

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Макушев Андрей Богданович
Должность: Ректор
Дата подписания: 07.08.2023 14:11:40
Уникальный программный ключ:
4c46f2d9ddda3fafb9e57683d11e5a4257b6ddfe

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Чувашский государственный аграрный университет»
(ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ)

Факультет биотехнологии и агрономии

Кафедра землеустройства, кадастров и экологии

**НАУЧНО-ОБОСНОВАННАЯ СИСТЕМА ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ В
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

О.А. Васильев

Методические указания по выполнению курсовой работы
по дисциплине «Агрохимия»

Чебоксары 2023

УДК 631.8

ББК 40.4

В 19

Рецензенты:

Л.Г. Шашкаров, доктор с.-х. наук, профессор кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ;

С.В. Ермолаев, канд. с.-х. наук, зам. начальника филиала ФГБУ «Госсорткомиссия» по Чувашской Республике.

В-19 Научно-обоснованная система применения удобрений в сельскохозяйственных предприятиях: Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Агрохимия» / О.А. Васильев. - Чебоксары: ФГОУ ВО Чувашский ГАУ, 2023. – 34 с.

Методические указания предназначены для выполнения курсовых работ студентами направления подготовки 35.03.04 Агрономия, квалификации бакалавр. В настоящем методическом указании приводятся теоретические сведения, порядок оценки плодородия почвы и расчетов норм внесения органических и минеральных удобрений под запланированную урожайность сельскохозяйственных культур в севообороте, а также методические рекомендации по выполнению курсовой работы по дисциплине «Агрохимия».

Рекомендовано к изданию методической комиссией факультета биотехнологий и агрономии ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ.

© Васильев О.А., 2023

© ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ, 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1. Почвенно-агрохимическая характеристика почв территории хозяйства по результатам различных методов анализа	5
2. Расчет баланса гумуса в севообороте и потребности в органических удобрениях	10
3. Расчет доз извести и фосфоритной муки по полям севооборота	15
4. Расчет потребности сельскохозяйственных культур в удобрениях	18
5. Система применения удобрений. Составление годового плана применения удобрений	21
6. Расчет площади склада для хранения удобрений	27
Список литературы	29
Приложение	30

ВВЕДЕНИЕ

Лабораторно-практические занятия по агрохимии рассчитаны на 16 часов аудиторных занятий. Методические указания призваны способствовать успешному усвоению программы курса студентами.

Основное внимание обращено на практическую подготовку будущего специалиста в области агрономии – способность оценить потенциальное плодородие почвы по агрохимическим показателям, определить баланс органического вещества в пахотном слое, нуждаемость в известковании почвы, уметь распознавать минеральные и органические удобрения, знать их свойства, рассчитать дозы и сроки применения под различные сельскохозяйственные культуры.

В выполнении самостоятельной работы студентам окажут помощь помещенные в приложениях таблицы и другие справочные материалы.

В результате освоения дисциплины Агрохимия студент должен:

Знать взаимосвязи процессов превращения удобрений и известковой муки в почвах с продуктивностью возделываемых культур и плодородием почв, виды и особенности применения органических, минеральных удобрений; методы определения доз, сроков и способов их применения под отдельные сельскохозяйственные культуры;

Уметь разработать систему удобрения полей севооборотов; распознавать и проводить качественные и количественные анализы удобрений, определять качество растениеводческой продукции;

Владеть техникой закладки полевых опытов разных модификаций с удобрениями, техникой учета урожаев и обобщении полученных результатов.

1. Почвенно-агрохимическая характеристика почв территории хозяйства

С помощью данных почвенного очерка сельскохозяйственного предприятия изучить расположение и площади полей севооборота, наименование преобладающих почв, их гранулометрический состав и строение профиля.

Изучить среднюю мощность пахотного слоя почв полей севооборота (в отдельности по каждому полю), содержание гумуса (в %) и запасов гумуса (в т/га), подвижного фосфора и обменного калия по Кирсанову (в мг/кг и кг/га), рН обменной кислотности, сумму обменных оснований и гидролитическую кислотность почв (по форме табл 1, 1-1).

Таблица 1 – Почвенная характеристика полей 1 севооборота СХПК

№ Поля	Преобладающий тип почвы	Площадь поля, га	Гранулометрический состав	Степень смытости	Почвообразующая порода	Мощность слоя Ап, см
--------	-------------------------	------------------	---------------------------	------------------	------------------------	----------------------

Таблица 1-1 – Характеристика пахотного слоя полей 1 севооборота СХПК

№ Поля	Гумус		Запасы N*	P ₂ O ₅	K ₂ O	Обменная кислотность	Плотность сложения	Сумма обменных оснований (Е)	Гидролитическая кислотность (ГК)
	%	т/га	кг/га	мг/кг	мг/кг	рН _{обм}	г/см ³	мг-э/100г	мг-э/100г

Практически единственным источником азота для большинства зерновых и овощных сельскохозяйственных культур в почве является органическое вещество (гумус) почвы. В органическом веществе почвы содержится в среднем 5% азота. Для расчета запасов гумуса в пахотном слое в т/га использовать плотность сложения почвы, равную 1,2 г/см³.

Найдем запас азота в кг/га, образующийся в пахотном слое почвы за вегетационный период и заполним таблицу 8. Для этого необходимо найти массу пахотного слоя на площади 1 га и запасы гумуса в т/га в каждом поле севооборота.

Масса пахотного слоя почвы ($M_{\text{Ап}}$) на площади 1 га будет равна:

$$M_{\text{Ап}} = 27 \text{ см} * 1,2 \text{ г/см}^3 * 100 = 3240 \text{ т/га}; (2)$$

Отсюда, коэффициент для пересчета содержания подвижных элементов питания растений в почве, выраженных в мг/кг, в значения кг/га, будет равен

$$3240 \text{ т/га}/1000 = 3,24 (3).$$

Позднее коэффициент пересчета будет использован при расчете норм минеральных удобрений на рассчитанный урожай сельскохозяйственных культур.

Например, чтобы пересчитать содержание в пахотном слое подвижного фосфора 150 мг/кг в запасы подвижного фосфора в т/га, необходимо $150 \text{ мг/кг} * 3,24 = 486 \text{ кг/га}$. Итак, содержанию подвижного фосфора в пахотном слое соответствуют его запасы 486 кг/га. Аналогично пересчитывается в запасы т/га при необходимости и содержание обменного калия мг/кг.

Запас гумуса ($Зг$) в пахотном слое почвы массой 3240 т/га и содержанием гумуса 3% будут равны:

$$Зг = 3240 \text{ т/га} * 3\% / 100\% = 97,2 \text{ т/га}; (4)$$

Содержание запасов гумуса в почве необходимо для получения данных легкогидролизуемого азота (в гумусе содержится 5% азота).

Ежегодно из 97,2 т/га гумуса минерализуется в зависимости от произрастаемой культуры, около 1,1 – 2,0%, с высвобождением азота и других элементов питания растений.

Таблица 3 - Среднегодовая минерализация гумуса в черном пару и под сельскохозяйственными культурами, % от валового запаса гумуса

Культура	Минерализация гумуса (Км)	Культура	Минерализация гумуса
Озимая пшеница и рожь	1,35	Кукуруза на зеленый корм	1,47
Ячмень, яровая пшеница	1,23	Однолетние травы на сено	1,10
Овес	1,20	Многолетние травы на сено	0,60
Кукуруза (зерно)	1,56	Подсолнечник	1,39
Гречиха и просо	1,10	Картофель	1,61
Горох и вика	1,50	Овощи, корнеплоды	1,60
Сахарная свекла	1,59	Черный (чистый) пар	2,00

Например, под чистым паром потери гумуса на минерализацию (коэффициент минерализации гумуса равен 2,0 из табл. 10) составит:

$$97,2 \text{ т/га} * 2\% / 100\% = 1,944 \text{ т/га или } 1944 \text{ кг/га.}$$

Будет за год нахождения под чистым паром потеряно на минерализацию 1944 кг/га гумуса.

При этом высвободившийся в ходе минерализации гумуса азот накапливается под чистым паром и после посева озимых зерновых культур расходуется на их питание.

В минерализованном гумусе содержится азота 5%, или, это составит:

$$1944 \text{ кг/га} * 5\% / 100\% = 97,2 \text{ кг/га азота}$$

Необходимо дать агрономическую оценку содержания в пахотном слое почв полей севооборота гумуса, обеспеченности почвы подвижными формами фосфора и калия (средняя, повышенная или другая) и по классам (табл. 3, 4).

Табл. 3. Обеспеченность почв легкогидролизуемым азотом, мг/кг

Классы почвы	Содержание легкогидролизуемого азота	N (по Тюрину и Кононовой)		
		pH<5	pH 5-6	pH>6
1	Очень низкое	<40	<30	<30
2	Низкое	41-50	31-40	31-40
3	Среднее	51-70	41-60	41-50
4	Повышенное	71-100	61-80	51-70
5	Высокое	101-140	81-120	71-100
6	Очень высокое	>140	>120	>100

Табл. 4. Обеспеченность почв подвижными элементами питания растений, мг/кг

Классы почвы	Содержание подвижных форм фосфора и калия в почве	P ₂ O ₅		K ₂ O		Кислотность почвы	
		по Кирсанову	по Чирикову	по Кирсанову	по Чирикову	Степень кислотности	pH сол.
1	очень - низкое	<25	<20	<40	<20	очень сильно кислая	<4,1
2	низкое	25-50	20-50	40-80	20-40	сильно кислая	4,1-4,5
3	среднее	51-100	51-100	81-120	41-80	Средне-кислая	4,6-5,0
4	Повышенное	101-150	101-150	121-170	81-120	Слабо-кислая	5,1-5,5
5	высокое	151-250	151-200	171-250	121-180	близкая к нейтральной	5,6-6,0
6	очень высокое	>250	>200	>250	>180	Нейтральная	>6,0

На основании анализа свойств почв составить наиболее выгодный 4-польный севооборот, например – табл. 5.

Таблица 5 – Очередность возделывания сельскохозяйственных культур в севообороте (ротационная таблица)

№ п.п.	№ поля севооборота	Площадь поля, га	рНобм.	Годы ротации севооборота			
				1	2	3	4
1	1	30	5,0	Чистый пар	Озимая пшеница	Ячмень	Яровая пшеница
2	2	35	4,2	Яровая пшеница	Чистый пар	Озимая пшеница	Ячмень
3	3	29	4,6	Ячмень	Яровая пшеница	Чистый пар	Озимая пшеница
4	4	34	4,7	Озимая пшеница	Ячмень	Яровая пшеница	Чистый пар

Планируем урожайность в зависимости от агрохимических показателей: на полях с более высоким содержанием гумуса и питательных веществ – большая урожайность сельскохозяйственных культур. Планируемая урожайность у зерновых культур не менее 3-4 т/га, овощей и картофеля – не менее 30 т/га (табл. 6).

Таблица 6 – Планируемая урожайность сельскохозяйственных культур в севообороте

№ п.п.	№ поля севооборота	Площадь поля, га	Годы ротации севооборота			
			1	2	3	4
1	1	30	Чистый пар	4,0	4,0	3,0
2	2	35	3,0	Чистый пар	3,5	3,5
3	3	29	4,5	3,5	Чистый пар	4,5
4	4	34	3,0	3,5	3,0	Чистый пар

2. Расчет баланса гумуса в севообороте и потребности в органических удобрениях

Баланс гумуса исчисляется как разница между приходом и расходом его за определенный промежуток времени.

Он бывает трех типов: равновесный, или бездефицитный, когда потери гумуса восполняются новообразованием, положительный – приход превышает расход; отрицательный, или дефицитный, когда минерализация (расход) гумуса превышает его новообразование.

Баланс гумуса рассчитывают по конкретным полям севооборота, севообороту, хозяйству, району, области, республике и стране.

Среднегодовой баланс (Бг, т/га) гумуса в почве поля за ротацию севооборота определяют по формуле:

$$\text{Бг 1 поля} = (\sum \text{Пг}_{1\text{год}} + \sum \text{Пг}_{2\text{год}} + \sum \text{Пг}_{3\text{год}} + \sum \text{Пг}_{4\text{год}}) - (\text{Мг}_{1\text{год}} + \text{Мг}_{2\text{год}} + \text{Мг}_{3\text{год}} + \text{Мг}_{4\text{год}});$$

где $\sum \text{Пг}_{1\text{год}} + \dots$ – сумма прихода (прибавки) гумуса от пожнивных остатков (поверхностных и корневых) за каждый год ротации севооборота, т/га;

$\text{Мг}_{1\text{год}} + \dots$ – минерализация гумуса за каждый год ротации севооборота, т/га

Приход гумуса за счет поверхностных и корневых остатков рассчитывается по форме табл. 8.

Для подсчета прибавки гумуса (Пг, т/га) от гумификации пожнивных остатков подсчитываем приход растительных остатков (корневых остатков и поверхностных остатков) под каждой сельскохозяйственной культурой, который зависит от запланированной урожайности.

Расчеты по приходу гумуса производим по уравнению регрессии табл. 7 согласно выбранным культурам севооборота.

Таблица 7 - Уравнения регрессии для определения массы растительных остатков по запланированному урожаю, т/га

Культура	Урожайность, т/га	Растительные остатки				Сумма, т/га
		Корневые (х)	кг/га	Поверхностные (х ₁)	т/га	
1	2	3	4	5	6	7
Озимая пшеница		$0,071 y + 1,0$		$0,032 y + 1,35$		
Озимая рожь		$0,071 y + 1,0$		$0,032 y + 1,35$		
Ячмень		$0,054 y + 0,93$		$0,029 y + 0,68$		
Яровая пшеница		$0,054 y + 0,93$		$0,029 y + 0,68$		
Овес		$0,042 y + 0,84$		$0,019 y + 1,48$		
Кукуруза на зерно		$0,083 y + 0,72$		$0,020 y + 0,16$		
Гречиха		$0,065 y + 1,16$		$0,028 y + 0,85$		
Просо		$0,057 y + 1,26$		$0,050 y + 0,74$		
Горох		$0,036 y + 0,89$		$0,021 y + 0,45$		
Вика		$0,036 y + 0,89$		$0,021 y + 0,45$		
Сахарная свекла		$0,006 y + 0,57$		$0,0005 y + 0,28$		
Подсолнечник		$0,116 y + 0,49$		$0,0041 y + 0,32$		
Картофель		$0,007 y + 0,80$		$0,0068 y + 0,05$		
Овощи		$0,007 y + 0,80$		$0,0068 y + 0,05$		
Бахчи		$0,007 y + 0,80$		$0,0068 y + 0,05$		
Корнеплоды		$0,005 y + 0,52$		$0,0003 y + 0,24$		
Кукуруза на корм		$0,010 y + 1,35$		$0,0006 y + 0,57$		
Травы на сено: Однолетние		$0,050 y + 1,33$		$0,012 y + 0,68$		
Многолетние		$0,102 y + 0,47$		$0,012 y + 0,59$		

Например, урожайность яровой пшеницы равна 3т/га.

В таблице 7 по формуле для расчета корневых остатков яровой пшеницы ($x = 0,054 y + 0,93$) и поверхностных ($x_1 = 0,029 y + 0,68$); вместо «у» подставляем урожайность (3т/га) и рассчитываем количество корневых и поверхностных остатков в т/га.

Далее их суммируем построчно (графа 4+графа 6) в графу 7 «Сумма, т/га» (табл. 7).

Растительные остатки каждой сельскохозяйственной культуры имеют свой коэффициент гумификации.

Далее рассчитываем приход гумуса по каждой культуре полей севооборота. Для этого приход растительных остатков по каждой культуре умножаем на коэффициент гумификации из табл. 9 и получаем приход гумуса. Приход гумуса от каждой культуры заносим в соответствующие графы табл. 8 и суммируем по горизонтали. Получаем сумму прихода гумуса из растительных остатков, т/га по каждому полю севооборота. Под чистым паром прихода гумуса нет.

Суммируя приход гумуса по каждому полю севооборота получаем общий приход гумуса в севообороте за его ротацию.

Табл. 8 – Приход гумуса из растительных остатков по полям и севообороту в целом за его ротацию

№ п.п.	№ поля севооборота	Приход гумуса за ротацию севооборота (Пг), т/га				Сумма прихода гумуса по полям севооборота, т/га
		1	2	3	4	
1	1	Чистый пар	Пг Оз. пшен.	Пг Ячмень	Пг Яровая пшеница	(Пг _{сев.1 поле})
2	2	ПгЯровая пшеница	Чистый пар	ПгОзимая пшен	ПгЯчмень	(Пг _{сев.2 поле})
3	3	ПгЯчмень	ПгЯровая пшеница	Чистый пар	ПгОзимая пшен	(Пг _{сев.3 поле})
4	4	ПгОзимая пшен	ПгЯчмень	ПгЯровая пшеница	Чистый пар	(Пг _{сев.4 поле})
Приход гумуса по севообороту						Пг _{сев}

Коэффициенты гумификации показывают, какое количество его поступает в почву из разлагающихся растительных остатков и органического вещества навоза.

Таблица 9 - Коэффициенты гумификации растительных остатков и навоза

Объект изучения	Коэффициент гумификации	Объект изучения	Коэффициент гумификации
Озимая пшеница	0,20	Корнеплод	0,12
Озимая рожь	0,20	Кукуруза на зеленый корм	0,17
Ячмень и овес	0,22	Озимая пшеница на зеленый корм	0,13
Озимая пшеница	0,20	Картофель, овощи, бахчевые	0,13
Гречиха и просо	0,22	Травы на сено:	

Горох и вика	0,23	- однолетние	0,22
Сахарная свекла	0,10	- многолетние	0,26
Подсолнечник	0,14	Навоз подстилочный	0,07

Далее в табл. 8 рассчитываем баланс гумуса, отнимая от прихода гумуса его расход на минерализацию, который берем из табл. 3.

Расчет баланса гумуса в почве на гектаре площади поля севооборота производят по формуле среднегодового баланса гумуса. На основе полученных средневзвешенных величин расхода и прихода для расчета среднегодового баланса гумуса ($B_{г.с.в. 1 \text{ поля}}$) по одному севообороту в т/га, формула приобретает следующий вид:

$$B_{г.с.в. 1 \text{ поля}} = P_{г.с.в. 1 \text{ поля}} - M_{г.с.в. 1 \text{ поля}},$$

где $P_{г.с.в. 1 \text{ поля}}$ – приход гумуса за ротацию севооборота в 1 поле;

$M_{г.с.в. 1 \text{ поля}}$ – расход гумуса за ротацию севооборота в 1 поле;

Все полученные данные заносим в табл. 10.

Таблица 10 - Расчет баланса гумуса и потребности в навозе, кг/га

№ поля	Площадь поля, га	Прихода гумуса ротацию севооборота т/га ($P_{г.с.в.}$)	Минерализация гумуса (расход), т/га ($M_{г.с.в.}$)	Баланс гумуса, т/га ($B_{г.с.в.}$)	Требуется полуперепревшего навоза, т/га (D_n)	Требуется навоза на всю площадь поля, тонн
1						
2						
3						
4						
Требуется навоза всего за ротацию севооборота, тонн						

Если баланс гумуса положительный, то применения навоза не требуется.

Если баланс гумуса отрицательный, т.е. значение «Бг» получается со знаком минус, то минимальная доза навоза (D_n т/га) для бездефицитного баланса гумуса в хозяйстве определяется по формуле:

$$Дн \text{ т/га} = -Бг/0,07$$

где Дн – минимальная доза навоза для бездефицитного баланса гумуса, т/га;

0,07 – коэффициент гумификации навоза из табл. 16, т/га.

- Бг – значение баланса гумуса.

Требуемое количество навоза в т/га умножаем на площадь поля и получаем общую потребность поля в полуперепревшем навозе за ротацию севооборота (за 4 года). Так студент рассчитывает потребность в навозе по всем полям севооборота за одну ротацию. Расчет минимальной дозы органических удобрений, обеспечивающей его бездефицитное содержание, производят согласно прилагаемой форме (табл. 8).

Очередность работ по известкованию, фосфоритованию и внесению органических удобрений согласовать между собой и отразить в таблице 11.

Таблица 11 – Очередность работ по известкованию (И), фосфоритованию (Ф) и внесению органических удобрений – навоза (Н) за ротацию севооборота

№ поля	Площадь поля, га	Годы ротации севооборота			
		1	2	3	4
1	30	*Н, Ф, И			
2	35				Н, Ф, И
3	29			Н, И	
4	34		Н, Ф, И		

*Примечание: Вначале вносится навоз и запахивается в почву (перемешивается с пахотным слоем), затем поле фосфоритуется, культивируется и только потом известкуется.

3. Расчет доз извести и фосфоритной муки по полям севооборота

Необходимость фосфоритования (1 т/га) оценивается по содержанию подвижного фосфора в пахотном слое.

При содержании подвижного фосфора (по Кирсанову) в пахотном слое менее 150 мг/кг требуется фосфоритование в дозе 1 т/га фосфоритной муки.

В нашем случае (табл. 11) фосфоритование требуют три поля: 1, 2 и 4. В поле №3 фосфоритование не требуется, т.к. содержание подвижного фосфора в пахотном слое более 150 мг/кг.

Определяем, под какую культуру севооборота выгоднее вносить фосфоритную муку и заполняем таблицу 12.

Таблица 12 – Выбор культуры для фосфоритования (1 т/га) полей севооборота

№ Поля	Годы			
	1	2	3	4
1	Чистый пар – фосфоритование при обработке чистого пара	Озимая пшеница	Ячмень	Яровая пшеница
2	Озимая пшеница	Ячмень	Яровая пшеница	Чистый пар - фосфоритование при обработке чистого пара
3	Ячмень	Яровая пшеница	Чистый пар	Озимая пшеница
4	Яровая пшеница	Чистый пар - фосфоритование при обработке чистого пара	Озимая пшеница	Ячмень

Для повышения эффективности известкования необходимо выполнить следующие условия: 1) определить степень кислотности почвы; 2) учесть отношение

культур севооборота к известкованию; 3) правильно рассчитать дозу извести с учетом гидролитической кислотности.

Для повышения эффективности известкования необходимо выполнить следующие условия: 1) определить степень кислотности почвы; 2) учесть отношение культур севооборота к известкованию; 3) правильно рассчитать дозу извести с учетом гидролитической кислотности.

Вносить известь в севообороте нужно под те культуры, которые особенно чувствительны к кислотности почвы: это сахарная свекла, кукуруза, озимая пшеница, ячмень, клевер, люцерна, донник. После внесения извести такие культуры дают высокие прибавки урожая. Непосредственно под картофель, овес и рожь известь вносить нежелательно.

Время внесения извести зависит от произрастающей на поле культуры. Лучшее время для известкования – после уборки зерновых и пропашных культур. В весенне-летнее время можно вносить известь непосредственно по многолетним травам либо ранней весной, либо сразу после укоса или стравливания скотом.

Известкование почв требуется при рН обменной кислотности ($pH_{обм}$) пахотного слоя 5,50 и менее. Точные дозы (D_{CaCO_3}) известковой муки с месторождения Яманчурино (Яльчикский район Чувашской Республики) с содержанием извести 93% рассчитывают, исходя из значений гидролитической кислотности (ГК).

В нашем случае, при ГК, равной 3,4 мг-э/100г (табл. 8) доза чистой извести (D_{CaCO_3}) в т/га будет равна:

$$D_{CaCO_3} = M_{Ап}(т/га) * ГК * 50 = 3240 т/га * 3,4 \text{ мг-э/100г} * 50 = 3240 \text{ т/га} * 34 \text{ г/т} * 50 / 1000000 = 5,5 \text{ т/га}; (5)$$

где 1000000 – коэффициент перевода граммов в тонну;

50 – коэффициент (для нейтрализации 1 г H^+ требуется 50 г $CaCO_3$).

Доза известковой муки ($D_{извести}$) с содержанием $CaCO_3$ 93%, будет равна:

$$D_{\text{известии}} = (D_{\text{CaCO}_3}/93\%) * 100\% = 5,9 \text{ т/га};$$

Далее вычисляем общую потребность в известковой муке, необходимой для вывозки и известкования конкретного поля севооборота. Для этого умножаем дозу известии (т/га) на площадь поля (га). На 1 поле за ротацию севооборота на всю площадь (30 га) потребность в известковой муке будет равна: $5,9 \text{ т/га} * 30 \text{ га} = 177 \text{ тонн}$.

После этого составляем таблицу вывоза и внесения известковой муки по годам на основании ротационной таблицы севооборота. Вносить известь в севообороте нужно под те культуры, которые особенно чувствительны к кислотности почвы: это сахарная свекла, кукуруза, озимая пшеница, ячмень, клевер, люцерна, донник. После внесения известии такие культуры дают высокие прибавки урожая. Непосредственно под картофель, овес и рожь известь вносить нежелательно.

4. Расчет потребности сельскохозяйственных культур в удобрениях

При использовании метода элементарного баланса для расчета доз удобрений на планируемый урожай культур учитывают:

1. Содержание элементов питания растений в пахотном слое почв полей севооборота; 2. Данные по выносу элементов питания растений на единицу основной продукции урожая (на 1 т или 10 ц) с учетом побочной.

Недостающая часть питательных веществ почвы для создания планируемого урожая восполняется внесением минеральных удобрений.

В связи с тем, что даже при достатке фосфора в почве, необходимо припосевное применение комплексных удобрений (азофоска) с содержанием действующих веществ N:P:K = 16:16:16 в дозе 100 кг ф.в./га. Так как в 100 кг нитроаммофоски содержится 16 кг азота в д. в., его мы вычитаем из общей потребности почвы в азотном удобрении.

Расчет норм минеральных удобрений рассчитываем по форме табл. 13.

Таблица 13 – Расчет норм минеральных удобрений в поле № 1 в 1 год
(Площадь поля 30 га; культура – оз. пшеница, планир. урожайность – 3,0т/га)

№ п.п.	Показатели	Ед. изм.	Элементы питания растений		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.	Вынос питательных веществ	кг/ц	3,5	1,2	2,5
2.	Вынос питательных веществ с урожаем 30ц/га	кг д.в./га	105	36	75
3.	Содержание в пахотном слое почвы 0-25см	мг/кг	14	110	120
4.	Содержание в пахотном слое почвы 0-25см (гр. 3*3)	кг д.в./га	42	330	360
5.	Коэффициенты использования из почвы		0,3	0,1	0,2
6.	Будет потреблено из почвы на создание урожая	кг д.в./га	12,6	33	72
7.	Внесено минеральных удобрений под предшественник	кг д.в./га	100	100	100
8.	Коэффициенты использования из минер. уд. на 2 год		-	0,1	0,2
9.	Будет использовано из минер. уд., кг д. в./га				
10.	Внесено полуперепревшего навоза <u>30</u> т/га	т/га	30	30	30

	В 1 тонне полуперепревшего навоза содержится	кг д.в./т	6	2,5	7
	Всего внесено с навозом 40т/га элементов питания растений	кг д.в./га	240	100	280
	Коэффициенты использования из навоза в 1 год		0,2	0,3	0,6
12	Будет использовано из навоза*, кг д. в./га		48	30	168
	Требуется внести с минеральными удобрениями (гр.2 - (гр. 6 + гр.12) по каждому элементу	кг/га д.в.	44,4	-27**	-165**
	Коэффициент использования из минеральн. Удобрений в первый год		0,5	0,2	0,6
14	Требуется внести с минеральными удобрениями	кг/га д.в.	88,8	-	-
	в том числе в расчете на физический вес, кг/га:				
	мочевину (46% д.в.)	кг ф.в./га	193		
	суперфосфат двойной (40%)	кг ф.в./га	-		
	хлористый калий (55%)	кг ф.в./га	-		
	Нитроаммофоска	кг ф.в./га	100		
	Площадь посева	га	30		
15.	Потребность в удобрениях на всю площадь, т ф.в.				
	мочевина	Тонн	5,79		
	суперфосфат двойной	тонн	-		
	хлористый калий	тонн	-		
	нитроаммофоска	тонн	3,0		

Примечание: *Доза навоза рассчитывается по балансу гумуса;**если со знаком минус, то потребности в удобрениях не имеется.

Таблица 14 – План применения удобрений под озимую пшеницу
(кг физ. веса/га)

№ п.п	Удобрение	Всего, кг ф.в./га	По способам применения, тонн			
			Основное (осенью)	Предпосевное	Припосевное	Подкормка
1	Мочевина	193	93	-	-	100
2	Нитроаммофоска	100	-	-	100	-

Таблица 15 – План применения удобрений под озимую пшеницу
(кг физ. веса на площадь поля 30 га)

№ п.п	Удобрение	Всего, т ф.в.	По способам применения, тонн физ. веса			
			Основное (осенью)	Предпосевное	Припосевное	Подкормка

1	Мочевина	5,79	2,79	-	-	3,0
2	Нитроаммофоска	3,0	-	-	3,0	-

При выборе формы минеральных удобрений необходимо учитывать основные их свойства и биологические особенности культур севооборота.

Так, например, для основного внесения чаще всего используют мочевину, хлористый аммоний, сульфат аммония. Есть ряд культур плохо реагирующих на хлор (картофель, гречиха, бахчевые культуры и т.д.), следовательно, под них не рекомендуется вносить хлористый аммоний или хлористый калий.

5. Система применения удобрений.

Годовой план применения удобрений в севообороте

Система применения удобрения - это плановая организация целого комплекса мероприятий, связанных с применением минеральных и органических удобрений, которая должна основываться на новейших достижениях агрономии и агрохимии, учитывающих как обеспечение сельскохозяйственных культур всеми необходимыми элементами питания растений, так и расширенное воспроизводство почвенного плодородия, положительный баланс гумуса, макро- и микроэлементов.

Под системой удобрений в севообороте понимается научно обоснованное распределение норм и доз органических и минеральных удобрений, извести, фосфоритной муки по полям севооборота с учетом внесения их в почву в предшествующие годы и обеспечивающее максимальную урожайность и качество продукции растениеводства, улучшение агрохимических, агрофизических и биологических свойств почв. Система удобрения в севообороте является частью общей системы удобрения в сельскохозяйственном кооперативе.

Научная система удобрения включает в себя следующие составные части.

1. Организационно-хозяйственная часть, определяющая почвенно-агрохимические полевые исследования с созданием картограмм содержания гумуса, подвижного фосфора, обменного калия и обменной кислотности (не реже, чем раз в 4 года), закупку, хранение и использование удобрений в полях севооборота.

2. Разработанная система удобрения отдельных культур севооборота, составленная из оптимальных доз, форм, сроков и способов внесения удобрений.

3. На основе разработанной системы удобрения отдельных культур севооборота создается система применения удобрений в севообороте, являющаяся основным звеном системы применения удобрений в хозяйстве и представляющая собой комплекс агрохимических и агрономических мероприятий по рациональному использованию минеральных и органических удобрений.

4. Система удобрения в хозяйстве складывается из систем применения удобрений в севообороте и в него входят:

1. Почвенно-агрохимические картограммы или результаты почвенно-агрохимических изысканий (почвенный очерк), отражающие основные факторы плодородия почв полей севооборотов хозяйства.

2. Комплекс техники по разбрасыванию и внесению минеральных и органических удобрений в почву;

3. Известкование кислых почв известковыми материалами и фосфоритование бедных фосфором почв, планирование времени и очередности мелиоративных работ по полям севооборота;

4. Научно обоснованные расчеты применения удобрений в севооборотах с учетом содержания элементов питания растений в почве и выноса их урожаем.

Система удобрения отдельных культур севооборота - это план применения органических и минеральных удобрений, в котором рассчитаны ассортимент, дозы, сроки и способы их внесения с учетом планируемого урожая и биологических особенностей питания сельскохозяйственной культуры, с учетом чередования культур, почвенно-агрохимической характеристики почв, их эффективного и потенциального плодородия.

Системы удобрения отдельных культур и система удобрения севооборота находятся в тесной неразрывной, в которой учитываются применение удобрений под предшествующие культуры, их последствие на агрохимические, физические и биологические свойства пахотного слоя почв.

Разработанные система удобрений в севообороте и план применения удобрений позволяют максимально реализовать потенциальную биологическую продуктивность культуры севооборота.

Общие основные положения научной системы применения удобрений в севообороте следующие:

1. Высокая культура земледелия, постоянно заботящаяся о повышении плодородия почв, с жестким соблюдением правил агротехники возделывания сельскохозяйственной культуры. Только при этом может быть получена

максимальная эффективность удобрений. Высокие дозы применяемых органических и минеральных удобрений не компенсируют нарушения агротехники.

2. Разные способы и дозы применения удобрений, предполагающие внесение их в разные слои почвы (предпосевное, припосевное, основное внесение, подкормки), что обеспечивает развивающееся растения доступными элементами питания во все фазы роста развития.

В связи с этим во всех вариантах при распределении норм удобрений по способам применения в первую очередь необходимо применять припосевное внесение гранулированных комплексных минеральных удобрений (нитрофоска, нитроаммофоска, азофоска, азофос в дозе 1-2 ц/га) сеялками в верхний слой почвы, что обеспечивает оптимальное стартовое развитие растения в начальные фазы роста. Планировать припосевное внесение необходимо даже при высоком содержании элементов питания растений в почве и отсутствии необходимости применения удобрений в дозе 100 кг физического веса на гектар пашни нитроаммофоски с содержанием действующего вещества по 16% азота, фосфора и калия (16:16:16).

Дальнейшее развитие растений обеспечивается за счет минеральных удобрений, внесенных в более глубокие слои почвы (подкормки, предпосевное, основное внесение под вспашку).

На втором этапе в случае планирования применения азотных удобрений планируется весенняя подкормка азотным удобрением (1 или 2 подкормки по 34-46 кг д.в./га азота, что соответствует по 1ц физ. веса/га аммиачной селитры или мочевины).

Только на третьем этапе планирования оставшиеся удобрения размещаются в качестве основного или предпосевного удобрения.

Все эти способы послойного внесения удобрений в почвы полей севооборота входят в разработку системы удобрения сельскохозяйственной культуры.

Система удобрения, включающая в себя нормы, дозы с послойным внесением удобрений позволяет создать оптимальные условия питания сельскохозяйственных культур в соответствии с их биологическими требованиями и получить максимальный урожай высокого качества.

3. Органические и минеральные удобрения максимально эффективны при их совместном применении.

4. Научная система удобрений в севообороте предусматривает постоянный контроль за воспроизводством плодородия почвы, за балансом питательных веществ и гумуса почвы, добиваясь оптимального их содержания с учетом требований культуры и реализации их потенциальной продуктивности.

Почвы Нечерноземной зоны Российской Федерации, в которую входит и Чувашская Республика, в основном характеризуются кислой реакцией почвенного раствора, очень низким и низким содержанием гумуса, низкой и средней обеспеченностью основными элементами питания растений. Поэтому здесь необходимо известкование, применение высоких доз органических и минеральных удобрений.

Планы применения удобрений под каждую культуру суммируем по культурам по всем полям за первый год ротации и получаем общую потребность севооборота в удобрениях, и по способам применения, например (табл. 16).

Таблица 17 – Годовой план применения удобрений под все культуры севооборота в первый год в физическом весе, т

Удобрение	Всего, тонн	На сумму, тыс. руб	По способам применения на всю площадь, тонн			
			Основное	Предпосевное	Припосевное (в рядки)	Подкормка
Мочевина	480		380			100,0
Нитроаммофоска	30				30	
Суперфосфат	120		120			
Хлористый калий	520		520			

Далее такие же таблицы составляются на каждый год ротации севооборота. Затем рассчитывается общая потребность удобрений в севообороте (табл. 18).

Таблица 18 – Потребность в применении удобрений в севообороте, т

Удобрение	Всего, тонн	На сумму, тыс. руб	По способам применения на всю площадь, тонн			
			Основ- ное	Предпо- севное	Припо- севное (в рядки)	Подкормка
Мочевина						
Нитроаммофоска						
Суперфосфат						
Хлористый калий						
Нитроаммофоска			1			
Навоз						

После составления и обоснования годового плана применения удобрений определяют потребность севооборота в минеральных удобрениях по срокам их внесения и в целом за севооборот.

С этой целью составляется календарный план применения удобрений (прил. 7), где отражается сезонная очередность внесения удобрений, формы минеральных удобрений, сезонная и общая потребность в удобрениях.

Календарный план лучше составлять, начиная с применения удобрений в весенний период: последовательно с ранневесенних подкормок (многолетних трав, озимых), затем основное внесение азотных удобрений (если зона достаточного увлажнения), после чего припосевное (припосадочное) удобрения и летние подкормки.

Далее учитывают осенний период: органические удобрения и известь.

Календарный план применения удобрений за 1 год ротации заполняют по форме табл.

Таблица 19 – Календарный годовой план применения удобрений в 1 год

№ пол я	Культуры	Пло- щадь, га	Сумма удобрений для внесения, в т на всю площадь полей севооборота				
			Нитро- аммо- фоска	Моче -вина	Супер- фосфат	Хлорис тый калий	Навоз
Весенне-летнее применение							
1	Предпосевное				3		
2	Припосевное						
3	Подкормка						
4							
5							
	Итого за весенне-летний период, т						
Осеннее применение							
1	Основное						
2	Припосевное						
3	Подкормка						
4							
5							
	Итого за осенний период, т						
	ИТОГО в первый год, тонн						

Основное минеральное удобрение вносят с учетом гранулометрического состава и водного режима почв хозяйства.

В зоне недостаточного увлажнения (коэффициент увлажнения ≤ 1) азот в составе мочевины, солей аммония, аммиачной воды и комплексных удобрений можно вносить под основную обработку почв, т.к. отсутствует угроза его вымывания. В зоне достаточного увлажнения (коэффициент увлажнения более 1) азотные удобрения предпочтительно внести в качестве предпосевного удобрения и подкормок сельскохозяйственных культур, чтобы минимизировать потери азота из-за его возможного вымывания вниз по профилю почвы в грунтовые воды.

6. Расчет площади склада для хранения удобрений

В каждом хозяйстве для хранения минеральных удобрений необходимо иметь типовые склады с отремонтированной крышей и прочными стенами. Склады по объему должны быть рассчитаны на прием и одновременное хранение не менее 50% годового потребления удобрений. В период снеготаяния пол в складах должен быть водонепроницаемым — асфальтовым, цементным или деревянным, для сохранности удобрений.

Разные виды и формы удобрений нужно хранить отдельно. Так, например, при смешивании аммиачной селитры с суперфосфатом, а также при использовании в составе смеси аммиачной селитры и мочевины, а также мочевины и суперфосфата образуется гигроскопичная слипшаяся трудно высеваемая масса. Необходимо покрыть сверху штабеля полиэтиленовой пленкой для улавливания и стока конденсата.

Особые предосторожности надо соблюдать при хранении аммиачной селитры: в одном складе нельзя хранить более 500 т этого удобрения. Отсеки с аммиачной селитрой должны быть отделены от других удобрений противопожарными стенками из кирпичной кладки или железобетона. При хранении аммиачной селитры на стоечных поддонах допускается высота штабеля до 4,4 м, а на плоских поддонах - в два яруса.

Без поддонов мешки с аммиачной селитрой укладывают штабелем высотой 1,5-1,8 м в 8-10 рядов.

Масса отдельного штабеля не должна превышать 120 т.

Все другие удобрения также следует хранить на стоечных поддонах, которые устанавливают в четыре ряда общей высотой 4,4 м.

Незатаренные удобрения можно хранить насыпью высотой до 5 м.

Фосфоритную, известняковую муку, а также гранулированный суперфосфат удобно хранить в складах башенного типа.

Расчет площади склада для минеральных удобрений показан в табл. 20.

Таблица 20 - Расчет площади склада для минеральных удобрений

Название удобрения	Годовая потребность, т	Плотность, т/м ³	Общий объём ту-ков, м ³	Допустимая высота укладки, м	Требуется площади пола, м ²
НАФ	200	0,97	206,2	2	103
Нм	50	1,55	32,22	2	25
Рсд	90	1,00	90	2	45
Кх	70	1,07	65,42	2	35
ИТОГО					208 м ²

Необходим склад с полезной площадью не менее 208 м².

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Список использованной литературы оформляется в соответствии с ГОСТ по описанию источников литературы. В списке должны быть указаны только те источники, на которые есть ссылки в работе.

Рекомендуемая литература для выполнения курсовой работы

1. Агрохимия / Под ред. Б.А. Ягодина// Б.А. Ягодина, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко.- М.: Мир , 2004.- 584 с.
2. Агрохимия / В.Г.Минеев.- М.: МГУ, 2004. -720 с.
3. Ефимов, В.Н. Система применения удобрений / В.Н. Ефимов, И.Н. Донских, В.П. Царенко.- М.: КолосС, 2002.-320 с.
4. Кидин, В.В. Основы питания растений и применения удобрений, Ч. 1. / В.В. Кидин.- М.: РГАУ-МСХА, 2008. - 415 с.
5. Кореньков, Д.А. Агроэкологические аспекты применения азотных удобрений/ Д.А. Кореньков.- М.: Наука, 1999. -296 с.
6. Минеев, В.Г. и др. Практикум по агрохимии. Учеб. пособие. – 2-е изд., перераб и доп. /, Под ред. В.Г. Минеева. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.
7. Орлов Д.С. и др. Химия почв. М.: Изд-во МГУ. 2006. 436 с.
8. Постников, А.В. Химизация земледелия в РСФСР / А.В. Постников, В.А. Марков // М.: Россельхозиздат, 1984. – 238 с.
9. Рябченко, И.К. и др. Механизация применения удобрений: Справочник агрохимика. М.: Колос, 1982. 12.
10. Справочная книга по химизации сельского хозяйства / В.М. Борисова. 2-е издание, переработанное и дополненное. М.: Колос, 1980. 560 с.
11. Сычев, В.Г. Основные ресурсы урожайности сельскохозяйственных культур и их взаимосвязь/ В.Г. Сычев. - М.: КолосС, 2003.226 с.
12. Шильников, И.А. Известкование кислых почв/, И.А. Шильников, Л.А. Лебедева.- М.: Колос, 1987.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Классификация почв по обеспеченности питательными элементами (мг/кг почвы) и кислотности

Классы почвы	Содержание легкогидролизуемого азота	N (по Тюрину и Кононовой)			Содержание подвижных форм фосфора и калия в почве	P ₂ O ₅		K ₂ O		Кислотность почвы	
		pH<5	pH 5-6	pH>6		по Кирсанову	по Чирикову	по Кирсанову	по Чирикову	Степень кислотности	pH _{сол.}
1	Очень низкое	<40	<30	<30	очень низкое	<25	<20	<40	<20	очень сильно кислая	<4,1
2	Низкое	41-50	31-40	31-40	низкое	25-50	20-50	40-80	20-40	сильно кислая	4,1-4,5
3	Среднее	51-70	41-60	41-50	среднее	51-100	51-100	81-120	41-80	среднекислая	4,6-5,0
4	Повышенное	71-100	61-80	51-70	повышенное	101-150	101-150	121-170	81-120	слабокислая	5,1-5,5
5	Высокое	101-140	81-120	71-100	высокое	151-250	151-200	171-250	121-180	близкая к нейтральной	5,6-6,0
6	Очень высокое	>140	>120	>100	очень высокое	>250	>200	>250	>180	нейтральная	>6,0

Примечание: метод Кирсанова применяют для дерново-подзолистых и серых лесных почв, метод Чирикова – для карбонатных черноземов.

**Биологический вынос основных элементов питания растений
сельскохозяйственными культурами [1]**

Культура	Основная продукция	Вынос на 1 т основной продукции с учетом побочной, кг		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Пшеница озимая	Зерно	35	12	26
Рожь озимая	Зерно	30	12	28
Пшеница яровая	Зерно	38	12	25
Ячмень	Зерно	27	11	24
Кукуруза	Зерно	34	12	37
Кукуруза на силос	Зеленая масса	2,6	0,8	4,2
Овес	Зерно	30	13	29
Вика с овсом	Сено	15	6,0	20
Вика с овсом	Зеленая масса	2,7	1,2	4,5
Вика	Зерно	30	14	16
Гречиха	Зерно	30	15	40
Горох	Зерно	30	16	20
Горох с овсом	Зеленая масса	3,0	1,4	5,0
Лен-долгунец	Волокно	80	40	70
Лен-долгунец	Солома	15	7	12
Картофель ранний	Клубни	5,0	1,7	7,0
Картофель поздний	Клубни	6,0	2,0	9,0
Свекла сахарная	Корнеплоды	5,9	1,8	7,5
Свекла кормовая	Корнеплоды	4,9	1,5	6,7
Свекла столовая	Корнеплоды	5,0	1,7	6,3
Капуста белокочанная	Кочаны	3,4	1,3	4,4
Капуста цветная	Кочаны	9,5	3,3	12,5
Морковь столовая	Корнеплоды	3,2	1,2	5,0
Многолетние травы злаково-бобовые 1 г.п.	Зеленая масса	4,7	1,4	6,1
Многолетние травы злаково-бобовые 2 г.п.	Зеленая масса	6,1	1,4	6,8
Клевер	Сено	25	6	15

Содержание действующих веществ в минеральных удобрениях

Наименование	ГОСТ	Сод. д.в., %
Простые минеральные удобрения		
Аммиак водный, марка Б	ГОСТ 9-77	20,5
Аммиак синтетический, жидкий,	ГОСТ 6221-75	82,3
Карбамид (мочевина)	ГОСТ 20175	46
Селитра аммиачная	ГОСТ-2-75	34,5
Сульфат аммония	ГОСТ-9097-74	20,5
Мука фосфоритная	ГОСТ 5716-74	19,0
Преципитат удобрительный	ТУ 6-17-765-76	25,0
Суперфосфат гранулированный	ГОСТ 5956-73	20,0
Суперфосфат двойной гранулир.	ГОСТ 16306-80	40
Калий сернокислый	ТУ-6-13-12-79	48-52
Калий хлористый	ГОСТ 4568-74	50-60
Комплексные минеральные удобрения		N:P ₂ O ₅ :K ₂ O
Аммофос удобрительный	ГОСТ 18918-73	12:52:0
Нитроаммофоска, марка А	ГОСТ 19691-74	10:19:19
марка Б		18:18:18
марка В		16:16:16
Нитрофос, марка А	ГОСТ 11365-75	27:30:0
марка Б		27:30:0
Нитрофоска	ГОСТ 11365-75	17:17:17
Удобрение жидкое комплексное (жку)		10:37:0

Дополнительные затраты, связанные с применением органических и минеральных удобрений, доставкой их в хозяйство, внесением их в почвы полей севооборота приводятся в табл.

Дополнительные затраты на закупку, доставку
и внесение удобрений

№ п.п.	Удобрение	Стоимость, руб/т	Затраты	
			Доставка на 50 км, руб/т	Внесение в почву, руб/га
1.	Азофоска	30000	200	730
2.	Нитрофоска	35000	200	730
3.	Известняковая мука	400	200	730
4.	Суперфосфат двойной	20000	200	730
5.	Хлористый калий	20000	200	730
6.	Мочевина, аммиачная селитра	20000	200	730
7.	Навоз КРС	600	200	800
8.	Фосфоритная мука	3000	300	730