

<http://yadyra.ru>

Российский государственный аграрный университет – Московская  
сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева

---

---

*Кафедра агрономической и биологической химии*

## *Курсовая работа*

*на тему: «Разработка системы применения  
удобрений в овощном севообороте хозяйства  
Калужской области»*

*Выполнила:  
Студентка  
Факультета*

*Москва 2010 год*

## Содержание

Введение.....	3
Агроклиматическая характеристика Калужской области.....	4
Оценка агрохимических показателей севооборота.....	7
Обоснование необходимости химической мелиорации почвы полей севооборота.....	7
Накопление, хранение, место в севообороте и дозы внесения органических удобрений.....	11
Расчет доз минеральных удобрений на планируемую урожайность культур севооборота.....	13
Расчет баланса питательных веществ.....	14
Расчет доз минеральных удобрений на планируемую урожайность.....	16
Расчет баланса питательных веществ.....	17
Обоснование системы применения удобрений с учетом нормативов баланса, хозяйственной целесообразности и экологических ограничений применения удобрительных средств.....	19
Ежегодный план применения удобрений.....	21
Особенности питания и удобрения культур севооборота.....	23
Календарный план приобретения и использования удобрений в соответствии с годовым планом.....	29
Машины и трактора необходимые для внесения удобрений в севообороте.....	31
Расчет доз удобрений под свеклу столовую тремя методами.....	32
1. Метод элементарного баланса.....	32
2. Метод элементарного баланса на плановую прибавку урожая.....	32
3. Метод нормативного баланса.....	34
Заключение.....	38
Список литературы.....	39

## Введение

Одно из основных условий повышения урожайности сельскохозяйственных культур, а также важное звено технологии их выращивания – применение органических и минеральных удобрений. Опыт мирового земледелия показывает, что уровень урожайности тесно связан с количеством применяемых удобрений. Основная задача состоит в том, чтобы правильно распределить удобрения, учитывая все факторы, которые могут повлиять на их эффективность.

Рациональное применение удобрений – это применение удобрений в севообороте, внесение удобрений в оптимальных дозах с учетом обеспеченности почвы подвижными питательными веществами, потребности выращиваемых культур в элементах питания, а также с учетом последствий удобрений, особенности питания выращиваемых растений. При рациональном применении удобрения должны вноситься в такие сроки и такими способами, чтобы осуществлялось максимальное использование питательных веществ вносимых удобрений. Чтобы учесть все эти аспекты, разрабатывают систему применения удобрений.

Системой удобрений называется комплекс взаимосвязанных мероприятий по рациональному использованию удобрений в севообороте. Она предусматривает получение высоких и устойчивых урожаев хорошего качества, расширенное воспроизводство плодородия почвы, получение высокой экономической эффективности удобрений и охрану окружающей среды. Система удобрений в севооборотах хозяйства – это организационно-хозяйственный, агрохимический и агротехнический комплексы мероприятий, которые направлены на выполнение научно-обоснованного плана применения удобрений, в котором предусматриваются виды, нормы удобрений, сроки их внесения и способы заделки. Это зависит от биологических особенностей культур, величины планируемого урожая, почвенно-климатических условий, баланса питательных веществ, влияние удобрений на качество урожая и повышение или сохранение плодородия почвы. Обязательные условия системы удобрений рассчитаны на планомерное внесение удобрений, на каждое поле в течение длительного периода времени.

Основные задачи системы применения удобрений:

- Увеличение урожайности сельскохозяйственных культур и улучшение качества получаемой продукции;
- Повышение, а так же сохранение существующего плодородия полей;
- Эффективное использование удобрений, охрана окружающей среды.

Минеральные удобрения активное и быстрое действие оказывают на обмен веществ в растениях, а значит, и качество урожая.

Установлено, что действие минерального питания растений на качество продукции ограничено и большее значение имеют генетически унаследованные свойства. Однако у ряда растений под влиянием удобрений качественные признаки могут существенно меняться.

Важный признак в оценке действия удобрений на плодовоовощную продукцию – структура урожая, или соотношение вегетативной и продуктивной

частей растений. Несбалансированное питание растений (избыточное внесение одних и недостаточное других) часто сопровождается чрезмерным образованием вегетативной массы в ущерб продуктивной части урожая, в результате чего урожайность и качество продукции снижаются.

Действие отдельных видов и форм минеральных удобрений на качество и лежкость овощей проявляется по-разному. Как правило, одностороннее азотное питание или избыточные дозы азота приводят к уменьшению содержания сухого вещества, сахаров, значительному накоплению нитратов в кочанах и корнеплодах и заметному повышению урожая.

Для ускорения созревания культур важное значение имеет повышенный уровень фосфорного питания. При калийном голодании растений усиливается распад белков, что способствует развитию различных патогенных грибов и бактерий. На качество овощных и плодовых культур существенно влияют и микроэлементы. Под действием микроудобрений снижается поражаемость растений болезнями, возрастает устойчивость их к неблагоприятным внешним условиям.

Сочетание навоза с минеральными удобрениями в большинстве случаев несколько превосходит по своей эффективности эквивалентные количества питательных веществ одного навоза или отдельно применяемых минеральных удобрений. Этот дополнительный эффект достигается прежде всего усилением микробиологической деятельности почвы, а следовательно, и более интенсивным разложением органического вещества навоза и почвы. Уменьшается степень закрепления в почве фосфора минеральных удобрений. С навозом в почву вносятся также значительное количество микроэлементов. При разложении навоза выделяется углекислый газ, который обогащает приземной слой воздуха, повышая тем самым продуктивность фотосинтеза растений.

## **Агроклиматическая характеристика Калужской области**

Калужская область располагается с севера на юг более, чем на 220 км от 53° 30' до 55° 30' северной широты, с запада на восток - на 220 км. Площадь территории составляет 29,9 тыс. км<sup>2</sup>.

Низшая точка территории Калужской области составляет 108 м, находится на границе с Тульской и Московской областями на берегу слияния рек Протвы и Оки. Наивысшая отметка – 279 м на Спас-Деменской гряде около пос. Долгое.

Климат Калужской области умеренно-континентальный с резко выраженными сезонами года: умеренно жарким и влажным летом и умеренно холодной зимой с устойчивым снежным покровом.

Средняя температура воздуха самого теплого месяца - июля изменяется по территории от 17° на северо-западе до 18,5° на юго-востоке.

Температура воздуха самого холодного месяца - января на западе области - 10°, на востоке -11°. Годовая амплитуда среднемесячной температуры 27-28,5°.

Первая половина зимы заметно теплее второй, наиболее холодное время года сдвинуто на вторую половину января и начало февраля.

Теплый период (с положительной среднесуточной температурой) длится в среднем 206 -216 дней (переход температуры через 0° к более высоким значениям весной происходит в первой пентоде апреля, к более низким - осенью, в первой пентоде ноября).

### **Температурный режим области**

Периоды с температурой, °С	Продолжительность периода, дней	Начало периода	Конец периода	Сумма температур, °С
>0	206-216	3-6 /IV	2 - 4 /XI	2250-2550
>5	169-177	17-21/TV	8-12/X	2150-2450
>10	123-140	2-13/V	14-20/IX	1800-2200
Безморозный	121-138	10-19/V	18-26/IX	–

Наименьшая продолжительность этого периода - 160 дней, наибольшая - 230 дней. Безморозный период длится 120-140 дней. В относительно пониженных и защищенных местах (котловинах, лесных полянах, осушенных болотах) он уменьшается до 100 дней. В отдельные годы продолжительность безморозного периода колеблется от 65 до 180 дней. Наиболее холодная северная часть области. К умеренно холодной относится её центральная часть. На юге области, в зоне лесостепи климат относительно тёплый.

Длина дня летом составляет 15-17 час.

Годовой приход солнечной радиации (суммарной) составляет примерно 87 ккал/см<sup>2</sup>. Из этого количества 41 ккал/см<sup>2</sup> - в виде рассеянной радиации.

Калужская область относится к зоне достаточного увлажнения.

Годовая сумма осадков в среднем 550-650 мм, с колебанием в отдельные годы примерно от 270 до 900 мм.

Средняя годовая температура воздуха Калужской области равна 4°,4С. По месяцам года средняя температура распределяется следующим образом:

### **Средняя месячная температура воздуха**

район	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Калужский	-10,0	-8,4	-4,6	4,3	12,4	16,5	18,5	16,1	10,6	4,3	2,5	-6,9	4,2
Лихвинский	-9,7	-8,2	-4,5	4,5	13,0	17,0	18,6	17,2	11,2	5,4	-1,8	-7,0	4,6
Малоярослав	-10,4	-8,8	-4,7	4,1	12,5	16,5	18,5	15,9	10,5	3,6	-2,9	-7,2	4,0
Мятлевский	-9,7	-8,3	-4,3	4,3	12,5	16,3	18,6	16,1	10,5	4,7	-2,4	-6,5	4,3
Спас-Деменс	-9,0	-8,1	-4,1	4,1	12,8	16,6	18,8	16,7	10,8	4,5	-1,9	-6,1	4,6
Сухиническ	-9,3	-8,3	-4,2	4,4	12,9	16,9	19,0	17,1	11,1	5,4	-1,9	-6,4	4,7
Область	-9,7	-8,3	-4,4	4,3	12,7	16,6	18,7	16,5	10,8	4,8	-2,2	-6,7	4,04

Область отличается достаточной увлажнённостью на возвышенных участках и умеренной – в низменных частях. Климатические условия благоприятны с точки зрения агрономии для выращивания многих пропашных культур.

Годовое количество осадков колеблется от 440 до 660 мм. Устойчивый снежный покров здесь образуется к 28 ноября - 5 декабря. А средняя высота снежного покрова составляет 38 см. В январе и апреле количество осадков более 30 - 35 мм, в июле - 70 - 90 мм, в октябре - 40 - 55 мм.

Преобладающими почвами региона являются дерново-подзолистые почвы (занимают примерно 75,6 %). Образуются они вследствие наложения подзолистого и дернового процессов в условиях преобладания осадков над испаряемостью, при промывном типе водного режима. На водоразделах распространены дерново-сильноподзолистые почвы. В северной части территории на востоке и юго-востоке области преимущественно дерново-слабоподзолистые, в поймах рек - аллювиальные. На юге широко распространены дерново-подзолистые глеевые и глееватые почвы. В центральной части и на востоке - преимущественно серые и светло-серые почвы (занимают около 12,4%).

Дерново-подзолистые почвы имеют кислую реакцию, значительную обменную кислотность (1—2 мэкв на 100 г), SO—90% величины которой приходится на обменный Al, а также гидролитическую кислотность (3—6 мэкв на 100 г), низкую емкость поглощения (5—15 мэкв) и степень насыщенности основаниями (30—70%). Большая часть этих почв нуждается в известковании.

Для дерново-подзолистых почв характерно низкое содержание гумуса, общего азота и фосфора и резкое снижение их количества с глубиной профиля. Агрохимические свойства этих почв сильно варьируют в зависимости от механического состава и степени окультуренности.

Большинство дерново-подзолистых почв характеризуется сравнительно низким содержанием усвояемых (минеральных) форм азота и подвижного фосфора, а песчаные и супесчаные почвы — также и калия.

#### *Агрохимическая характеристика дерново-подзолистых почв:*

Степень окультуренности	pH солевой вытяжки	Мощность пахотного горизонта, см	Содержание гумуса, %	Подвижный фосфор мг на 100 г почвы	Подвижный калий мг на 100 г почвы
Слабая	4—4,5	до 20	1,5-2	До 5	До 10
Средняя	4,6—5,0	0—22	2—2,5	5—10	10—15
Сильная	5,1—6,0	22—25	2,5—4	18—25	20—30

С повышением степени окультуренности почв (при систематическом применении органических и минеральных удобрений, известковании и т. д.) снижается кислотность, увеличивается содержание гумуса и общего азота, подвижного фосфора и обменного калия, повышается их плодородие.

Дерново-подзолистые почвы обычно бедны элементами питания, но достаточно увлажнены, применение органических и минеральных удобрений дает на них высокий эффект. Из минеральных удобрений наиболее эффективны азотные, а на слабоокультуренных почвах также фосфорные удобрения. На песчаных и супесчаных почвах эффективно применение калийных, а также магниесодержащих удобрений.

## Оценка агрохимических показателей севооборота

Таблица 1. Агрохимическая характеристика полей севооборота

№ поля	Культуры севооборота и их чередование	Площадь поля, га	Планируемый урожай, т/га	pH <sub>kcl</sub>	Нг	S	Подвижные по Кирсанову, мг/кг		Нлг по Тюрину, мг/кг	N мин, Мг/кг	Гумус, %
							P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O			
1	Свекла ст.	10	32,0	6,2	2,0	12,3	130	160	42	80	2,3
2	Картофель р.	10	20,0	6,1	2,0	12,5	200	200	42	80	2,3
3	Травы 1 г.п.	10	5,0	6,0	2,0	10,0	140	140	42	80	2,3
4	Травы 2 г.п.	10	5,0	6,0	2,0	13,5	140	150	42	80	2,3
5	Капуста	10	60,8	6,2	2,0	10,0	110	135	42	80	2,3
6	Морковь	10	34,5	6,0	2,0	11,5	135	140	42	80	2,3

Почвы севооборотного участка представлены дерново-подзолистыми среднесуглинистыми почвами. Характеризуются слабокислой реакцией, средним содержанием гумуса, повышенным содержанием подвижных форм фосфора и калия. По степени обменной кислотности все почвы на полях 1,2 и 5 являются нейтральными (pH<sub>kcl</sub> = 6,1 - 6,2), а поля 3,4 и 6 – близкими к нейтральной, т.к. pH<sub>kcl</sub> = 6,0 и 5,8.

Обменная кислотность имеет большое значение при внесении в почву больших количеств растворимых минеральных удобрений. Т.к. ионы водорода отрицательно влияют на развитие чувствительных к кислотности растений и почвенных микроорганизмов, легко переходя в активную форму и подкисляя почвенный раствор. Особенно токсичен для многих растений переходящий в почвенный раствор алюминий. Поэтому при внесении извести в почву необходимо добиться нейтрализации не только актуальной, но и обменной кислотности.

### Обоснование необходимости химической мелиорации почвы полей севооборота

Опираясь на агрохимические показатели полей севооборота (табл.1), рассмотрим почвы каждого поля в отдельности:

1-е поле. Гидролитическая кислотность на первом поле равна Нг = 2,0 мг-экв/100 г почвы. Она включает менее подвижную часть поглощенных ионов водорода, труднее обменивающихся на катионы почвенного раствора. Вследствие этого, она (при отсутствии обменной кислотности) не вредна для растений. Знание её величин важно при решении вопроса применения известкования и фосфоритной муки.

Сумма поглощенных оснований равна  $S = 12,3$  мг-экв/100 г почвы. Это количество всех поглощенных катионов, кроме Н и Al.

Ёмкость поглощения или ёмкость катионного обмена – это общее количество способных к обмену поглощенных катионов в почве. Это расчётный показатель, который равен:  $T = S + N_r = 12,3 + 2,0 = 15,3$  мг-экв/100 г почвы. Она оказывает влияние на превращение в почве минеральных удобрений, определяет степень их подвижности в почве. Например, на почвах с низкой поглотительной способностью при внесении легкорастворимых удобрений возможно вымывание питательных веществ и излишнее повышение концентрации раствора. Поэтому азотные и калийные удобрения на этих почвах лучше вносить небольшими дозами и не задолго до посева.

Степень насыщенности почвы основаниями показывает долю суммы поглощенных оснований в общей ёмкости поглощения. В данном случае она равна:  $V = (S/T) * 100 = (12,3/15,3) * 100 = 80\%$  Необходимо учитывать, что чем меньше почва насыщена основаниями, тем выше её кислотность и тем выше её нуждаемость в известковании. Потребность в известковании можно определить, учитывая одновременно величину рН солевой вытяжки, степень насыщенности основаниями и механический состав почвы. Для этого воспользуемся таблицей по оценке потребности в известковании в зависимости от свойств почвы (по М. Ф. Корнилову). В данном случае потребность в известковании отсутствует.

Фосфоритная мука для большей части сельскохозяйственных культур становится достаточно хорошим источником фосфорного питания только тогда, когда почва имеет повышенную кислотность, достаточную для разложения фосфоритной муки. Фосфоритная мука проявляет действие и начинает разлагаться при  $N_r \geq 2,5$  мг-экв/100 г почвы. Применение на данном поле фосфоритной муки не эффективно, т.к.  $N_r = 2,0$  мг-экв/100 г почвы.

По обеспеченности легкогидролизуемым азотом, почва данного поля относится к 3 классу по Тюрину-Кононовой, т.к. содержание его среднее (42 мг/кг). При данном значении можно выращивать культуры сплошного сева и пропашные, при этом обеспеченность азотом для этих культур будет средней и низкой соответственно. Для овощных желательнее использовать почву 4 класса и выше.

По обеспеченности фосфором первое поле относится к 4 классу по Кирсанову, т.к. содержание фосфора повышенное (130 мг/кг), для культур сплошного сева это повышенная обеспеченность, средняя – для пропашных и низкая – для овощных культур.

По обеспеченности калием почва относится к 4 классу, содержание калия высокое (160 мг/кг). Это позволяет выращивать культуры сплошного сева, пропашные и овощные, при этом обеспеченности калием для них будет повышенной, средней и низкой соответственно.

2-ое поле.  $N_r = 2,0$  мг-экв/100 г почвы. Сумма поглощенных оснований  $S = 12,5$  мг-экв/100 г почвы. Рассчитаем ёмкость поглощения по формуле:  $T = S + N_r = 12,5 + 2,0 = 14,5$  мг-экв/100 г почвы. Степень насыщенности основаниями равна:  $V = (S/T) * 100 = (12,5/14,5) * 100 = 86\%$ . На данном поле потребность в



известковании отсутствует. Применение фосфоритной муки не целесообразно, т.к. она не будет действовать ( $H_r = 2,0$ ).

По обеспеченности легкогидролизиремым азотом, почва данного поля относится к 3-ому классу, т.к. содержание его среднее (42 мг/кг). При данном значении можно выращивать культуры сплошного сева и пропашные, при этом обеспеченность азотом для этих культур будет средней и низкой соответственно, для овощных обеспеченность азотом очень низкая.

По обеспеченности фосфором второе поле относится к 5 классу, т.к. содержание фосфора высокое (200 мг/кг), данная обеспеченность фосфором является высокой для культур сплошного сева, повышенной для пропашных и средней для овощных.

По обеспеченности калием почва относится к 5 классу, содержание калия высокое (200 мг/кг). Это позволяет выращивать культуры сплошного сева, пропашные и овощные, при этом обеспеченности фосфором для них будет высокой, повышенной и средней соответственно.

3-е поле.  $H_r = 2,0$  мг-экв/100 г почвы. Сумма поглощенных оснований  $S = 10,0$  мг-экв/100 г почвы. Рассчитаем емкость поглощения по формуле:  $T = S + H_r = 10,0 + 2,0 = 12,0$  мг-экв/100 г почвы. Степень насыщенности основаниями равна:  $V = (S/T) * 100 = (10,0/12,0) * 100 = 83\%$ . На данном поле потребность в известковании отсутствует. Применение фосфоритной муки не целесообразно, т.к. она не будет действовать ( $H_r = 2,0$ ).

По обеспеченности легкогидролизиремым азотом, почва данного поля относится к 3 классу, т.к. содержание его среднее (42 мг/кг). При данном значении можно выращивать культуры сплошного сева и пропашные, при этом обеспеченность азотом для этих культур будет средней и низкой соответственно, для овощных обеспеченность азотом очень низкая.

По обеспеченности фосфором третье поле относится к 4 классу, т.к. содержание фосфора повышенное (140 мг/кг), данная обеспеченность фосфором является повышенной для культур сплошного сева, средней для пропашных и низкой для овощных.

По обеспеченности калием почва относится к 4 классу, т.к. содержание калия повышенное (140 мг/кг). Это позволяет выращивать культуры сплошного сева, пропашные и овощные, при этом обеспеченности фосфором для них будет повышенной, средней и низкой соответственно.

4-ое поле.  $H_r = 2,0$  мг-экв/100 г почвы. Сумма поглощенных оснований  $S = 13,5$  мг-экв/100 г почвы. Рассчитаем емкость поглощения по формуле:  $T = S + H_r = 13,5 + 2,0 = 15,5$  мг-экв/100 г почвы. Степень насыщенности основаниями равна:  $V = (S/T) * 100 = (13,5/15,5) * 100 = 87\%$ . На данном поле потребность в известковании отсутствует. Применение фосфоритной муки не целесообразно, т.к. она не будет действовать ( $H_r = 2,0$ ).

По обеспеченности легкогидролизиремым азотом, почва данного поля относится к 3 классу, т.к. содержание его среднее (42 мг/кг). При данном значении можно выращивать культуры сплошного сева и пропашные, при этом

обеспеченность азотом для этих культур будет средней и низкой соответственно, для овощных обеспеченность азотом очень низкая.

По обеспеченности фосфором четвертое поле относится к 4 классу, т.к. содержание фосфора повышенное (140 мг/кг), данная обеспеченность фосфором является повышенной для культур сплошного сева, средней для пропашных и низкой для овощных.

По обеспеченности калием почва относится к 4 классу, т.к. содержание калия повышенное (150 мг/кг). Это позволяет выращивать культуры сплошного сева, пропашные и овощные, при этом обеспеченности фосфором для них будет повышенной, средней и низкой соответственно.

5-ое поле.  $N_r = 2,0$  мг-экв/100 г почвы. Сумма поглощенных оснований  $S = 10,0$  мг-экв/100 г почвы. Рассчитаем емкость поглощения по формуле:  $T = S + N_r = 10,0 + 2,0 = 12,0$  мг-экв/100 г почвы. Степень насыщенности основаниями равна:  $V = (S/T) * 100 = (10,0/12,0) * 100 = 83\%$ . По показателю  $pH_{ксл}$  почва – нейтральная, следовательно потребность в известковании отсутствует. Но так как на данном поле выращивается капуста, а она является культурой, которая не переносит кислой реакции, поэтому мы в любом случае производим известкование. Расчёт дозы извести проводим по формуле:  $D_{CaCO_3} = N_r * 1,5 * 0,2 = 2,0 * 1,5 * 0,2 = 0,6$  т/га.

Применение фосфоритной муки не целесообразно, т.к. она не будет действовать ( $N_r = 2,0$ ).

По обеспеченности легкогидролизиремым азотом, почва данного поля относится к 3 классу, т.к. содержание его среднее (42 мг/кг). При данном значении можно выращивать культуры сплошного сева и пропашные, при этом обеспеченность азотом для этих культур будет средней и низкой соответственно, для овощных обеспеченность азотом очень низкая.

По обеспеченности фосфором пятое поле относится к 4 классу, т.к. содержание фосфора повышенное (110 мг/кг), данная обеспеченность фосфором является повышенной для культур сплошного сева, средней для пропашных и низкой для овощных.

По обеспеченности калием почва относится к 4 классу, т.к. содержание калия повышенное (135 мг/кг). Это позволяет выращивать культуры сплошного сева, пропашные и овощные, при этом обеспеченности фосфором для них будет повышенной, средней и низкой соответственно.

6-ое поле.  $N_r = 2,0$  мг-экв/100 г почвы. Сумма поглощенных оснований  $S = 11,5$  мг-экв/100 г почвы. Рассчитаем емкость поглощения по формуле:  $T = S + N_r = 11,5 + 2,0 = 13,5$  мг-экв/100 г почвы. Степень насыщенности основаниями равна:  $V = (S/T) * 100 = (11,5/13,5) * 100 = 85\%$ . На данном поле потребность в известковании отсутствует. Применение фосфоритной муки не целесообразно, т.к. она не будет действовать ( $N_r = 2,0$ ).

По обеспеченности легкогидролизиремым азотом, почва данного поля относится к 3 классу, т.к. содержание его среднее (42 мг/кг). При данном значении можно выращивать культуры сплошного сева и пропашные, при этом обеспеченность азотом для этих культур будет средней и низкой соответственно, для овощных обеспеченность азотом очень низкая.

По обеспеченности фосфором пятое поле относится к 4 классу, т.к. содержание калия повышенное (135 мг/кг), данная обеспеченность фосфором является повышенной для культур сплошного сева, средней для пропашных и низкой для овощных.

По обеспеченности калием почва относится к 4 классу, т.к. содержание калия повышенное (140 мг/кг). Это позволяет выращивать культуры сплошного сева, пропашные и овощные, при этом обеспеченности фосфором для них будет повышенной, средней и низкой соответственно.

## **Накопление, хранение, место в севообороте и дозы внесения органических удобрений**

Применение органических удобрений, особенно в сочетании с минеральными, создает благоприятные условия для выращивания высоких и устойчивых урожаев различных сельскохозяйственных культур. При правильном их сочетании устраняются специфические недостатки обоих видов удобрений и тем самым создаются условия наиболее рационального их использования. Применение навоза позволяет повторно вовлекать в круговорот питательных веществ в земледелии часть элементов питания, ранее отчужденных из почвы с урожаем сельскохозяйственных культур, с растительными кормами и др.

В данном хозяйстве вносятся полуперепревший навоз в размере 84 т/га (6 полей×14т/га). Его состав: N – 0,39%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,15%; K<sub>2</sub>O – 0,5%.

На органические удобрения очень хорошо отзываются культуры, наиболее чувствительные к концентрации почвенного раствора. Навоз можно вносить как непосредственно под свеклу, так и под предшествующие культуры (озимые и в занятом пару). Вносим 40 т/га, навоз должен быть полуперепревшим, свежий солоmistый навоз вызывает иссушение почвы и способствует сильной засоренности посевов.

Хороший результат дает внесение навоза и под позднюю капусту, вносим 44 т/га. Лучше использовать полуперепревший навоз, чтобы он успел разложиться в достаточной степени.

Количество получаемого в хозяйстве навоза зависит от вида животного, общего поголовья скота, продолжительности стойлового периода, наличия кормов и вида подстилки, возрастного состава животных. В данном хозяйстве получают подстилочный навоз крупного рогатого скота с использованием соломы в качестве подстилки.

Навоз хранят, укладывая его в полевые штабеля. Используется плотный способ хранения. Его укладывают послойно и каждый слой немедленно уплотняют. Сверху штабель накрывают резаной соломой, или торфом, или слоем земли. Разложение навоза происходит в анаэробных условиях, при этом сохраняется постоянное увлажнение. Все поры навозной массы максимально насыщаются углекислым газом и парами воды, что препятствует распаду углекислого аммония. Потери органических веществ и азота при таком хранении гораздо меньше, чем при других способах хранения его в штабелях.

Полуперепревший навоз образуется через 3-4 месяца после закладки штабеля, перепревший – через 7-8 месяцев.

**Таблица 2. Классы обеспеченности почвы подвижными питательными веществами и примерные нормативы баланса (коэффициенты возврата) по полям севооборота**

№ поля	Классы обеспеченности почвы по Тюрину и Кирсанову			Нормативы баланса (коэффициенты возврата)		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1.	3	4	4	1,2	1,5	0,9
2.	3	5	5	1,2	1,2	0,7
3.	3	4	4	1,2	1,5	0,9
4.	3	4	4	1,2	1,5	0,9
5.	3	4	4	1,2	1,5	0,9
6.	3	4	4	1,2	1,5	0,9

## Расчет доз минеральных удобрений на планируемую урожайность культур севооборота.

*Таблица 3. Дозы питательных веществ в кг/га минеральных и органических удобрений в т/га под культуры севооборота*

Поле №1 (годы)	Культура севооборота	Планируемый урожай, т/га	Дозы органических удобрений, т/га	Дозы питательных веществ, кг/га		
				N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
2010	Свекла ст.	32,0	40	150	55	115
2011	Картофель р.	20,0	-	150	65	180
2012	Травы 1 г.п.	5,0	-	80	40	100
2013	Травы 2 г.п.	5,0	-	80	40	100
2014	Капуста п.	60,8	44	150	60	140
2015	Морковь	34,5	-	160	60	175

*Таблица 4. Вынос N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O с планируемым урожаем в (кг/га)*

Годы	Культуры севооборота на поле №1	Планируемый урожай, т/га	Вынос питательных веществ с планируемым урожаем, кг/га		
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
2010	Свекла ст.	32,0	160	54,4	201,6
2011	Картофель р.	20,0	100	34	144
2012	Травы 1 г.п.	5,0	104,5	37	125
2013	Травы 2 г.п.	5,0	104,5	37	125
2014	Капуста п.	60,8	231	66,9	255,4
2015	Морковь	34,5	110,4	41,4	172,5
Суммарный вынос за севооборот в кг/га			810,4	270,7	1023,5

## Расчет баланса питательных веществ

Таблица 5. Поступление питательных веществ под культуры севооборота

Культура севооборота на 1 поле в течении ротии	Внесено с органическими удобрениями, кг/га			Внесено с минеральными удобрениями, кг/га			Остается после многолетних трав, кг/га	Итого поступило, кг/га		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Свекла ст.	62,4	39	160	150	55	115	-	212,4	94	275
Картофель р.	62,4	15	40	150	65	180	-	212,4	80	220
Травы 1 г.п.	31,2	6	-	80	40	100	-	111,2	46	100
Травы 2 г.п.	-	-	-	80	40	100	-	80	40	100
Капуста п.	68,6	42,9	176	150	60	140	50	268,6	102,9	316
Морковь	68,6	16,5	44	160	60	175	30	258,6	76,5	219
Итого поступило за ротацию севооборота в кг/га с органическими и минеральными удобрениями в кг/га								1143,2	439,4	1230

Таблица 6. Баланс питательных веществ за севооборот и фактические коэффициенты возврата N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O

Годы	Культуры севооборота	Планируемый урожай, т/га	Вынос питательных веществ, кг/га			Поступление питательных элементов, кг/га			Фактические коэффициенты возврата		
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
2010	Свекла ст.	58,5	160	54,4	201,6	212,4	94	275	1,3	1,7	1,4
2011	Картофель р.	21,2	100	34	144	212,4	80	220	2,1	2,4	1,5
2012	Травы 1 г.п.	5,0	104,5	37	125	111,2	46	100	1,0	1,2	0,8
2013	Травы 2 г.п.	5,0	104,5	37	125	80	40	100	0,8	1,1	0,8
2014	Капуста п.	29,5	231	66,9	255,4	268,6	102,9	316	1,1	1,5	1,2
2015	Морковь	28,7	110,4	41,4	172,5	258,6	76,5	219	2,3	1,9	1,3
Вынос, кг/га			810,4	270,7	1023,5	-	-	-	-	-	-

**Таблица 7. Откорректированные дозы удобрений**

Годы	Культуры севооборота	Принятые коэффициенты возврата			Фактические коэффициенты возврата			Откорректированные дозы, кг/га		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
2010	Свекла ст.	1,2	1,5	0,9	1,3	1,7	1,4	135	50	75
2011	Картофель р.	1,2	1,2	0,7	2,1	2,4	1,5	85	30	80
2012	Травы 1 г.п.	1,2	1,5	0,9	1,0	1,2	0,8	90	50	115
2013	Травы 2 г.п.	1,2	1,5	0,9	0,8	1,1	0,8	125	55	115
2014	Капуста п.	1,2	1,5	0,9	1,1	1,5	1,2	155	60	100
2015	Морковь	1,2	1,5	0,9	2,3	1,9	1,3	80	50	125

## Расчет доз минеральных удобрений на планируемую урожайность

*Таблица 3а. Дозы питательных веществ в кг/га минеральных и органических удобрений в т/га под культуры севооборота*

2010 г. (поля)	Культура севооборота	Планируемый урожай, т/га	Дозы органических удобрений, т/га	Дозы питательных веществ, кг/га		
				N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1.	Свекла ст.	32,0	40	150	55	115
2.	Картофель р.	20,0	-	150	50	140
3.	Травы 1 г.п.	5,0	-	80	40	100
4.	Травы 2 г.п.	5,0	-	80	40	100
5.	Капуста п.	60,8	44	150	60	140
6.	Морковь	34,5	-	160	60	175

*Таблица 4а. Вынос N, P2O5, K2O с планируемым урожаем в (кг/га)*

2010 г. (поля)	Культуры севооборота	Планируемый урожай, т/га	Вынос питательных веществ с планируемым урожаем, кг/га		
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1.	Свекла ст.	32,0	160	54,4	201,6
2.	Картофель р.	20,0	100	34	144
3.	Травы 1 г.п.	5,0	104,5	37	125
4.	Травы 2 г.п.	5,0	104,5	37	125
5.	Капуста п.	60,8	231	66,9	255,4
6.	Морковь	34,5	110,4	41,4	172,5
Суммарный вынос за севооборот в кг/га			810,4	270,7	1023,5



## Расчет баланса питательных веществ

**Таблица 5а. Поступление питательных веществ под культуры севооборота**

Культура севооборота на полях в 2010 г.	Внесено с органическими удобрениями, кг/га			Внесено с минеральными удобрениями, кг/га			Итого поступило, кг/га		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Свекла ст.	62,4	39	160	150	55	115	212,4	94	275
Картофель р.	62,4	39	160	150	50	140	212,4	89	300
Травы 1 г.п.	62,4	39	160	80	40	100	142,4	79	260
Травы 2 г.п.	62,4	16,5	40	80	40	100	142,4	56,5	140
Капуста п.	68,6	42,9	176	150	60	140	218,6	102,9	316
Морковь	62,4	39	160	160	60	175	222,4	99	335
Итого поступило за севооборот в кг/га с органическими и минеральными удобрениями в кг/га							1150,6	520,4	1626

**Таблица 6а. Баланс питательных веществ за севооборот и фактические коэффициенты возврата N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O**

2010 г. (поля)	Культуры севооборота	Планируемый урожай, т/га	Вынос питательных веществ, кг/га			Поступление питательных элементов, кг/га			Фактические коэффициенты возврата		
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1.	Свекла ст.	32,0	160	54,4	201,6	212,4	94	275	1,3	1,7	1,4
2.	Картофель р.	20,0	100	34	144	212,4	89	300	2,1	2,6	2,1
3.	Травы 1 г.п.	5,0	104,5	37	125	142,4	79	260	9,8	2,1	2,1
4.	Травы 2 г.п.	5,0	104,5	37	125	142,4	56,5	140	9,8	1,5	1,1
5.	Капуста п.	60,8	231	66,9	255,4	218,6	102,9	316	1,0	1,5	1,2
6.	Морковь	34,5	110,4	41,4	172,5	222,4	99	335	2,0	2,4	1,9
Вынос, кг/га			810,4	270,7	1023,5	-	-	-	-	-	-

**Таблица 7а. Откорректированные дозы удобрений**

2010 г. (поля)	Культуры севооборота	Принятые коэффициенты возврата			Фактические коэффициенты возврата			Откорректированные дозы, кг/га		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1.	Свекла ст.	1,2	1,5	0,9	1,3	1,7	1,4	135	50	75
2.	Картофель р.	1,2	1,2	0,7	2,1	2,6	2,1	85	25	45
3.	Травы 1 г.п.	1,2	1,5	0,9	9,8	2,1	2,1	10	30	45
4.	Травы 2 г.п.	1,2	1,5	0,9	9,8	1,5	1,1	10	40	80
5.	Капуста п.	1,2	1,5	0,9	1,0	1,5	1,2	190	60	100
6.	Морковь	1,2	1,5	0,9	2,0	2,4	1,9	95	40	80

**Обоснование системы применения удобрений с учетом нормативов баланса, хозяйственной целесообразности и экологических ограничений применения удобрительных средств**

*Таблица 8. Система применения удобрений в овощном севообороте*

№ поля	Культуры севооборота	Общая доза питательных веществ, кг/га			навоз, т/га	Основное удобрение			Припосевное			Подкормка	
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	кг/га				
									N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	K <sub>2</sub> O
1	Свекла ст.	135	50	75	40	135	50	75	-	-	-	-	-
2	Картофель р.	85	25	45	-	85	25	45	-	-	-	-	-
3	Травы 1 г.п.	10	30	45	-	10	70	45	-	-	-	5	40
4	Травы 2 г.п.	10	40	80	-	-	-	-	-	-	-	5	40
5	Капуста п.	190	60	100	44	120	60	60	-	-	-	70	40
6	Морковь	95	40	80	-	95	40	80	-	-	-	-	-
<b>Итого за севооборот в кг на 1 га</b>					<b>84</b>	<b>360</b>	<b>270</b>	<b>280</b>	-	-	-	<b>80</b>	<b>120</b>

**Свекла столовая** потребляет питательные элементы в течение всего периода вегетации, причем вначале до образования максимального листового аппарата больше всего потребляется азот, необходимость в котором позже резко снижается, а в калии возрастает. Фосфор в течение вегетации потребляется более равномерно.

Класс обеспеченности калием и фосфором на данном поле 4, поэтому нет необходимости вносить припосевное удобрение. Для свеклы подкормки не применяют, поэтому всю дозу вносим в основное применение в количестве N(135), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(50), K<sub>2</sub>O(75) кг/га.

**Свекла столовая** дает высокие прибавки урожая от внесения навоза. Таким образом, на данном поле следует в основное удобрение внести 40т навоза, причем непосредственно под растение следует использовать перепревший навоз.

**Ранние сорта картофеля** характеризуются более высокими темпами поглощения азота и большим расходом его на формирование единицы урожая.

Почва данного поля характеризуется повышенным содержанием фосфора и калия, вносим на данное поле основное удобрение N(85), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(25), K<sub>2</sub>O(45) кг/га. Под картофель лучше применять не содержащие хлор калийные удобрения, поэтому вносим калимагнезию. Подкормку картофеля проводить не следует, так как она может привести к снижению урожая.

**Травы 1 и 2 года пользования.** Так как под травы 2 года вносить удобрения до посева и при посеве не требуется, то большая часть общей дозы вносится под предшественника. Для трав 2 г.п. проводим только подкормку N(5), K<sub>2</sub>O(40) кг/га. Зернобобовые сами могут фиксировать азот из воздуха, поэтому прежде всего они нуждаются в фосфорно-калийных удобрениях. Азотные удобрения необходимы для начального периода развития многолетних трав, до начала активной деятельности клубеньков. Вносим на 3 поле основное удобрение N(10), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(70), K<sub>2</sub>O(45) кг/га. Почва данного поля характеризуется повышенным содержанием фосфора и калия, поэтому внесение фосфорно-калийных удобрений при посеве не требуется. Проводим подкормку азотом и калием N(5), K<sub>2</sub>O(40) кг/га.

**Капуста белокочанная** потребляет питательные вещества в течение всего периода вегетации. Применение удобрений при посадке не эффективно, т.к. обеспеченность данного поля высокая (класс обеспеченности 4).

Основное удобрение вносим в количестве N(120), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(60), K<sub>2</sub>O(60) кг/га, это удовлетворит потребность растений в питательных веществах в течение всего периода вегетации и главным образом в период максимального их поглощения. Выделяем часть удобрений из общей дозы на подкормку азотно-калийными удобрениями и вносим N(70), K<sub>2</sub>O(40) кг/га.

Хотя капуста может давать богатые урожаи при внесении только минеральных удобрений, она положительно отзывается и на применение навоза. Вносим на данное поле 44 т/га.

**Морковь столовая** усваивает наибольшее количество элементов питания в период интенсивного нарастания массы корнеплода, в первый период роста в морковь поступают небольшие количества азота, фосфора и калия.

Система удобрения моркови складывается из основного удобрения N(95), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(40), K<sub>2</sub>O(80) кг/га и небольших доз минеральных, внесенных при посеве, но в нашем случае (4 класс обеспеченности почвы) необходимости в припосевном внесении нет.

## Ежегодный план применения удобрений

Таблица 9. Ежегодный план применения удобрений в овощном севообороте

№ поля	Культура севооборота	Основное					Припосевное		Подкормка	
		Навоз	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	Суперфосфат	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ×MgSO <sub>4</sub>	KCl	Нитроаммофос	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	KCl
		т/га	ц/га							
1	Свекла ст.	40	3,9	2,5	-	1,3	-	-	-	-
2	Картофель р.	-	2,4	1,3	1,6	-	-	-	-	-
3	Травы 1 г.п.	-	0,3	3,5	-	0,8	-	-	0,1	0,7
4	Травы 2 г.п.	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,7
5	Капуста п.	44	3,4	3	-	1	-	-	2	0,7
6	Морковь	-	2,7	2	-	1,3	-	-	-	-

Таблица 10.1. Удобрение свеклы столовой в поле №1

Сроки и способы внесения удобрений	Виды и формы удобрений	
	органические, известь т/га	минеральные, ц/га
<b>Основное:</b>		
под зяблевую вспашку	Навоз - 40	Рсф – 2,5 Кх – 1,3
под весеннюю перепашку или культивацию	-	Нас – 3,9
Припосевное	-	-
Подкормка	-	-

Таблица 10.2. Удобрение картофеля раннего в поле №2

Сроки и способы внесения удобрений	Виды и формы удобрений	
	органические, известь т/га	минеральные, ц/га
<b>Основное:</b>		
под зяблевую вспашку	-	Рсф – 1,3 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ×MgSO <sub>4</sub> - 1,6
под весеннюю перепашку или культивацию	-	Нас – 2,4
Припосевное	-	-
Подкормка	-	-

**Таблица 10.3. Удобрение трав 1 г.п. в поле №3**

Сроки и способы внесения удобрений	Виды и формы удобрений	
	органические, известь т/га	минеральные, ц/га
<b>Основное:</b>		
под зяблевую вспашку	-	Рсф – 3,5 Кх – 0,8
под весеннюю перепахку или культивацию	-	Нас – 0,3
Припосевное	-	-
Подкормка	-	Нас – 0,1 Кх – 0,7

**Таблица 10.4. Удобрение трав 2 г.п. в поле №4**

Сроки и способы внесения удобрений	Виды и формы удобрений	
	органические, известь т/га	минеральные, ц/га
<b>Основное:</b>		
под зяблевую вспашку	-	-
под весеннюю перепахку или культивацию	-	-
Припосевное	-	-
Подкормка	-	Нас – 0,1 Кх – 0,7

**Таблица 10.5. Удобрение капусты поздней в поле №5**

Сроки и способы внесения удобрений	Виды и формы удобрений	
	органические, известь т/га	минеральные, ц/га
<b>Основное:</b>		
под зяблевую вспашку	СаСО <sub>3</sub> – 0,6 Навоз - 44	Рсф – 3,0 Кх – 1,0
под весеннюю перепахку или культивацию	-	Нас – 3,4
Припосевное	-	-
Подкормка	-	Нас – 2,0 Кх – 0,7

**Таблица 10.6. Удобрение моркови в поле №6**

Сроки и способы внесения удобрений	Виды и формы удобрений	
	органические, известь т/га	минеральные, ц/га
<b>Основное:</b>		
под зяблевую вспашку	-	Рсф – 2,0 Кх – 1,3
под весеннюю перепахку или культивацию	-	Нас – 2,7
Припосевное	-	-
Подкормка	-	-

## Особенности питания и удобрения культур севооборота

**Свекла столовая** хорошо растет и дает высокие урожаи на почвах со слабокислой и нейтральной реакцией, положительно отзывается на известкование.

В урожае соотношение питательных веществ N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O соответственно 1:0,56:1,6. Это говорит о том, что свекла столовая - культура калиелюбивая.

Усвоение питательных элементов свеклой происходит в течение всего периода вегетации, причем азот больше всего потребляется вначале, до образования максимального листового аппарата, позже необходимость в нем резко снижается, а в калии возрастает. Фосфор в течение вегетации потребляется равномернее.

Важный элемент технологии - припосевное удобрение свеклы, причем оптимальные дозы его по 10 кг/га NPK. Свекла не реагирует на хлор и положительно отзывается на натрий, поэтому лучшие формы калийных удобрений - натрийсодержащие сырые калийные соли и 40%-ная калийная соль.

Дозы NPK для основного внесения зависят от почвенно-климатических условий, планируемого урожая, предшествующей культуры и обеспеченности почвы подвижными питательными веществами.

На суглинистых и глинистых серых лесных и дерново-подзолистых почвах со средней обеспеченностью подвижными питательными веществами под свеклу вносят: осенью под вспашку – 60-80P 120-140K; весной под культивацию - 90-120N; при посеве 10N10P10K. При высокой и очень высокой обеспеченности этих почв применяют: весной под культивацию – 90-120N, при посеве 10N10P10K.

Для получения высоких урожаев проводят некорневую подкормку в фазу 4-6 листьев раствором макро- и микроэлементов. Для этого в 400л воды растворяют 4-5 кг мочевины, 3кг калимагнезии и по 50г молибдата аммония, борной кислоты, сернокислого цинка, сернокислой меди, сернокислого железа, сернокислого марганца. Приготовленный раствор используют для обработки 1га посевной площади.

Свекла столовая дает высокие прибавки урожая от внесения навоза. Причем непосредственно под растение следует использовать только хорошо перепревший навоз. Внесение слабоперепревшего навоза приводит, как и у моркови, к разветвлению корнеплода, что снижает его лежкость в период хранения.

**Картофель ранний**, как и все овощи, требователен к плодородию почвы. При выращивании его нужно стремиться с помощью агротехнических приемов и рационального применения удобрений полностью сформировать к фазе цветения листовую поверхность. В этом случае создаются условия для длительного и интенсивного оттока пластических веществ из надземных органов в клубни, что ведет к формированию высокого урожая хорошего качества.

Темпы поступления питательных веществ в картофель опережают в первый период темпы накопления сухого вещества. В фазу цветения картофель потребляет 75% N, 70% K<sub>2</sub>O и MgO, 100% Ca и 50% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> от общего их содержания в урожае.

Вынос питательных веществ с урожаем зависит от величины урожая клубней, местных условий, а также от содержания подвижных питательных элементов в почве. В среднем с 10 т клубней и соответствующим количеством ботвы картофель выносит 35 кг N, 13 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 60 кг K<sub>2</sub>O и 9 кг MgO. Соотношение N:P:K в урожае составляет 1:0,3:1,7. Из этого соотношения видно, что картофель – культура калиеволюбивая.

Дозы азотных, фосфорных и калийных удобрений под картофель зависят от обеспеченности почвы подвижными питательными веществами, количества органических удобрений, сорта и климатических условий выращивания. Оптимальные дозы азота (без применения органических удобрений) колеблются от 100 кг/га до 140 кг/га при условии, что азотные удобрения вносят на фоне достаточной обеспеченности фосфором, калием, магнием и другими питательными элементами. На легких почвах продуктивность азотных удобрений может быть и выше, если картофель не страдает от дефицита влаги. Под ранний картофель часто требуется вносить дозы азота не меньше, чем под средние и поздние сорта. Это объясняется тем, что ранние сорта характеризуются более высокими темпами поглощения азота и большим расходом его на формирование единицы урожая.

Если азотные удобрения применяют на фоне обычного солоमистого навоза, то дозы их снижают до 60-90N.

Большую часть азотных удобрений следует вносить до посева. Дробное их применение под картофель не целесообразно. Исследования показали, что подкормка азотом при второй и третьей междурядных обработках приводит к снижению урожая клубней по сравнению с предпосадочным внесением. Небольшие дозы его можно давать только при первой междурядной обработке.

Картофель отрицательно реагирует на недостаточное фосфорное и калийное питание. Эффективность фосфорных удобрений зависит от содержания доступного фосфора в почве. Фосфор способствует более быстрому формированию клубней, улучшает их качество, повышает содержание крахмала. Дозы фосфорных удобрений и соотношение N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> зависят от уровня обеспеченности почвы подвижным фосфором. При высокой обеспеченности достаточно внести при посадке 15-20 P.

Под картофель можно применять все формы фосфорных удобрений, в том числе и фосфоритную муку, если гидролитическая кислотность составляет 2,5 мг-экв на 100 г почвы и более. Для припосадочного внесения используют только водорастворимые удобрения. Фосфорные удобрения вносят в два срока: с осени (или весной под перепашку) и при посадке.

Дозы калия под картофель зависят от содержания его в почве и цели выращивания клубней. При средней обеспеченности почвы подвижным калием и при выращивании крахмалистых сортов соотношение N:K в удобрениях должно составлять 1:1,5...1,6. На тяжелых почвах с высоким и очень высоким содержанием подвижного калия ограничиваются внесением 15-20K с органическими удобрениями. На средних и тяжелых почвах калийные удобрения нужно вносить в два срока: основную часть до посадки и небольшое количество калия в виде сложных удобрений при посадке; на легких почвах – весной, при



посадке и в подкормку. Под картофель лучше применять не содержащие хлор калийные удобрения: калимагнезию, сернокислый калий. Хлорсодержащие калийные удобрения следует вносить с осени. При этом основная часть хлора, который отрицательно влияет на синтез крахмала, вымывается с осадками из пахотного горизонта.

Картофель положительно отзывается на внесение навоза. Самые высокие урожаи клубней получают при совместном использовании навоза и минеральных удобрений.

Выращивать картофель лучше на почвах со слабокислой реакцией. Оптимальный рНКС1 от 5,5 до 6,0. При рНКС1 5,0 и ниже нужно известковать. Количество извести составляет 2/3 полной дозы, рассчитанной по гидролитической кислотности. При непосредственном известковании поля, предназначенного для выращивания картофеля, в почву с осени вносят калийные и борсодержащие удобрения из расчёта 1 кг бора на 1 га.

**Многолетние травы** (клевер и тимофеевкой). Бобовые более требовательны к плодородию почвы, чем злаковые, и хорошо растут на почвах, близких к нейтральных, и нейтральных. Злаковые травы дают высокие урожаи и на слабокислых почвах. Бобовые менее устойчивы в травостоях, чем злаковые травы. Выпадение их связано с вымерзанием, вымоканием, выпреванием, неблагоприятной кислотностью почвы, а также с плохой обеспеченностью фосфорно-калийным питанием при других благоприятных условиях, в частности при внесении азотных удобрений. Последнее обстоятельство объясняется тем, что злаки имеют более развитую корневую систему по отношению к общей массе растения, чем бобовые травы. Поэтому при внесении азотных удобрений, недостаток которых прежде всего сдерживает развитие злаковых в травосмеси, последние начинают активно отрастать и использовать фосфор и калий почвы за счет лучшей усвояющей способности корневой системы, тем самым ухудшая условия фосфорно-калийное питание для бобовых. Следовательно, для сохранения бобовых в травостое требуется прежде всего хорошее фосфорно-калийное питание, особенно при внесении азотных удобрений. Фосфорные и калийные удобрения способствуют устойчивости к перезимовке и вымоканию.

Наиболее интенсивно накопление сухого вещества и элементов питания у бобовых многолетних трав происходит в фазе бутонизации и цветения. Травы верхового типа (тимофеевка) ко времени колошения – цветения накапливают почти весь азот и калий и 80-90% фосфора.

В более раннем возрасте многолетние травы содержат больше питательных веществ на единицу сухого вещества. Поэтому на пастбищах, где травы стравливают в более молодом возрасте, чем убирают на сенокосах, вынос питательных веществ на единицу урожая всегда выше. По этой причине вынос питательных веществ на 1 т сена второго укоса выше, чем первого.

Бобовые многолетние травы при оптимальных условиях выращивания обеспечивают себя азотом на 2/3 за счет атмосферы и только 1/3 азота используют из почвы.

Известкование дает наилучшие результаты при внесении извести под покровную культуру или культуру, предшествующую покровной, чем при поверхностном по многолетним травам. Известкование повышает содержание в травостое бобовых и более ценных злаковых трав. Если известь применяют с фосфоритной мукой, то последнюю заделывают под глубокую вспашку плугом с предплужником осенью под покровную культуру, а известь – весной под культиватор или дисковую борону.

Органические удобрения способствуют увеличению содержания бобовых в травостое. При поверхностном внесении навоза по многолетним травам происходят потери аммиачного азота.

Азотные удобрения особенно сильно снижают содержание бобовых в травостое при недостаточном фосфорно-калийном питании. Бобовые более устойчивы в травостоях при внесении азота не рано весной, а в фазе начала выхода в трубку или ещё лучше – под второй укос. Это объясняется более энергичным ростом весной злаков по сравнению с бобовыми травами в условиях высокой влажности и низких температур. При применении азотных удобрений рано весной этот темп ещё более усиливается, а развитие бобовых замедляется. Из азотных удобрений при поверхностном их внесении преимущество на стороне аммиачной селитры.

Фосфорные и калийные удобрения дают примерно в два раза большую прибавку урожая при внесении их под плуг под покровную культуру, чем поверхностно по травам. При подкормке трав применяются осенью или ранней весной. Фосфорные удобрения вносят в один прием, калийные - под каждый укос. Лучшее фосфорное удобрение для подкормки трав – суперфосфат. Для злаковых трав содержание хлора в калийных удобрениях имеет малую значимость, для бобовых лучше использовать удобрения с меньшим содержанием хлора.

**Капуста белокочанная** поздняя предъявляет требования к плодородию почвы. Она хорошо растет и дает урожай на почвах слабокислой и нейтральной реакции (рНКС1 6,2...6,5). Кислые почвы, предназначенные для выращивания этой культуры, необходимо известковать по полной гидролитической кислотности.

Капуста потребляет питательные вещества в течение всего периода вегетации. Ранним, среднеспелым и позднеспелым сортам требуются примерно одинаковые количества азота, фосфора и калия на 10 т кочанов и соответствующего количества побочной продукции.

Интенсивность потребления питательных элементов капусты зависит от темпов роста и развития наружных листьев, кочана, корней и кочерыги. Заметное разрастание и усиленное развитие наружных листьев начинается в первой декаде июля и заканчивается в середине августа. Накопленные в наружных листьях растения ассимиляты и питательные вещества используются затем на формирование кочана. Заметное увеличение массы кочана начинается в конце июля и продолжается до уборки урожая. Особенность капусты состоит в том, что она за короткий срок создает большое количество органического вещества.

В первый месяц после высадки рассады капуста растет медленно, поглощая небольшие количества питательных элементов – около 10% N, 7% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и 7,5% K<sub>2</sub>O от общей потребности растений. Наиболее интенсивно она начинает усваивать элементы питания после завязывания кочана, когда усиленно накапливается сухое вещество. В этот период капуста поглощает около 80% N, 86% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и 84% K<sub>2</sub>O от общей потребности растений, что говорит о её высокой требовательности к плодородию почвы.

Хотя капуста может давать богатые урожаи при внесении только минеральных удобрений, она положительно отзывается и на применение навоза. Самые высокие урожаи кочанов получают при совместном внесении перед высадкой рассады навоза и минеральных удобрений. В этом случае происходит равномерное и наиболее полное удовлетворение потребности капусты в элементах питания, что способствует своевременному прохождению растениями фаз развития, обеспечивает получение высоких урожаев кочанов и ускоряет наступление хозяйственной спелости продукции.

Систему удобрений капусты разрабатывают с учетом обеспеченности подвижными питательными веществами и гранулометрического состава почвы, уровня планируемого урожая и т.д.

Небольшие дозы удобрения при высадке рассады обеспечивают потребность капусты в питательных веществах в течение первого месяца роста. Местное внесение (при посадке) по 15 кг NPK на 1 га в виде сложных удобрений позволяет дополнительно получать по 5 т кочанов. Основное удобрение, применяемое осенью (навоз и фосфорно-калийные) или весной под перепахку или глубокое дискование (NK или NPK), удовлетворяет потребность растений в питательных веществах в течение всего периода вегетации и главным образом в период максимального их поглощения.

При необходимости проводят подкормку главным образом азотно-калийными удобрениями, когда формируется высокий урожай средне- и позднеспелых сортов. В этом случае часть удобрений из общей дозы используют для подкормки перед завязыванием кочанов. Дозы зависят от обеспеченности почвы подвижными питательными веществами, планируемого урожая и применения навоза. Так, при очень высоком содержании в почве подвижных форм фосфора и калия фосфорно-калийные удобрения вносят под капусту в небольших количествах и только при высадке рассады.

Через 3 недели после высадки рассады проводят некорневую подкормку капусты раствором макро- и микроэлементов. С этой целью в 400 л воды растворяют 6 кг мочевины, 3 кг сернокислого калия, 4 кг сульфата магния, 50 г молибдата аммония и 50 г сернокислого железа.

**Морковь столовая** хорошо растет на почве со средней кислотностью (рНКС1 5,5). При выращивании ее на почве с более высокой кислотностью необходимо известкование.

Соотношение питательных веществ N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O в урожае 1:0,4:1,6, т.е. она усваивает на единицу урожая больше калия, чем азота. Под влиянием увеличивающихся доз азота ухудшается качество корнеплодов.

Динамика потребления питательных веществ тесно связана с накоплением массы сухого вещества. Больше всего азота и фосфора в растения моркови поступает в июле и августе. Большая часть калия, примерно половина общего количества, поступает в июле, т.е. наибольшее количество элементов питания морковь потребляет в период интенсивного нарастания массы корнеплода.

Система удобрения моркови складывается из основного удобрения и небольших доз минеральных, внесенных при посеве. В первый период роста в морковь поступают небольшие количества азота, фосфора и калия и потребность в них удовлетворяется за счет внесения невысоких доз удобрений в рядки при посеве.

В период максимального поглощения питательных веществ морковь получает NPK из удобрений, внесенных под глубокую обработку почвы до посева осенью или ранней весной.

На почвах со средней обеспеченностью подвижными питательными веществами вносят: осенью под вспашку - 45-60P 60-90K, весной под культивацию - 45-60N; при посеве - 10N10P10K.

При высокой и очень высокой обеспеченности почвы доступными формами фосфора и калия, ограничиваются применением азотных удобрений ранней весной, до посева, и внесением небольших доз NPK при посеве.

Морковь положительно отзывается на применение хорошо перепревшего навоза, внесение слаборазложившегося навоза вызывает ветвление корнеплода. Это плохо сказывается на зрании и ускоряет загнивание корнеплода. В севообороте морковь обычно размещают на второй год после внесения навоза с применением под нее минеральных удобрений.

## Календарный план приобретения и использования удобрений в соответствии с годовым планом

Таблица 11. Календарный план применения удобрений

Сроки внесения, удобряемые культуры и способ внесения	Удобряемая площадь, га	Требуется простых удобрений для внесения или для смешивания, а также сложных и органических, в т (физическая масса)						
		органические удобрения	Известь	аммиачная селитра	суперфосфат	хлористый калий	калмагнезия	
<b>Осеннее применение</b>								
поле № 5. Внесение извести под капусту позднюю.	10		6,0					
поле № 1. Внесение навоза под свеклу столовую.	10	400						
поле № 5. Внесение навоза под капусту позднюю.	10	440						
поле № 1. Основное удобрение свеклы столовой.	10				2,5	1,3		
поле № 2. Основное удобрение картофеля раннего.	10				1,3		1,6	
поле № 3. Основное удобрение трав 1 гп.	10				3,5	0,8		
поле № 5. Основное удобрение капусты поздней.	10				3,0	1,0		
поле №6. Основное удобрение моркови.	10				2,0	1,3		
<b>Итого за севооборот, т</b>		<b>840</b>	<b>60</b>	<b>-</b>	<b>12,3</b>	<b>4,4</b>	<b>1,6</b>	<b>-</b>

<b>Весенне-летнее применение</b>								
<b>поле № 1. Основное внесение N под свеклу столовую.</b>	10			<b>3,9</b>				
<b>поле № 2. Основное внесение N под картофель ранний.</b>	10			<b>2,4</b>				
<b>поле № 3. Основное внесение N под травы 1 г.п.</b>	10			<b>0,3</b>				
<b>поле № 5. Основное внесение N под капусту позднюю.</b>	10			<b>3,4</b>				
<b>поле № 6. Основное внесение N под морковь.</b>	10			<b>2,7</b>				
<b>поле № 3. Подкормка трав 1 г.п.</b>	10			<b>0,1</b>		<b>0,7</b>		
<b>поле № 4. Подкормка трав 2 г.п.</b>	10			<b>0,1</b>		<b>0,7</b>		
<b>поле № 5. Подкормка капусты поздней.</b>	10			<b>2,0</b>		<b>0,7</b>		
<b>Итого за севооборот, т</b>		-	-	<b>14,9</b>	-	<b>2,1</b>	-	-
<b>Итого всего за севооборот, т</b>		<b>840</b>	<b>60</b>	<b>14,9</b>	<b>12,3</b>	<b>6,5</b>	<b>1,6</b>	-

## **Машины и трактора необходимые для внесения удобрений в севообороте**

В почву удобрения вносят до посева (основное внесение), во время посева или посадки (припосевное) и после посева (подкормка). Основным способом вносят в почву почти все органические удобрения и большую часть минеральных.

Удобрения погружают в кузов разбрасывателя или в транспортные средства грейферными и напорными (фронтальными и фронтально-перекидными) погрузчиками.

Навоз и компосты распределяют по полю навозоразбрасывателем (ПРТ – 7А) и заделывают в почву плугом (ПЛН-5-35), агрегируя их соответственно с МТЗ-80 и ДТ-75. Минеральные удобрения рассеивают дисковым разбрасывателем (1-РМГ-4) и заделывают в почву боронами, культиваторами или плугами. Гранулированные удобрения при посеве и посадке вносят в рядки комбинированными сеялками и посадочными машинами в соответствии с культурой. При высадке клубней картофеля используют СКМ-6. Для зерновых используют зернотуковую сеялку СЗ-3,6, а для овощных – СО-4,2, которая является универсальной для всех овощных культур. Семена большинства культур должны быть при посеве изолированы от удобрений почвенной прослойкой (2-3 см).

Под пропашные культуры вносят подкормку гранулированными минеральными удобрениями культиваторами-растениепитателями (КРН-4,2Г для картофеля, КОР-4,2 для овощных культур) обычно одновременно с междурядной обработкой.

Весеннюю подкормку многолетних трав проводят дисковым разбрасывателем 1-РМГ-4.

Многие удобрения гигроскопичны, во время хранения слеживаются в комки и глыбы. Перед употреблением их измельчают машиной ПСУ-4 или другими дробильными машинами.

# Расчет доз удобрений под свеклу столовую тремя методами

## 1. Метод элементарного баланса

Почва: дерново-подзолистая среднесуглинистая.

Навоз 40 т/га

N – 0,39 %

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,15 %

K<sub>2</sub>O – 0,5 %

Содержание подвижных элементов питания в почве по Кирсанову, мг/кг	<b>N</b> 42	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b> 130	<b>K<sub>2</sub>O</b> 160
Вынос с урожаем:			
на 10 т клубней, кг	50	54,4	201,6
на планируемый урожай 20,0 т, кг	<b>100</b>	<b>108,8</b>	<b>403,2</b>
Содержание подвижных форм элементов питания, кг/га	126	390	480
Коэффициенты использования элементов питания из почвы, %	2	18	40
Используется растениями из почвы, кг/га	<b>2,5</b>	<b>70,2</b>	<b>192</b>
С 40 т навоза вносим (кг/га):	156	60	200
Коэффициенты использования питательных элементов из навоза, %	40	65	80
Используется растениями из навоза, кг/га	<b>62,4</b>	<b>39</b>	<b>160</b>
Необходимо внести с минеральными удобрениями, кг	<b>35,1</b>	-	<b>51,2</b>
Коэффициенты использования питательных элементов из удобрений, %	25	15	50
Используется растениями из удобрений, кг/га	<b>8,8</b>	-	<b>25,6</b>
В виде удобрений, т/га:			
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> – 35% д.в.	0,1		
Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> – 40% д.в.		-	
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ×MgSO <sub>4</sub> – 29% д.в.			0,2

## 2. Метод элементарного баланса на плановую прибавку урожая

1. Определяем какой величины урожай можно получить на данной почве без применения удобрений.

Количество питательного элемента (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) используемого растениями из почвы: 130 мг/кг×3×18% / 100%=70,2 кг

Урожай без удобрения (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)= 12,9 т/га

Прибавку урожая рассчитываем, вычитая из планируемой урожайности урожай без удобрений = 12,9 т/га: П = 32,0 – 12,9 = 19,1 т/га

2. Для расчета доз азотных удобрений.



$$N \text{ (кг/га)} = \left[ \frac{B_n - (C_1 \times K_1 + C_2 \times K_2 + C_3 \times K_3)}{K_u} \cdot 100 \right] \cdot P_k, \text{ где}$$

$B_n$  – вынос с прибавкой урожая;

$C_1$  – масса N внесенная с навозом;

$K_1$  – коэффициент использования N из навоза;

$C_2$  – масса N оставленная с ПКО;

$K_2$  – коэффициент использования N из ПКО;

$C_3$  – масса N внесенная с навозом под предшественника;

$K_2$  – коэффициент использования N из навоза внесенного под предшественника;

$K_u$  – коэффициент использования азотных удобрений;

$P_k$  – поправочный коэффициент.

$$N \text{ (кг/га)} = \left[ \frac{B_n - (C_1 \times K_1)}{K_u} \cdot 100 \right] \cdot P_k$$

$$N = \frac{19,1 \times 5 - 156 \times 0,4}{25} \times 1,2 = 1,6 \text{ кг/га}$$

3. Для расчета доз фосфорных удобрений.

$$P_2O_5 \text{ (кг/га)} = \left[ \frac{B_n - (C_1 \times K_1 + C_2 \times K_2 + C_3 \times K_3)}{K_u} \cdot 100 \right] \cdot P_k, \text{ где}$$

$B_n$  – вынос с прибавкой урожая;

$C_1$  – масса  $P_2O_5$  внесенная с навозом;

$K_1$  – коэффициент использования  $P_2O_5$  из навоза;

$C_2$  – масса  $P_2O_5$  внесенная с навозом под предшественника;

$K_2$  – коэффициент использования  $P_2O_5$  из навоза внесенного под предшественника;

$C_3$  – масса  $P_2O_5$  внесенного с минеральными удобрениями под предшествующую культуру;

$K_2$  – коэффициент использования  $P_2O_5$  из минеральных удобрений внесенных под предшествующую культуру;

$K_u$  – коэффициент использования фосфорных удобрений;

$P_k$  – поправочный коэффициент.

$$P_2O_5 = \frac{19,1 \times 1,7 - 60 \times 0,65}{15} \times 1,0 = -0,43 \text{ кг/га}$$

4. Для расчета доз калийных удобрений.

$$K_2O \text{ (кг/га)} = \left[ \frac{B_n - (C_1 \times K_1 + C_2 \times K_2 + C_3 \times K_3)}{K_u} \cdot 100 \right] \cdot P_k, \text{ где}$$

$B_n$  – вынос с прибавкой урожая;

$C_1$  – масса  $K_2O$  внесенная с навозом;

$K_1$  – коэффициент использования  $K_2O$  из навоза;

$C_2$  – масса  $K_2O$  внесенная с навозом под предшественника;

$K_2$  – коэффициент использования  $K_2O$  из навоза внесенного под предшественника;

$C_3$  – масса  $K_2O$ , внесенного с минеральными удобрениями под предшествующую культуру;

$K_2$  – коэффициент использования  $K_2O$  из минеральных удобрений внесенных под предшествующую культуру;

$K_u$  – коэффициент использования фосфорных удобрений;

$P_k$  – поправочный коэффициент.

$$K_2O \text{ (кг/га)} = \left[ \frac{B_n - (C_1 \times K_1)}{K_u} \cdot 100 \right] \cdot P_k$$

$$K_2O = \frac{19,1 \times 6,3 - 200 \times 0,8}{50} \times 1,1 = -0,87 \text{ кг/га}$$

При расчете доз питательных веществ на прибавку урожая не учитываются коэффициенты использования подвижных питательных веществ, так как они могут существенно меняться. Это повышает точность метода. Здесь учитываются поправочные коэффициенты к дозам удобрений с учетом содержания подвижных форм калия и фосфора в почве. Полученные результаты говорят о том, что почва обеспечивает урожай и без удобрений. Следовательно, внесения удобрений не требуется.

### 3. Метод нормативного баланса.

1)  $N = B \times K_b - (C_1 \times K_1 + C_2 \times K_2 + C_3 \times K_3 + C_4 \times K_4 + C_5 \times K_5 + C_6 \times K_6 + C_7 \times K_7)$ , где  
 $B$  – вынос  $N$  с планируемыми урожаем;

$K_b$  – коэффициент возврата или норматив баланса в долях от единицы (показывает во сколько раз доза питательных веществ, вносимая с удобрением может быть больше, меньше или равна выносу);

$C_1$  – масса N, внесенного с навозом;

$K_1$  – коэффициент распределения N из навоза внесенного под данную культуру;

$C_2$  – масса N, внесенная с навозом под предшественник;

$K_2$  – коэффициент распределения N внесенного с навозом под предшественник;

$C_3$  – масса N, внесенная с навозом под предпредшествующую культуру;

$K_3$  – коэффициент распределения N в 3 год действия;

$C_4$  – масса N, которая остается в почве после выращивания многолетних трав или клевера;

$K_4$  – коэффициент распределения N ПКО в 1 год;

$C_5$  – масса N, которая остается в почве после ПКО на 2-й год;

$K_5$  – коэффициент распределения N ПКО во 2-й год;

$C_6$  – масса N, которая остается в почве после ПКО на 3-й год;

$C_4 = C_5 = C_6$

$K_6$  – коэффициент распределения N ПКО в 3-й год;

$C_7$  – масса минерального N, который находится в почве в слое 0-60 см;

$K_7$  – коэффициент распределения = 0,7-0,8

$N = B \times K_b - (C_1 \times K_1 + C_7 \times K_7)$ , кг/га

$N = 100 \times 1,2 - (156 \times 0,4 + 39 \times 0,8) = \underline{\underline{27,2 \text{ кг/га}}}$

2)  $P_2O_5 = B \times K_b - (C_1 \times K_1 + C_2 \times K_2 + C_3 \times K_3 + C_4 \times K_4 + C_5 \times K_5)$ , где

B – вынос  $P_2O_5$  с планируемым урожаем;

$K_b$  – коэффициент возврата или норматив баланса в долях от единицы (показывает во сколько раз доза питательных веществ, вносимая с удобрением может быть больше, меньше или равна выносу);

$C_1$  – масса  $P_2O_5$ , внесенного с навозом;

$K_1$  – коэффициент распределения  $P_2O_5$  из навоза внесенного под данную культуру;  
 $C_2$  – масса  $P_2O_5$ , внесенная с навозом под предшественник;  
 $K_2$  – коэффициент распределения  $P_2O_5$  внесенного с навозом под предшественник;  
 $C_3$  – масса  $P_2O_5$ , внесенная с навозом под предпредшествующую культуру;  
 $K_3$  – коэффициент распределения  $P_2O_5$  в 3 год действия;  
 $C_4$  – масса  $P_2O_5$ , внесенного с минеральными удобрениями под предшествующую культуру;  
 $K_4$  – коэффициент распределения  $P_2O_5$  из минеральных удобрений во 2-й год действия;  
 $C_5$  – масса  $P_2O_5$ , внесенного с минеральными удобрениями под предпредшествующую культуру;  
 $K_5$  – коэффициент распределения  $P_2O_5$  из минеральных удобрений в 3-й год действия;

$$P_2O_5 = B \times K_b - (C_1 \times K_1), \text{ кг/га}$$

$$P_2O_5 = 108,8 \times 1,5 - (60 \times 0,65) = \underline{\underline{124,2 \text{ кг/га}}}$$

$$3) K_2O = B \times K_b - (C_1 \times K_1 + C_2 \times K_2 + C_3 \times K_3 + C_4 \times K_4 + C_5 \times K_5), \text{ где}$$

$B$  – вынос  $K_2O$  с планируемым урожаем;

$K_b$  – коэффициент возврата или норматив баланса в долях от единицы (показывает во сколько раз доза питательных веществ, вносимая с удобрением может быть больше, меньше или равна выносу);

$C_1$  – масса  $K_2O$ , внесенного с навозом;

$K_1$  – коэффициент распределения  $K_2O$  из навоза внесенного под данную культуру;

$C_2$  – масса  $K_2O$ , внесенная с навозом под предшественник;

$K_2$  – коэффициент распределения  $K_2O$  внесенного с навозом под предшественник;

$C_3$  – масса  $K_2O$ , внесенная с навозом под предпредшествующую культуру;

$K_3$  – коэффициент распределения  $K_2O$  в 3 год действия;

$C_4$  – масса  $K_2O$ , внесенного с минеральными удобрениями под предшествующую культуру;

$K_4$  – коэффициент распределения  $K_2O$  из минеральных удобрений, внесенных под предшествующую культуру;

$C_5$  – масса  $K_2O$ , внесенного с минеральными удобрениями под предшествующую культуру;

$K_5$  – коэффициент распределения  $K_2O$  из минеральных удобрений в 3-й год действия;

$$K_2O = B \times K_b - (C_1 \times K_1), \text{ кг/га}$$

$$K_2O = 403,2 \times 0,9 - (200 \times 0,8) = \underline{\underline{202,9 \text{ кг/га}}}$$

Условность коэффициентов использования питательных веществ из почвы и удобрений служит существенным препятствием для установления доз удобрений на практике по методу элементарного баланса. Кроме того, недостатком способа расчета доз удобрений на планируемую прибавку урожая следует считать трудность определения исходной урожайности, а также ограничивающих факторов, влияющих на эффективность ранее вносимых удобрений.

В овощеводстве, и особенно в плодоводстве, применение методов расчёта доз удобрений на основе коэффициентов использования питательных веществ из почвы и удобрений ещё больше ограничивается из-за отсутствия данных для многих культур или вследствие того, что они установлены на основе небольшого числа опытов. Поэтому данные методы пока не могут быть рекомендованы при программировании высоких урожаев овощных культур для хозяйств с высокой обеспеченностью удобрениями.

Применение при расчете доз удобрений коэффициентов использования элементов питания, определённых разностным методом, позволяет учитывать лишь использование элементов питания удобрений и почвы в сравнении со все более истощающейся почвой.

Применение балансовых коэффициентов (или нормативов баланса) дает возможность устанавливать дозы и соотношения удобрений, а также целенаправленно изменять плодородие почвы. В этом случае отпадает необходимость в расчете баланса питательных элементов удобряемой культуры, так как желаемые количественные показатели можно заложить сразу в балансовые коэффициенты использования удобрений.

## **Заключение**

Для получения высоких и хороших по качеству урожаев овощных культур требуется вносить повышенные дозы удобрений. Небольшую отдачу от удобрений получают при условии, когда их применяют с учетом потребности растений в элементах питания и обеспеченности почвы подвижными питательными веществами. Рациональное использование удобрений в овощеводстве предполагает определение оптимальных доз удобрений и выбор наилучших способов и сроков их внесения.

При выполнении курсовой работы приобретены практические навыки по оптимизации минерального питания сельскохозяйственных культур и разработке рациональной системы применения удобрений. Закреплены и углублены теоретические знания по соответствующим вопросам.

Культурам необходимо питание, которое можно пополнить минеральными и органическими удобрениями. Все это должно сочетаться с агротехническими методами, мерами безопасности, требованиями культур, климатическими особенностями Рязанской области и т.д. Без этих знаний невозможно получить качественную, полноценную, экологически безопасную продукцию.

## Список литературы

1. Кореньков Д. А. и др. Справочник агрохимика. М.: Россельхозиздат, 1980.
2. Андреев Ю.М. Овощеводство. М.: ПрофОбрИздат, 2002г.
3. Дерюгин И.П., Кулюкин А.Н. Питание и удобрение овощных и плодовых культур. М.: Изд-во МСХА, 1992г.
4. Практикум по агрохимии / Б.А. Ягодин, И.П. Дерюгин, Ю.П. Жуков и др.; Под ред. Б.А. Ягодина. – М.: Агропромиздат, 1987г.
5. Ягодин Б. А., Жуков Ю. П. Агрохимия. М.: Мир, 2003.
6. Тараканов Г.И, Мухин В.Д. Овощеводство. М.: КолосС, 2002г.