виды и формы удобрений	Основное вещество (химическое обозначение)	Среднее содержание основного вещества
Азотные		
Селитра аммиачная	N	34,5
Карбамид	N	46,0
Сульфат аммония	N	21,0
Аммиачная вода	N	20,5
Фосфорные		
Суперфосфат двойной	P ₂ O ₅	45,0
Суперфосфат из апатитового концентрата, гранулированный	P ₂ O ₅	20,0
Суперфосфат из фосфоритов аммонизированный, сушеный	P ₂ O ₅	15,0
Суперфосфат из фосфоритов аммонизированный, гранулированный	P ₂ O ₅	15,0
Суперфосфат из апатитового концентрата, порошковидный	P ₂ O ₅	19,5
Калийные		
Калий хлористый, негранулированный	K ₂ O	60,0
Калий хлористый, крупнозернистый	K ₂ O	53,6
Калий хлористый, гранулированный	K ₂ O	56,9
Соль калийная смешанная	K ₂ O	40,0
Концентрат калийно-магниевый	K ₂ O	18,5
Каинит	K ₂ O	10,0
Сульфат калия	K ₂ O	50,0
Комплексные		
Аммофос из апатитового концентрата:		
гранулированный	N+P ₂ O ₅	11,5+49
порошковидный	N+P ₂ O ₅	11,5+49
Нитрофос		
марка А	N+P ₂ O ₅	23,5+17
марка Б	N+P ₂ O ₅	24+14
Нитрофоска, марка В	N+P ₂ O ₅ +K ₂ O	12+12+12
Нитроаммофос, марка А	N+P ₂ O ₅	23+23
Нитроаммофоска		
сорт I	N+P ₂ O ₅ +K ₂ O	16+16+16
сорт II	N+P ₂ O ₅ +K ₂ O	14+14+14
Фосфоритная мука		
сорт I	P ₂ O ₅	25,0
сорт II	P ₂ O ₅	22,0

**Содержание энергии (I) и коэффициент перевода продукции
в сухое вещество, ед. (Ri)**

№ п/п	Культура	Коэффициент перевода продукции в сухое вещество (Ri), ед.	Содержание общей энергии в 1 кг сухого вещества (I), МДж
1	Пшеница озимая (зерно)	0,86	19,13
2	Пшеница яровая мягкая (зерно)	0,86	19,31
3	Пшеница яровая твердая (зерно)	0,86	19,49
4	Рожь (зерно)	0,86	19,49
5	Ячмень (зерно)	0,86	19,13
6	Овес (зерно)	0,86	18,80
7	Просо (зерно)	0,86	19,70
8	Гречиха (зерно)	0,86	19,38
9	Рис (зерно)	0,86	18,59
10	Фасоль (зерно)	0,86	20,68
11	Горох (зерно)	0,86	20,57
12	Кукуруза (зерно)	0,86	17,60
13	Кукуруза (зеленая масса)	0,25	19,39
14	Хлопчатник (волокно)	0,76	19,81
15	Лен-долгунец (волокно)	0,89	20,24
16	Сахарная свекла	0,14	18,26
17	Подсолнечник (семена)	0,92	19,38
18	Подсолнечник (зеленая масса)	0,25	1680
19	Соя (зерно)	0,88	20,57
20	Картофель	0,20	18,29
21	Бахчевые	0,11	14,90
22	Овощные	0,10	14,36
23	Кормовые корнеплоды	0,25	16,39
24	Многолетние травы (сено)	0,20	18,91
25	Однолетние травы (сено)	0,20	16,39
26	Лугопастбищные травы	0,20	16,19
27	Зернофуражные культуры	0,30	15,40
28	Табак (махорка)	0,45	20,20
29	Конопля (волокно)	0,90	19,60
30	Конопля (семена)	0,88	21,00

Приложение 30

**Энергозатраты на производство промышленных минеральных
и местных удобрений**

Виды удобрений	Энергозатраты, МДж/кг д.в.
Промышленные минеральные удобрения	
Азотные	86,8
Фосфорные	12,6
Калийные	8,3
Комплексные	51,5
Местные удобрения, МДж/т	
Известковые удобрения	3,80
Навоз (80% влажности)	0,42
Торфо-навозные компосты (60% влажности)	1,70
Местные минеральные удобрения	2,90

Приложение 31

**Энергетический КПД (энергоотдача) применения удобрений
и энергозатраты на 1 ц прибавки урожая основной продукции
(по данным агрохимслужбы СССР за 1965–1981 гг.)**

Культуры и дозы минеральных удобрений, кг/га д.в.	Энергетический КПД применения удобрений, ед.			Энергозатраты на 1 ц прибавки урожая основной продукции, МДж
	основной продукции	надземной массы	биологиче- ской массы	
Озимая пшеница, N ₇₈ P ₇₂ K ₅₆	1,54	3,34	4,72	1063
Озимая рожь, N ₈₅ P ₇₅ K ₆₇	1,49	4,47	5,12	1128
Яровая пшеница, N ₆₀ P ₆₅ K ₃₈	1,29	2,97	3,44	1292
Яровой ячмень, N ₇₈ P ₇₂ K ₆₁	1,76	3,70	4,31	939
Овес, N ₈₁ P ₇₈ K ₆₃	1,62	3,80	4,38	1002
Кукуруза на зерно, N ₈₁ P ₈₁ K ₅₆	1,87	4,49	5,06	805
Картофель, N ₁₀₉ P ₉₈ K ₁₀₉	2,20	3,96	4,40	166
Сахарная свекла, N ₁₁₀ P ₁₂₃ K ₁₁₉	1,95	2,46	2,74	131
Лен-долг. (волок.), N ₄₅ P ₈₀ K ₈₆	1,27	1,53	2,09	2478
Хлопчатник, N ₂₂₉ P ₁₅₇ K ₇₉	0,86	3,71	4,08	1804
Подсолн. (семена), N ₄₂ P ₅₈ K ₃₂	1,32	8,33	9,14	1318

**Энергетическая эффективность применения удобрений
в Центральном Предкавказье (Шомахов Ю.А., 1998)**

Показатели	Природные зоны	
	степная	лесная
Продуктивность севооборота без удобрений, ц/га з.е. в год	42,0	44,1
Прибавка урожая от удобрений, ц/га з.е. в год	23,3	20,8
Внесено на 1 га с удобрениями:		
азота	90,0	90,0
фосфора	90,0	90,0
калия	40,0	40,0
Энергия, накопленная в прибавке урожая от удобрений, МДж	37170	31664
Всего затрат на удобрения, МДж	12426	12426
Коэффициент энергетической эффективности	2,98	2,55

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЙ

Система удобрения в севообороте - это организационный план применения удобрений под каждую культуру севооборота с указанием доз, способов и сроков внесения отдельных удобрений под ту или другую обработку почвы; составляется с учетом плодородия почвы, биологических особенностей культур, состава и свойств удобрений.

Поголовье скота – количество голов того или иного вида скота в хозяйстве.

Эффективное применение удобрений - такое применение удобрений, при котором получается прибавка урожайности культуры по сравнению с выращиванием ее без применения удобрений.

Севооборот – чередование сельскохозяйственных культур и пара во времени и в пространстве.

Выход навоза – количество навоза, полученное от одной головы скота за стойловый период.

Выход навоза в хозяйстве – количество навоза, полученное от всех видов скота и всего поголовья за год.

Навоз подстилочный – навоз, полученный на ферме с применением подстилки для скота (традиционный навоз).

Навоз бесподстилочный – навоз, полученный на животноводческом комплексе без применения подстилки, с удалением твердых и жидких выделений животных путем гидросмыва (жидкий или полужидкий навоз).

Компост – органическое удобрение, полученное путем смешивания двух и более удобрений, одним из которых является органическое (торфо-навозный, торфо-минеральный, торфо-известковый, торфо-фекальный, сборный и т.д.).

Норма удобрения – количество удобрения, вносимое под сельскохозяйственную культуру за весь период вегетации.

Доза удобрения – количество удобрения, вносимое под сельскохозяйственную культуру в один прием.

Подвижные формы азота, фосфора, калия – соединения указанных питательных элементов в доступной для растений форме.

Вынос питательных веществ урожаем – количество азота, фосфора и калия, содержащееся в полученном урожае сельскохозяйственной культуры; чаще всего пользуются выносом этих питательных веществ 1 ц или 1 тонной продукции в кг.

Запас подвижного питательного вещества в почве – количество питательного вещества в пахотном слое (0-20 см) в кг/га; определяется умножением содержания подвижной формы питательного вещества в мг/100 г почвы на коэффициент 30, исходя из массы пахотного слоя 3 миллиона кг.

Коэффициент использования питательного вещества из почвы (КИП) - показывает, какая часть питательного вещества почвы в подвижной форме может быть использована растением, выражается в %.

Коэффициент использования удобрения (КИУ) – показывает, какая часть питательного вещества удобрения может быть использована растением в год внесения его в почву, выражается в %.

Химическая мелиорация почв - мелиорация почв путем внесения химических веществ, улучшающих состав и свойства почвы; предусматривает известкование и гипсование почв.

Известкование почв - внесение в кислые почвы извести или других известковых материалов с целью нейтрализации избыточной кислотности почвы, угнетающей большинство растений.

Гипсование почв – внесение гипса в солонцы и солонцеватые почвы с целью устранения избыточной щелочности путем удаления поглощенного натрия при помощи промывочного орошения.

Доза извести – количество извести, которое необходимо внести в кислую почву для нейтрализации избыточной кислотности; рассчитывается путем умножения величины гидролитической кислотности почвы на коэффициент 1,5, выражается в тоннах CaCO_3 на 1 га.

Солонцы и солонцеватые почвы – почвы, в почвенном поглощающем комплексе которых содержится много катионов натрия (10 и более % от емкости поглощения), вызывающих щелочную реакцию почвенного раствора (рН более 7,5) и неблагоприятные водно-физические и физико-химические свойства этих почв.

pH – водородный показатель, характеризующий концентрацию ионов водорода в растворе; при значении менее 7 реакция кислая, более 7 – реакция щелочная, при pH=7 – реакция нейтральная.

Основное удобрение – удобрение, вносимое в почву до посева семян сельскохозяйственных культур; может вноситься осенью под зяблевую вспашку или весной под предпосевную культивацию.

Припосевное удобрение (или рядковое, очаговое, местное) – удобрение, вносимое в почву одновременно с севом семян комбинированной сеялкой.

Подкормка – послепосевное удобрение, применяется в период вегетации растений для удовлетворения потребности его в каком-то недостающем питательном веществе.

Насыщенность севооборота удобрениями – величина, показывающая количество удобрений, приходящихся в среднем на 1 га севооборотной площади.

Баланс питательных веществ в севообороте – это установление размеров прихода питательных веществ в почву и их расхода на формирование урожая. Расчет баланса чаще всего проводится по показателям внесения удобрений в почву и выносу питательных веществ урожаем.

Интенсивность баланса – величина, показывающая % возмещения выноса питательного вещества внесенным удобрением.

Положительный баланс – баланс, при котором количество внесенного с удобрением питательного вещества превышает количество вынесенного с урожаем питательного вещества.

Отрицательный баланс – баланс, при котором количество внесенного с удобрением питательного вещества меньше показателя выноса его с урожаем.

Бездефицитный баланс – баланс, при котором статьи прихода и расхода питательного вещества количественно уравновешены.

Экономическая эффективность удобрений – означает, что применение удобрений позволяет получить чистый доход при достаточно высоком уровне рентабельности.

Окупаемость удобрений – величина, показывающая, какое количество дополнительного урожая в кг зерновых единиц (з.е.) получено на каждый внесенный кг действующего вещества (д.в.) удобрения.

Энергетическая эффективность удобрений – означает, что энергия, заключенная в прибавке урожая, полученной от применения удобрений, превышает энергетические затраты на применение удобрений.

Энергетический коэффициент – величина, полученная от деления количества энергии в прибавке урожая на энергетические затраты на удобрение.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимия / Под ред. акад. Ягодина Б.А. / М.: Мир, 2003.
2. Агрохимическая характеристика почв СССР. Районы Северного Кавказа. Изд. АН СССР. М., 1964.
3. Артюшин А.М., Державин Л.М. Краткий справочник по удобрениям. М.: Колос, 1984.
4. Борисов В.А. Удобрение овощных культур. М.: Колос, 1978.
5. Ващенко С.Ф. и др. Овощеводство защищенного грунта. М.: Колос, 1974.
6. Газданов А.В., Газданов А.У. Агрохимия в вопросах и ответах. Владикавказ, 2001.
7. Джанаев Г.Г. Удобрения в автономных республиках Северного Кавказа. Орджоникидзе, 1985.
8. Дзанагов С.Х. Плодородие почв и удобрения. Орджоникидзе, 1987.
9. Дзанагов С.Х., Хадикова Т.Б. Ингибиторы нитрификации, удобрения и урожай. Владикавказ: Горский агроуниверситет, 1999.
10. Дзанагов С.Х., Газданов А.В., Газданов А.У. и др. Тесты по курсу «Агрохимия» (учебное пособие). Владикавказ: Горский агроуниверситет, 1999.
11. Дерюгин И.П., Кулюкин А.Н. Агрохимические основы системы удобрения овощных и плодовых культур. – М.: Агропромиздат, 1988, - 270 с.
12. Донских И.Н. Курсовое и дипломное проектирование по системе применения удобрений. Л.: Колос, 1989.
13. Еремин Г.В. и др. Косточковые культуры. Выращивание на клоповых подвоях и собственных корнях. Ростов-на-Дону, «Феникс», 2000. - 256 с.
14. Колесников Е.В. Советы садоводам. Россельхозиздат, 1974, 152 с.
15. Кривко Н.П. Плодоводство. Изд. «Лань», Санкт-Петербург, 2014. - 416с.
16. Минеев В.Г. и др. Биологическое земледелие и минеральные удобрения / В.Г. Минеев, Б. Дебрецени, Т. Мазур. – М.: Колос, 1993. – 415 с.
17. Олисаев А.А. Плодоводство Северной Осетии. Изд. «Ир», Владикавказ, 1992, 208 с.
18. Панников Д.Д., Минеев В.Г. Почва, климат, удобрение и урожай. М.: Колос, 1987.
19. Потапов В.А. Слаборослый интенсивный сад. Росагропромиздат. – М., 1991, - 222 с.
20. Промышленное садоводство Кабардино-Балкарии (сборник научных трудов). Нальчик, 1990.
21. Рубин С.С. Удобрение плодовых и ягодных культур. М.: Колос, 1974.
22. Синягин И.И. Прогрессивная технология внесения минеральных удобрений. М.: Колос, 1975.
23. Система земледелия Северо-Осетинской АССР. Орджоникидзе, изд. «Ир», 1987.
24. Справочная книга по химизации сельского хозяйства. М.: Колос, 1980.
25. Система применения удобрений в интенсивных яблоневых садах (рекомендации). Краснодар, 2005, - 48 с.
26. Якушев В.И. и др. Плодовые, ягодные культуры и технология их выращивания. М.: Агропромиздат, 1988. - 343с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Индивидуальное задание для курсового проекта по агрохимии	4
1. Общие сведения о хозяйстве	6
2. Накопление органических удобрений	10
3. Расчет потребности хозяйства в удобрениях	12
4. Химическая мелиорация почв	18
5. План распределения удобрений в саду и в севообороте	22
6. Удобрение сада и виноградника	27
7. Удобрение в парниках и теплицах	29
8. Удобрение лугов и пастбищ	30
9. Баланс питательных элементов в севообороте	33
10. Эффективность применения удобрений в саду и в севообороте	39
11. Расчет потребности удобрений в севообороте и составление календарного плана их применения	48
12. Прогнозирование и обеспечение заданного уровня плодородия почвы	52
13. Заготовка и хранение удобрений	54
Приложения	58
Словарь терминов и определений	80
Рекомендуемая литература	82



Лицензия: ЛР. № 020574 от 6 мая 1998 г.

Подписано в печать 27.10.2021 г. Бумага писчая. Печать трафаретная.
Бумага 60x84 1/8. Усл. печ. л. 10,5. Тираж 120. Заказ 174.



362040, Владикавказ, ул. Кирова, 37.
Типография ФГБОУ ВО «Горский госагроуниверситет»