НИЗКОЗАТРАТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РАСТИТЕЛЬНОГО БЕЛКА И ВОСПРОИЗВОДСТВА ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ЦЕНТРАЛЬНЫХ РАЙОНОВ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ

Рекомендации подготовили сотрудники НИИСХ Центральных районов Нечерноземной зоны:
Благовещенский Г. В. — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РЭА.
Войтович Н. В. — доктор сельскохозяйственных наук,
Полев Н. А. — доктор сельскохозяйственных наук,
Штырхунов В. Д. — кандидат сельскохозяйственных наук,
Назарова Т. О. — кандидат сельскохозяйственных наук.
В разработке рекомендаций принимали участие:
Савенков С. Н. — руководитель Депрастхимзащиты МСХ РФ,
Смирнова К. И. — начальник отдела развития кормопроизводства МСХ РФ.

Рекомендации рассмотрены и одобрены Научно-техническим советом МСХ РФ. Протокол № 8 от 23 мая 2000 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 4
Биолого-агроэкологические особенности клевера лугового и люцерны 6
Потребность клеверо-люцернового травостоя в элементах минерального питания 9
Размещение клеверо-люцерновых посевов на агроландшафте 12
Предшественники и покровные культуры 12
Сроки, способы посева и нормы высева 13
Система обработки почвы 13
Система удобрений 15
Влияние низкозатратных технологий возделывания бобовых трав на плодородие почвы 17
Биоэнергетическая эффективность производства растительного белка и воспроизводства плодородия почвы 24

gost.e-ecolog.ru

ВВЕДЕНИЕ

Сельское хозяйство Нечерноземной зоны специализировано на производстве животноводческой продукции, преимущественно молочном скотоводстве. С экономических позиций, связанных с затратами кормов, строительством, эксплуатацией животноводческих помещений, уходом за скотом, наиболее экономически выгодным является достижение надоев на уровне 1000 кг молока на 100 кг живой массы коров. Для наиболее распространенной в зоне черно-пестрой породы продуктивность коров должна составлять 5000 – 5500 кг молока в год. Однако надои коров в настоящее время не превышают половины генетического потенциала животных. Основная причина низкой продуктивности коров состоит в низком качестве производимых кормов, прежде всего протеина, дефицит которого составляет около 30 % и даже более по сравнению с рекомендованными нормами кормления.

В современных условиях ограниченных экономических возможностей сельскохозяйственных предприятий ключевая роль в производстве высокопродуктивных богатых протеином кормов должна быть отведена многолетним и, прежде всего, бобовым травам.

Многолетние травы не только дают высокие устойчивые урожаи полноценных экологически безопасных кормов, но и служат основой биологизации земледелия. Возделывание этих культур обеспечивает сохранение и расширенное воспроизводство почвенного плодородия, тем более, что современные ресурсы навоза в связи с резким сокращение поголовья скота, не обеспечивают внесение рекомендованных норм, которые и прежде не были увязаны с плотностью поголовья животных и обеспеченностью кормами, в т. ч. растительным белком.

На возделывание многолетних трав затрачивается значительно меньше энергоресурсов по сравнению с другими кормовыми культурами

В настоящее время в травосеянии наиболее широкое распространение получили клевер луговой и клеверо-злаковые травосмеси, а также люцерна. Травосмеси бобовых со злаковыми травами, как правило, позволяют получать более высокую урожайность по сравнению с бобовыми травами. Урожайность традиционной клеверо-тимофеечной смеси в среднем на 12,5 % выше, чем одновидовые посевы клевера лугового. Травосмеси люцерны со злаковыми травами также, примерно на 10 %, более урожайны, чем люцерна в одновидовом посеве, однако по выходу обменной энергии бобовые и бобово-злаковые травосмеси практически одинаковы, а по концентрации и сбору протеина посевы бобовых трав имеют существенные преимущества. Например, в Нечерноземной

зоне в клеверо-тимофеечной смеси составляет около 12,5 %, то при уборке в те же фазы развития посевов клевера — 16,5 % или на 29,6 % больше и по сбору протеина больше на 32,1 %. Не менее важно и то, что протеин бобовых трав значительно более полноценен по содержанию особенно незаменимых аминокислот по сравнению со злаковыми растениями. По содержанию лимитирующих высокую продуктивность незаменимых аминокислот — лизина (6 г на 1 кг молока) и метионина (1,9 – 2,2 г) — клевер луговой и люцерна полностью удовлетворяют потребность коров продуктивностью порядка 6 тыс. кг молока.

Таким образом, возделывание многолетних бобовых трав позволяет значительно увеличить концентрацию в кормах протеина, повысить его полноценность и выход растительного белка с единицы площади по сравнению с их посевами в смеси со злаковыми травами.

Разработанная технология производства растительного белка на основе клеверо-люцерновой травосмеси имеет ряд существенных отличий по сравнению с предшествующими рекомендациями:

взамен традиционного возделывания клеверо-тимофеечной травосмеси или одновидовых посевов клевера или люцерны высеваются многолетние бобовые травы — клевер луговой в смеси с люцерной;

подбор сортов этих культур осуществляется на основе не одновременного, а разновременного созревания этих культур, использовании сортов клевера лугового позднеспелого типа;

удлиняется продолжительность использования травостоев с 2-ух до 3-х лет;

обеспечивается выровненный выход растительного белка по годам;

предлагается новый подход в определении норм внесения навоза исходя из нагрузки поголовья скота, в соответствии с обеспеченностью животных кормами;

существенно сокращаются в севообороте затраты по применению азотных удобрений;

сокращаются энергоресурсозатраты на производство растительного белка и воспроизводство плодородия почвы;

обеспечивается устойчивое экологически безопасное производство растительного белка и сохранение окружающей среды от загрязнения.

БИОЛОГО-АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО И ЛЮЦЕРНЫ

Целесообразность возделывания травосмеси из клевера красного и люцерны базируется исходя из наиболее полного учета биологических особенностей этих культур.

Продуктивное долголетие люцерны составляет три и более лет. При этом наибольшие урожаи люцерна обеспечивает во второй год пользования травостоями. У клевера лугового наибольшая масса и соответственно растительного белка формируется в первый год пользования (табл. 1).

Таким образом, эти культуры удачно дополняют друг друга по динамике формирования урожаев, тем самым обеспечивается устойчивое сходное по годам производство растительного белка (табл. 2).

Люцерна очень чувствительно реагирует на ранние сроки уборки. Поэтому для сохранения продуктивного долголетия ее целесообразно скашивать в фазу цветения. В связи с этим, с учетом снижения концентрации белка в растениях люцерны в этот период важно в состав смесей вводить клевер луговой позднеспелого типа. Период цветения люцерны в таких смесях совпадает с началом образования бутонов у клевера красного сортов позднего типа.

Таблица 1. Состав травостоев разных лет пользования, %

Системы удобрений	1 г. п.		2 г. п.		3 г. п.	
	Люцерна	Клевер	Люцерна	Клевер	Люцерна	Клевер
Без удобрений	40	60	68	32	84	16
Навоз	39	61	76	24	98	2

Таблица 2. Урожайность и выход протеина клеверо-люцерновой смеси по годам пользования, ц/га

Системы удобрений	1 г. п.		2 г. п.		3 г. п.	
	Урожайность	Протеин	Урожайность	Протеин	Урожайность	Протеин
Без удобрений	80,0	12,9	88,6	14,4	60,4	9,7
Навоз 36 т/га	86,5	13,8	88,2	14,2	64,1	10,3
Навоз + $N_{30}P_{60}K_{60}$	75,7	12,1	86,0	13,9	64,3	10,3

Поэтому важнейшим элементом технологии производства растительного белка является посев травосмесей из люцерны с сортами клевера красного позднеспелого.

Люцерна отличается большой засухоустойчивостью по сравнению с большинством бобовых трав, включая клевер луговой, лядвенец рогатый и др. Частично засухоустойчивость люцерны обусловлена глубоко проникающей в почву корневой системой. Глубина их обычно достигает 2 – 4 м, на хорошо дренированных почвах рекорд достигает 39 м. Недостаток влаги оказывает большее влияние на образование, размеры и активность протекающих процессов в клубеньках, чем на листовую поверхность.

Вместе с тем люцерна более эффективно использует влагу по сравнению со многими злаковыми травами. По сравнению, например, с райграсом многолетним на 1 т сухой массы люцерной расходуется в 6 раз меньше влаги.

Результаты метеорологических наблюдений за последние 56 лет по Немчиновской метеорологической станции показывают, что среднегодовое количество их в районе пос. Немчиновка составляет 579 мм, среднегодовая температура воздуха +4,40 °С, с колебаниями среднегодового количества осадков от 351 до 816 мм и среднегодовой температуры от 2,5 до 6,80 °С. Анализ этих данных за весь период наблюдений (с 1943 г.) с использованием динамических моделей свидетельствует о том, что в этот период прослеживается тенденция к увеличению температуры и количеству выпадающих осадков (рис. 1 и 2). В результате каждый градус увеличения среднегодовой температуры способствует увеличению количества выпадающих осадков на 109 мм. За последние 56 лет температура увеличилась на 1,40 °С, а количество осадков на 155 мм. Это все в целом способствует улучшению и повышению благоприятности погодных условий для роста и развития возделываемых в зоне культурных растений.

Аналогичные данные за 100-летний период метеостанции Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева показывает, что в этот период увеличение температуры на 1,0 °С способствует увеличению количества выпадающих осадков на 70 мм. Сопоставление этих данных с данными Немчиновской метеостанции указывает на то, что процесс потепления климата в последние десятилетия усиливается и ускоряется.

Вместе с тем темпы изменения и закономерности развития процессов по отдельным месяцам неодинаковы. При общей благоприятной картине изменения климата в мае наблюдается интенсивное



Рис. 1. Динамика годовой суммы осадков по данным Немчиновской метеостанции за 1943 – 1998 гг.



Рис. 2. Динамика температуры по данным Немчиновской метеостанции за 1943 – 1998 гг.

увеличение температуры при существенной тенденции уменьшения количества осадков. Так, если уровень температуры за 56 лет увеличился почти на 3,0 °С, то сумма осадков уменьшилась на 11 мм. То есть, в условиях Центрального района России май становится одним из критических месяцев. Поскольку в этот период проводятся все весенне-посевные работы, происходит прорастание семян и появление всходов, а недостаток влаги при повышенной температуре в эти периоды развития и роста растений существенно влияет на уровень урожайности независимо от благоприятности последующего периода вегетации. Эта тенденция должна быть взята во внимание при формировании технологических подходов получения высоких урожаев.

Использование засухоустойчивых свойств люцерны в травосмесях особенно важно в связи с возрастающими изменениями климата.

Для интенсивного роста люцерны необходимы температуры в пределах 20 – 25 °С.

Температура в зоне расположения корней оказывает влияние на формирование, устойчивость клевера лугового и люцерны, фиксацию азота атмосферы клубеньковыми бактериями. Наибольшая активность симбиотической фиксации азота достигается при 10 – 30 °С в почве. Развитие клубеньков и фиксация азота могут происходить и при более низкой температуре, но при этом перемещение азота их клубеньков в вегетативные части растения все-таки ограничено.

Районированные в Нечерноземье сорта клевера лугового и люцерны отличаются устойчивостью к низким температурам. Эти растения выдерживают понижения температуры в почве на уровне 20 °С. Устойчивость к низким температурам обеспечивается, по сравнению с малоустойчивыми сортами, более высокой концентрацией сахаров, липидов, таких как полиненасыщенные линолевая и линоленовая кислоты, фосфолипиды и из белковых соединений — пролин. Сорта люцерны с замедленными темпами роста осенью обладают хорошей зимостойкостью.

Освещенность оказывает влияние на активность протекания фотосинтетических процессов, ветвление, цветение, холодоустойчивость, удлинение стеблестоя и другие фитоморфологические показатели люцерны и клевера лугового. Наиболее полное использование фотосинтетически активной радиации достигается при индексе листовой поверхности травостоя на уровне 5.

ПОТРЕБНОСТЬ КЛЕВЕРО-ЛЮЦЕРНОВОГО ТРАВОСТОЯ В ЭЛЕМЕНТАХ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Бобовые травы отличает высокое содержание белка и незаменимых аминокислот.

Клевер луговой и люцерна отличаются также высокой концентрацией макро- и микроэлементов. Так, в 1 кг сухого вещества люцерны содержится г/кг сухого вещества P — 2,9; K 20,9; Ca 16,0; Mg 2,9; Na 0,9; микроэлементы мг/кг железа 190, марганца 43, цинка 26, меди 8, кобальта 0,16, молибдена 0,18.

Содержание азота, макро- и микроэлементов зависит от плодородия почвы, ряда других факторов и уменьшается с возрастом растений.

Определение потребности в элементах минерального питания клеверо-люцерновых травостоев основывается на оценке критических уровней концентрации в этих элементах в растениях. Особенность

Таблица 3. Содержание протеина и аминокислот (г/кг), ВИЖ

Аминокислоты	Клевер луговой	Люцерна
Протеин, %	3,9	4,7
Лизин	1,7	2,3
Метионин	0,6	0,7
Цистин	0,5	0,6
Триптофан	0,7	1,2
Аргинин	2,3	2,4
Гистидин	0,8	1,0
Лейцин + изолейцин	4,6	5,0
Фенилаланин	1,3	2,0
Треонин	1,9	2,1
Валин	1,7	2,6

оценки критических уровней клеверо-люцерновой смеси состоит в необходимости обеспеченности элементами минерального питания по наиболее требовательному компоненту травосмеси. По большинству показателей критические уровни потребности травосмеси в тех или иных элементах минерального питания обычно выше у растений люцерны. Общим является необходимость более высокой обеспеченности в элементах минерального питания растений в ранние фазы вегетации.

Критическая концентрация по содержанию азота в люцерне в ранние фазы развития составляет 25 – 35 г/кг сухого вещества люцерны, из которых более половины образовано за счет биологической фиксации. Клеверо-люцерновые травостои, как правило, не испытывают необходимости в применении азотных минеральных удобрений за исключением вновь создаваемых посевов на бедных по содержанию органического вещества песчаных и супесчаных почвах.

Критические уровни по концентрации фосфора в растениях люцерны оцениваются в пределах 2,1 – 3,0 г/кг сухого вещества с более высокой потребностью в ранние фазы развития. Критический уровень концентрации фосфора в клевере луговом составляет 2,5 – 2,7 г/кг сухой массы.

Потребность бобовых растений в фосфоре вызывается необходимостью не только для обеспечения ростовых процессов, но и для фиксации клубеньковыми бактериями азота из воздуха.

Для обеспечения максимальной урожайности клеверо-люцерновой смеси необходимо, чтобы концентрация фосфора была доведена до 3 – 4 г/кг сухого вещества.

Для нормального роста люцерны содержание калия должно составлять 12 г/кг сухого вещества. Недостаток калия отражается на замедлении процессов трансформации ассимилянтов, уменьшении концентрации в растениях сахаров, что отражается на понижении фотосинтетической активности и уменьшении фиксации азота из воздуха.

Критическая концентрация кальция в люцерне находится на уровне 15 г/кг сухой массы.

Содержание магния в люцерне на критическом уровне составляет 2,0 – 3,5 г/кг сухого вещества. Для нормального роста и развития люцерны достаточно около 3 г/кг сухого вещества магния в верхней трети травостоя. Содержание магния в растениях увеличивается с повышением температуры почвы. Относительно невысоко в бобовых растениях содержание натрия. Не отмечено случаев нехватки натрия для нормального роста и развития бобовых трав.

Жизненно необходимым элементом для растений является и сера. Она входит в состав некоторых аминокислот. От ее наличия зависит нитрогеназная энзиматическая активность процессов. Поэтому недостаток серы приводит к уменьшению фиксации азота. Критический уровень серы в люцерне наступает при концентрации 1,0 г/кг.

Максимальная продуктивность люцерны может достигаться при содержании серы на уровне 2 и более г/кг сухой массы. Критическое соотношение азота и серы находится на уровне 11. Дефицит серы может проявляться на песчаных почвах с низким содержанием органического вещества. Внесение выпускаемых отечественной промышленностью фосфорных удобрений, содержащих серу, позволяет устранить дефицит этих элементов минерального питания и одновременно увеличить накопление азота в травостоях.

Содержание бора в растениях на уровне 20 мг/кг сухого вещества достаточно для формирования достаточно высоких урожаев бобовых трав. Дефицит бора может возникать при недостатке влаги на сильно кислых почвах. Верхние листья при этом желтеют и краснеют. Если растения находятся в таких условиях несколько недель, то после скашивания отрастание отавы происходит очень замедленно.

Критический уровень молибдена наступает при содержании его в растениях на уровне 5 мг/кг сухого вещества. Этот элемент входит в состав нитрогеназных и нитроредуктазных энзимов и соответственно играет существенную роль в процессах фиксации азота. Дефицит этого микроэлемента особенно сказывается на работе клубеньковых бактерий. Дефицит молибдена проявляется на почвах с мелким гумусовым горизонтом, на кислых почвах. Доступность этого элемента повышается путем известкования кислых почв. Вместе с тем, применение молибденовых удобрений с экономической точки зрения в ряде случаев может быть более приемлемо, чем известкование. Это касается прежде всего кислых почв с низким содержанием подвижного алюминия и марганца.

По сравнению с другими культурами бобовые травы для нормального протекания симбиотических процессов фиксации азота должны быть более обеспечены не только молибденом, но и кобальтом, медью и цинком. Потребность в медных удобрениях проявляется при возделывании бобовых трав на торфяных почвах. Потребность в большинстве микроэлементов обычно невелика и доступность их повышается при известковании почв.

РАЗМЕЩЕНИЕ КЛЕВЕРО-ЛЮЦЕРНОВЫХ ПОСЕВОВ НА АГРОЛАНДШАФТЕ

Посевы клеверо-люцерновой смеси в Нечерноземной зоне размещают на любых элементах рельефа, кроме мест с близким уровнем залегания грунтовых вод. Эти растения также не переносят длительного затопления. Наиболее приемлемы для возделывания дерново-подзолистые супесчаные и суглинистые почвы. Тяжелые по механическому составу почвы могут быть приемлемы с глубиной гумусового горизонта не менее 20 см с предварительным разрушением плужной подошвы. Мало пригодны для возделывания клеверо-люцерновых смесей торфяно-болотные почвы из-за низкой их теплопроводности.

Клевер луговой и особенно люцерна обладают слабой кислотоустойчивостью. Особенно эти растения чувствительны к алюминиевой и марганцевой токсичности. Кислые почвы с pH 5,7 необходимо известковать, доводя pH до оптимальных значений для люцерны.

ПРЕДШЕСТВЕННИКИ И ПОКРОВНЫЕ КУЛЬТУРЫ

Клеверо-люцерновые смеси возделывают в любых севооборотах, где целесообразно эти травы использовать в течении не менее трех лет. На запольных участках эти смеси используют в зависимости от их продуктивности до 6 лет. На прежнее место из возвращают в севооборотах не ранее 2 – 3 лет, на запольных участках в связи с более длительным использованием — через 4 года. Это связано с возможностью возникновения и развития склероций рака, нематод, фузариоза и др.

Лучшие предшественники в севооборотах — пропашные (без применения гербицидов из группы триазидов), а также озимые, яровые зерновые культуры.

В качестве предшественников под многолетние травы летних сроков посева используют озимую рожь, тритикале, однолетние мешанки, убираемые на зеленый корм, силос или сенаж.

В качестве покровных культур используют ячмень, яровую пшеницу, вико-овсяные и др. мешанки. Из зерновых в качестве покровной культуры целесообразно использовать скороспелые сорта ячменя и яровой пшеницы. Ранняя уборка покровной культуры, в том числе на зерно-сенаж, создает более оптимальные условия для формирования высокой продуктивности многолетних трав. Этой же цели служит уменьшение нормы высева покровной культуры на 25 – 30 % по сравнению с рекомендованной.

СРОКИ, СПОСОБЫ ПОСЕВА И НОРМЫ ВЫСЕВА

Время посева существенно влияет на появление всходов, дальнейший активный рост и формирование урожая. Высев трав весной совпадает с посевом яровых зерновых культур. В обычные по погодным условиям годы в Нечерноземной зоне это первая — вторая декады мая. Беспокровный посев после уборки предшествующих культур необходимо проводить не позднее середины июля.

Лучший способ посева — рядовой, зернотравяной сеялкой, одновременно с покровными культурами. Посев производится по прикатанной почве. Образованная после дождей почвенная корка до появления семян разрушается легкими зубовыми боронами (ЗОП — 0,7 или ЗПБ — 0,6 А, или мотыгой МВХ — 5,4, которая может использоваться даже после прорастания семян).

Норма высева семян трав по 10 – 12 кг/га клевера и люцерны.

Хорошо сформировавшиеся посевы трав в зернотравяных севооборотах с относительно высокорослыми зерновыми культурами (тритикале, оз. пшеница, оз. рожь) обычно не нуждаются в обработке гербицидами.

При интенсивном (28 – 30 см) нарастании трав после уборки зерновых осенью подкашивают за 3 – 4 недели до постоянных заморозков. Весной при "выпирании" трав производят прикатывание посевов.

Скашивание трав производят при наступлении цветения люцерны, что совпадает с началом бутонизации клевера лугового позднеспелого. Последний укос — не позднее, чем за 3 – 4 недели до прекращения вегетации растений.

Технология, разработанная НИИСХ ЦРНЗ, обеспечивает получение устойчивой экологически безопасной растениеводческой продукции. В первые два года за два укоса травосмеси из многолетних бобовых трав выход растительного белка составляет 13 – 14 ц/га, на третий год — более 10 ц/га за один укос с последующей запашкой травостоя для посева озимых зерновых культур. В среднем за три года пользования травостоя сбор растительного белка обеспечивается на уровне 12,2 – 12,7 ц/га.

СИСТЕМА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Система обработки почвы при закладке многолетних травостоев направлена на создание благоприятных условий для произрастания трав, уничтожение сорной растительности, формирования оптимальных

параметров строения пахотного слоя, создания оптимальных условий для заделки и прорастания семян. При разработке системы обработки почвы учитываются особенности предшественника, видовой состав сорной растительности и степень засоренности, способ посева трав (покровный или беспокровный), почвенно-климатические особенности.

Обработка почвы под многолетние травы начинается с лущения после уборки предшественника. При засоренности предшествующей культуры корневищными сорняками проводят повторное лущение дисковыми лущильниками в начале появления шилец и затем после последующего появления шилец проводят глубокую зяблевую вспашку. На участках, засоренных корнеотпрысковыми сорняками почва обрабатывается лемешными лущильниками на глубину 10 – 12 см, повторно при образовании 4 – 5 листьев у сорняков — на 10 – 12 см, третье — при новом появлении листьев на глубину 5 – 8 см.

Основная обработка почвы под многолетние травы проводится осенью под зябь. Она направлена на формирование оптимального сложения пахотного слоя, а также заделку удобрений, извести и борьбу с сорной растительностью. Как показывают исследования, оптимальная плотность сложения пахотного слоя почвы для многолетних трав находится в диапазоне 1,3 – 1,4 г/см^3, т. е. величина ее гораздо выше, чем для зерновых и тем более пропашных культур. Это позволяет снизить интенсивность и глубину основной обработки. В качестве основной обработки почвы под многолетние бобовые или бобово-злаковые травы в условиях Нечерноземной зоны на хорошо окультуренных дерново-подзолистых почвах и тем более серых лесных почвах с легким и среднесуглинистым механическим составом может проводится поверхностная обработка на 10 см. При этом, как показывают исследования лаборатории агроэкологии НИИСХ ЦРНЗ, не происходит снижения продуктивности покровной культуры и многолетних бобовых трав при существенном сокращении энергозатрат на обработку почвы и повышение интенсивности воспроизводства почвенного плодородия.

Однако на почвах слабоокультуренных, с тяжелым механическим составом, для которых характерен более высокий уровень равновесной плотности сложения, под многолетние травы необходимо проводить более интенсивную — отвальную или безотвальную основную обработку почвы на глубину пахотного слоя. Это позволяет повысить продуктивность трав и способствует повышению плодородия почв.

Следует учитывать, что основная обработка почвы оказывает существенное влияние на уничтожение сорной растительности.

Отвальная обработка почвы по сравнению с поверхностной и безотвальной способствует значительному снижению засоренности многолетних трав в первый год жизни. Потому при высоком уровне засоренности предшествующей культуры необходимо проводить отвальную основную обработку почвы.

Предпосевная обработка почвы под многолетние травы направлена на формирование выровненного, уплотненного верхнего слоя почвы, что необходимо для равномерной неглубокой (на 0,5 – 0,7 см) заделки семян и обеспечения достаточного для прорастания семян увлажнения этого слоя почвы за счет капиллярного подтока влаги. Предпосевная обработка включает рыхление на небольшую глубину, выравнивание и прикатывание кольчато-шпоровыми или кольчатыми катками и проводится почвообрабатывающими орудиями РВК или ВИП.

При подпокровном посеве многолетних трав предпосевная обработка включает рыхление почвы культиваторами на глубину до 5 – 8 см и обработку непосредственно перед посевом РВК или ВИП с рыхлением на глубину заделки семян покровной культуры.

При беспокровном посеве многолетних бобовых трав, который проводится обычно после уборки однолетних кормовых культур на зеленый корм, для борьбы с сорняками обработка почвы ведется культиваторами на небольшую глубину. Непосредственно перед посевом проводится обработка РВК или ВИП с рыхлением на глубину заделки семян многолетних трав.

СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ

Особенности системы удобрений в том, что при возделывании многолетних бобовых трав в севооборотах, как правило, не требуется внесения азотных удобрений. Применение азотных удобрений под покровную зерновую злаковую культуру даже в небольшой дозе N_{30} хотя и повышает ее урожайность, в начале освоения севооборота, но угнетающе влияет на многолетние бобовые травы, снижает их урожайность в первый год пользования. Во вторую же ротацию зернотравяных севооборотов с 3-х летним возделыванием клеверо-люцерновой травосмеси применение азотных удобрений под покровную зерновую культуру не приводит к повышению даже ее урожайности.

Применение фосфорно-калийных удобрений и нормы их внесения определяются исходя из содержания в растениях или доступных форм фосфора и калия в почве. При повышенном и среднем их содержании в почве эти удобрения также можно не вносить. При низком содержании

доступного фосфора и калия в почве необходимо внесение удобрений, ориентировочная доза их внесения $P_{60}K_{60}$. Вносятся фосфорно-калийные удобрения весной или после первого, или после последнего укоса.

Как показывают исследования лаборатории агроэкологии НИИСХ ЦРНЗ, многолетние бобовые травы положительно реагируют на внесение органических удобрений, повышая продуктивность и улучшая показатели плодородия почв. Норма внесения органических удобрений, при соблюдении технологии полного рециклинга отходов животноводства, составляет около 36 т/га севооборотной площади, исходя из возможного их накопления при оптимальной плотности поголовья скота, рассчитанной по выходу кормовой продукции. Вносятся органические удобрения под покровную зерновую культуру, при этом несмотря на повышение ее урожайности в среднем на 2 – 4 ц/га, не наблюдается угнетения подпокровных многолетних трав, и даже в первый год пользования их продуктивность повышается на 5 – 7 ц сухого вещества с гектара. Оптимальным способом заделки органических удобрений при внесении их является запашка. При этом по сравнению с поверхностной заделкой достигается значительно больший эффект по влиянию на продуктивность и повышение плодородия почвы.

Бобовые травы очень чувствительны к кислотности почвенной среды, при этом для клеверо-люцерновой травосмеси критическая величина pH составляет 5,7. При значении ее ниже этой величины происходит сильное изреживание травостоя, вплоть до полного выпадения

Таблица 4. Содержание тяжелых металлов в пахотном слое почвы, мг/кг

Системы удобрений	Mn	Zn	Cu	Cd	Ni	Cr	Pb	Co
Без удобрений	513	41,2	12,8	0,61	11,8	10,6	13,0	6,05
Навоз	627	60,8	15,1	0,58	12,0	11,05	11,0	6,48
Навоз + NPK	529	35,4	12,7	0,66	12,6	11,3	10,1	6,27
ПДК	1500	85,0	62,0	3,0	35,0	100	32,0	50,0

Таблица 5. Содержание тяжелых металлов в многолетних бобовых травах, мг/кг в СВ

Системы удобрений	Cu	Cd	Pb	Ni	Mn	Fe
Без удобрений	6,70	0,17	1,39	2,36	19,7	69,2
Навоз	7,29	0,17	1,36	2,01	17,8	66,1
Навоз + NPK	7,10	0,18	1,44	1,85	16,1	69,0
ПДК	30,0	0,3	5,0	3,0	-	-

люцерны. Поэтому в условиях Нечерноземной зоны возделывание многолетних бобовых трав в севооборотах должно предусматривать периодическое известкование для поддержания pH в оптимальных пределах. Нормы внесения извести рассчитываются по общепринятой методике.

При освоении севооборотов с многолетними бобовыми травами, если ранее на отведенных участках эти культуры не возделывались длительное время, эффективным является применение бактериальных препаратов, содержащих культуры бактерий симбиотических азотфиксаторов. Обрабатывают семена трав препаратами непосредственно в день посева.

Исследования показывают, что рекомендуемые системы удобрений не приводят к избыточному накоплению нитратов в растениях. Возделывание клеверо-люцерновой смеси на полях с содержанием тяжелых металлов ниже ПДК (табл. 4) позволяют получать экологически безопасную продукцию по этим показателям (табл. 5).

ВЛИЯНИЕ НИЗКОЗАТРАТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ БОБОВЫХ ТРАВ НА ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ

Как показывают научные исследования, возделывание многолетних бобовых трав и увеличение насыщения ими севооборотов до 50 % является наиболее значимым фактором в повышении плодородия дерново-подзолистых почв Нечерноземной зоны. Это проявляется в существенном улучшении всего комплекса свойств почвы: агрофизических, агрохимических и биологических.

В зернотравяных севооборотах с 50 % насыщением травами при трехлетнем использовании клеверо-люцерновой травосмеси за шесть лет ротации содержание общего углерода в пахотном слое повышается на 3,45 т/га или на 9,5 % без применения удобрений, в то время как более низкое 25 % насыщение севооборотов многолетними бобовыми травами обеспечивает лишь бездефицитный баланс углерода (табл. 6). Причем положительный баланс органического вещества почвы сочетается с заметным улучшением его качественного состава. Происходит увеличение общего содержания гуминовых (на 20 %) и фульвокислот (на 16 %) и каждой их фракции при увеличении соотношения гуминовых и фульвокислот (с 0,82 до 0,85). Улучшаются качественные характеристики гуминовых кислот: происходит снижение их подвижности, о чем говорит снижение доли первой наиболее лабильной фракции с 39 до 33 %; заметно увеличивается с 19 до 22 % в составе гуминовых кислот доля фракции, связанной с кальцием, которая является наиболее ценной и определяющей в плодородии почвы.

Применение органических удобрений в норме 6 т/га севооборотной площади в зерно-травяных севооборотах оказывает положительное влияние на состояние органического вещества почвы. Однако степень влияния зависит от насыщения севооборотов многолетними бобовыми травами. При ее повышении до 50 % это влияние проявляется слабее. В таких севооборотах органические удобрения вызывают улучшение качественного состава гумусового комплекса почвы, мало влияя на общее содержание гумусовых веществ. Так, независимо от обработки почвы и способа заделки органических удобрений происходит увеличение на 8 % содержания гуминовых кислот, являющихся наиболее ценной частью гумуса. Увеличивается доля гуминовых кислот в гумусовом комплексе, о чем говорит увеличение соотношения ГК/ФК. Однако наряду с этим происходит снижение содержания фульвокислот и как итог общее содержание гумусовых кислот повышается лишь незначительно на отвальной обработке почвы, а на поверхностной наблюдается даже снижение их содержания. Содержание общего углерода в почве по отношению к неудобренной почве при этом повышается в зависимости от способа заделки удобрений на 3 – 4 %, что обусловлено в большей степени повышением содержания неспецифических негумифицированных остатков органического вещества.

Более отчетливое и существенное положительное влияние на состояние органического вещества почвы органические удобрения оказывают в севооборотах с меньшим 25 % насыщением многолетними бобовыми травами. Происходит увеличение содержания как общего углерода на 2 %, так и содержания гуминовых на 27 % и фульвокислот на

Таблица 6. Влияние многолетних бобовых трав и технологий их возделывания в севообороте на содержание и качество органического вещества почвы

Севообороты	Системы обработки почвы	Системы удобрений	С общ., %	ГК	ГК/ФК
50 % трав	Отвальная	Без удобрений	1,20	0,372	0,83
		Навоз	1,24	0,402	0,85
		Навоз + NPK	1,23	0,398	0,84
	Комбинированная	Без удобрений	1,26	0,413	0,90
		Навоз	1,31	0,420	0,88
		Навоз + NPK	1,24	0,388	0,84
25 % трав	Отвальная	Без удобрений	1,18	0,308	0,78
		Навоз	1,20	0,392	0,90
		Навоз + NPK	1,16	0,340	0,80

10 %. Улучшение качественного состава гумуса проявляется в увеличении соотношения ГК/ФК с 0,78 до 0,90, снижении доли подвижной фракции гуминовых кислот, увеличении доли наиболее ценной фракции гуминовых кислот, связанной с кальцием, повышении степени гумифицированности органического вещества.

Важно отметить, что в севооборотах с возделыванием многолетних бобовых трав системы применения азотных удобрений при закладке многолетних травостоев на плодородных почвах оказывает негативное влияние на плодородие дерново-подзолистых почв, проявляемое в первую очередь в ухудшении состояния органического вещества. Под влиянием азотных удобрений происходит снижение содержания общего углерода, гуминовых и фульвокислот, ухудшается качественный состав гумуса, проявляемый в снижении соотношения ГК/ФК, уменьшении в составе гуминовых кислот доли фракции, связанной с кальцием.

При высоком до 50 % насыщении севооборотов многолетними бобовыми травами на дерново-подзолистых почвах Нечерноземной зоны снижение интенсивности механической обработки за счет применения комбинированных систем, включающих поверхностную обработку под многолетние травы, создает условия для усиления процессов воспроизводства почвенного плодородия. Применение менее интенсивной поверхностной обработки почвы под покровную культуру способствует повышению содержания общего углерода по сравнению со вспашкой на 5 %, гуминовых кислот на 11 % улучшает качественный состав гумуса (соотношение ГК/ФК повышается с 0,81 до 0,85, доля фракции, связанной с кальцием, повышается с 21,7 до 24 %).

Как известно, важнейшими агрофизическими показателями плодородия почв являются структура сложения твердой фазы почвы и характер структурных связей. Исследования показывают, что повышение насыщения севооборотов до 50 % многолетних трав способствует формированию структуры сложения твердой фазы почвы, характеризуемой более высоким уровнем общей и текстурной порозности (табл. 7), т. е. повышением объема пор всех диапазонов: макро–, мезо- и микропор. Важно отметить, что к концу ротации севооборотов различия в их влиянии на структурное состояние почвы усиливаются по сравнению с периодом, когда поля еще заняты многолетними травами. Это объясняется вовлечением в процесс гумификации пожнивно-корневых остатков многолетних трав, усиливающиеся разницей по севооборотам с разной длительностью возделывания трав в содержании гумусовых веществ, которым принадлежит ведущая роль в структурообразовании.

Улучшение структурного состояния почвы тесным образом коррелирует с изменениями в характере структурных взаимосвязей, а именно с изменением агрегации почвенных частиц на микроуровне. Наблюдается снижение содержания водно-пептизируемого ила, в агрегации микрочастиц снижается роль аморфных форм полуторакисных соединений металлов, обуславливающих процессы слитизации почвенной массы (содержание ила, агрегированного аморфными минеральными соединениями снижается на 15 %) и одновременно возрастает роль органического вещества и окристаллизованных форм несиликатных соединений металлов, обуславливающих более водопрочные связи.

Действие органических удобрений на структурное состояние почвы в зерно-травяных севооборотах подобно действию многолетних трав, так как они также обуславливают рост содержания гумусовых веществ, являющихся наиболее ценным фактором агрегации. Оно заключается в снижении равновесной плотности сложения на 0,04 – 0,06 г/см^3, плотности сложения агрегатов — на 0,02 – 0,03 г/см^3, улучшении строения на макроуровне, а именно: в снижении содержания ила, агрегированного аморфными соединениями металлов на 20 – 30 %. Следует учитывать, что в севооборотах с более низким содержанием многолетних трав органические удобрения играют более эффективную роль в оптимизации структурного состояния почвы, что особенно отчетливо проявляется в изменении равновесной плотности сложения, плотности агрегатов и межагрегатной порозности.

Таблица 7. Влияние многолетних бобовых трав и технологий возделывания на агрофизические показатели строения пахотного слоя почвы

Севообороты	Системы обработки почвы	Системы удобрений	Порозность		Содержание ила	
			Общая	Текстурная	Воднопептизируемый	Агрегирован. R_2O_3
50 % трав	Отвальная	Без удобрений	52,5	38,0	0,94	2,45
		Навоз	54,3	38,8	0,96	1,62
		Навоз + NPK	53,5	38,5	0,93	2,41
	Комбинированная	Без удобрений	52,8	39,8	0,86	2,30
		Навоз	53,8	40,8	0,91	1,74
		Навоз + NPK	53,1	38,6	0,89	2,51
25 % трав	Отвальная	Без удобрений	50,2	38,2	1,01	2,88
		Навоз	52,3	38,9	0,96	2,34
		Навоз + NPK	49,8	37,0	1,02	2,74

Роль азотных минеральных удобрений в формировании структуры сложения и структурных связей почвы в зернотравяных севооборотах с насыщением бобовыми травами с 25 до 50 % на органо-минеральных и минеральных системах удобрений носит отрицательных характер. Это отражается в первую очередь на структуре сложения почвенной массы: происходит повышение равновесной плотности сложения на 0,08 г/см^3 и снижение текстурной порозности на 0,78 %, т. е. происходит сокращение объема наиболее ценных мезопор. Ухудшение структуры сложения обусловлено изменениями характера и природы структурных связей твердой фазы почвы на микроуровне, которая заключается в повышении дисперсности как за счет снижения в агрегации роли органического вещества, так и возрастания роли аморфных минеральных соединений.

На формирование структуры сложения почвы большое влияние оказывают системы основной обработки. Наиболее оптимальные параметры достигаются на комбинированной системе обработки с применение поверхностной обработки под многолетние травы и наихудшие показатели отмечаются при отвальной обработке. При этом для комбинированной обработки характерны наибольшее значение текстурной порозности при некотором сокращении межагрегатной, повышение степени агрегированности, причем в агрегации снижается роль аморфных минеральных соединений и возрастает роль органического вещества.

Возделывание многолетних бобовых трав в севооборотах вызывает достаточно существенные изменения агрохимических показателей плодородия почв и характер изменений зависит от длительности возделывания трав и применяемых технологических приемов.

Возделывание многолетних бобовых трав и увеличение насыщенности ими севооборотов до 50 % позволяет значительно снизить интенсивность процессов подкисления, характерных для почв с промывным и периодически промывным водным режимом, что необходимо учитывать при проведении периодического известкования в таких севооборотах.

Как показывают исследования, в севооборотах с высоким (около 50 %) насыщением многолетними бобовыми травами поддержание бездефицитного баланса доступного фосфора достигается без внесения минеральных удобрений, в то же время для поддержания бездефицитного баланса обменного калия необходимо внесение минеральных удобрений. В севооборотах же с меньшим (около 25 %) насыщением многолетними бобовыми травами бездефицитный баланс доступного фосфора достигается

только внесением достаточно высоких доз минеральных фосфорных удобрений, а бездефицитный баланс обменного калия достигается без внесения минеральных удобрений. В таких севооборотах только дозы минеральных удобрений $P_{120}K_{120}$ и выше обеспечивают достоверное повышение содержания в почве подвижного фосфора и обменного калия по отношению к исходному состоянию.

Применение органических удобрений в зерно-травяных севооборотах способствует оптимизации агрохимических свойств почвы (табл. 8) независимо от степени насыщенности многолетними травами. На органической системе удобрений по сравнению с системой без удобрений снижается кислотность почвы, проявляемая в повышении pH на 0,9 единиц и снижении гидролитической кислотности на 0,11 мг-экв. на 100 г почвы, происходит повышение содержания подвижного фосфора на 2,1 – 2,3 мг/100 г почвы и обменного калия на 1,1 мг/100 г почвы. Следует учитывать, что в севооборотах с высоким насыщением многолетними бобовыми травами органическая система удобрений (при норме внесения 6 т/га севооборотной площади навоза) обеспечивает положительный баланс подвижного фосфора в почве, но баланс обменного калия остается отрицательным. В севооборотах же с меньшим (около 25 %) насыщением травами эта система удобрений не обеспечивает положительного баланса подвижного фосфора в почве, в то время как баланс обменного калия положителен.

При применении высоких доз полных минеральных удобрений ($N_{90}P_{180}K_{180}$) в севооборотах с бобовыми травами происходит

Таблица 8. Влияние многолетних бобовых трав и технологий возделывания на агрохимические показатели

Севообороты	Системы обработки почвы	Системы удобрений	pH	Hг, мг-экв. 100 г п.	P_2O_5	K_2O
					мг/100г	
50 % трав	Отвальная	Без удобрений	6,21	1,74	21,6	13,7
		Навоз	6,54	1,44	24,0	12,8
		Навоз + NPK	6,27	1,70	23,8	15,1
	Комбинированная	Без удобрений	6,61	1,18	28,5	11,9
		Навоз	6,61	1,26	29,4	12,1
		Навоз + NPK	6,45	1,43	25,5	12,2
25 % трав	Отвальная	Без удобрений	5,84	2,4	19,9	12,3
		Навоз	5,93	2,31	22,2	13,4
		Навоз + NPK	5,94	1,86	25,3	13,4

существенное подкисление почвы, проявляемое в повышении как актуальной, так и потенциальной кислотности. Невысокие и средние дозы полных минеральных удобрений до $N_{90}P_{120}K_{120}$ в севооборотах с 25 % насыщением бобовыми травами вызывают некоторое снижение кислотности как актуальной, так и потенциальной по отношению к контролю и исходному состоянию. В севооборотах же с высоким — 50 % насыщением бобовыми травами даже небольшие ($N_{30}P_{60}K_{60}$) дозы полных минеральных удобрений вызывают повышение кислотности как по отношению к неудобренной почве, так и к исходному состоянию.

Из способов основной обработки почвы в севооборотах с высоким насыщением травами формированию наиболее оптимальных агрохимических свойств почвы способствует комбинированная система с поверхностной обработкой под многолетние травы. При этом снижается по отношению к исходному состоянию актуальная и потенциальная кислотность почвы, достигается наибольшее содержание подвижного фосфора и обеспечивается его положительный баланс (однако следует учитывать, что положительный баланс калия при этом достигается только при внесении минеральных удобрений).

Изменение общей биологической активности почвы при возделывании бобовых трав в различных технологических системах коррелирует в достаточно высокой степени с изменениями агрофизических, агрохимических показателей и состоянием органического вещества.

В севооборотах с высоким насыщением многолетними травами, где формируется более высокий уровень плодородия почвы, общая относительная биологическая активность значительно выше. Наиболее отчетливо это проявляется по выделению почвой углекислоты, как показателю, более полно определяющему общую биохимическую активность — оно повышается на 35 – 50 % (табл. 9). В меньшей степени проявляется тенденция повышения нитрификационной способности и активности инвертазы.

Анализ влияния систем удобрений на биологическую активность почвы показывает, что только органическая система удобрений способствует ее некоторому повышению, а минеральные и органо-минеральные системы удобрений вызывают снижение этого показателя.

Из систем основной обработки почвы наиболее высокий уровень биологической активности в севооборотах с высоким насыщением многолетними травами обеспечивает комбинированная обработка почвы. В системе без применения удобрений на этой обработке по

сравнению с отвальной повышается общая относительная биологическая активность, выделение почвой CO_2, активность каталазы

Таким образом, клеверо-люцерновые травосмеси оказывают большое положительное влияние на агрохимические, агрофизические и биологические свойства почвы.

БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА РАСТИТЕЛЬНОГО БЕЛКА И ВОСПРОИЗВОДСТВА ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ

В современных социально-экономических условиях сельскохозяйственного производства особую значимость приобретает разработка и реализация технологий, приемов, обеспечивающих наибольшую отдачу на вкладываемые средства. В экономическом плане, разрабатываемым мероприятиям, может даваться оценка, исчисляемая в рублевом эквиваленте. Вместе с тем, в связи с возросшим диапазоном стоимостных показателей, как на затрачиваемые средства, так и на реализационную цену продуктов оценка в рублевом эквиваленте может колебаться в больших размерах. Экономическая оценка технологии может быть также осуществлена на основе затрат антропогенной энергии на производство продукции. Этот способ оценки подвержен меньшим колебаниям по сравнению с рублевым подходом. Прием биоэнергетической оценки особенно важен при получении продукции, которая представляет собой промежуточный этап, как, например, растительный белок из бобовых трав, который используется с целью превращения его в товарную

Таблица 9. Биохимическая активность почвы в зерно-травяных севооборотах

Севооборот	Обработка почвы	Система удобрений	Выделение CO_2, мг/кг	Нитрификационная способность, $N - NO_3$, мг/кг	Активность каталазы O_2, $см^3$/мин
50 %	Отвальная	–	132	593	0,80
		Навоз	138	647	0,71
		Навоз + NPK	135	610	0,62
	Комбинированная	–	150	537	1,02
		Навоз	153	489	1,06
		Навоз + NPK	135	445	1,08
25 %	Отвальная	–	101	558	0,91
		Навоз	111	635	0,90
		Навоз + NPK	98	362	0,94

животноводческую продукцию. Использование приема биоэнергетической оценки весьма важно также при разработке технологии оценки сохранения и воспроизводства плодородия почв

Проведенная биоэнергетическая оценка производства растительного белка, приемов и технологий, обеспечивающих сохранение плодородия почвы базировалась на учете энергозатрат овеществленных, живого руда, механизации, производственных ресурсов.

Технологические операции и энергозатраты при производстве растительного белка и средообразующей роли многолетних бобовых трав, обеспечивающих сохранение плодородия почвы представлены в табл. 10.

При разработке биоэнергетической оценки воспроизводства плодородия почв исходили из результатов проведенных исследований, апробированных в сельскохозяйственных предприятиях Московской и Нижегородской областей. В зерно-травяных севооборотах с 50 % насыщением многолетними бобовыми травами на дерново-подзолистых суглинистых почвах среднего и высокого уровня плодородия поддержание исходного уровня органического углерода может быть достигнуто путем периодического известкования и внесения фосфорно-калийных удобрений в нормах, компенсирующих вынос элементов питания из почвы возделываемыми культурами.

На дерново-подзолистых суглинистых почвах с низким почвенным плодородием, наряду с известкованием и внесением фосфорно-калийных удобрений, необходимо применение органических удобрений на уровне порядка 6 т/га севооборотной площади, соответствующим оптимальному соотношению плотности поголовья скота и производству растениеводческой продукции.

Энергетическая оценка производства растительного белка при различных технологиях возделывания многолетних бобовых трав в зерно-травяных севооборотах представлена в табл. 11.

Таблица 11. Энергетическая эффективность производства растительного белка на основе возделывания клеверо-люцерновой травосмеси

Система обработки почвы	Система удобрений	Антропогенные затраты энергии, Дж/га	Затраты энергии, МДж/кг раст белка	Коэффициент энергетической эффективности
Отвальная	Без удобрений	4843	5,79	10,5
	Навоз	7299	8,42	7,2
Комбинированная	Без удобрений	4622	5,64	10,8
	Навоз	7092	8,67	7,0

Таблица 10. Технологические операции и энергозатраты на производство растительного белка из травосмеси многолетних бобовых трав (клевер + люцерна)

№ п./п.	Наименование операций технологии (состав МТА)	Прямые, $Э_{пр}$	Энергозатраты, МДж/га				
			Овеществленные $Э_{оэ}$	Живого труда $Э_ж$	Механизации $Э_м$	Производствересурса, $Э_р$	Полные, $_пЭ$
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	**Основная обработка почвы**						
1. 1.	Дискование после предшеств. (Т-150 + БДТ-7)	299	70	0	3	64	–
1. 2.	Транспортировка извести (Т-150 + РУП-10)	214	50	0,2	29	–	293
1. 3.	Внесение извести (Т-150 + РУП-10)	132	31	0,1	18	3800	3982
1. 4.	Вспашка зяби (Т-150 + ПЛП6 – 35)	1115	261	1,1	88	–	1464
2.	**Предпосевная обработка почвы и посев**						
2. 1.	Погрузка минеральных удобрений $P_{60}K_{60}$ (МТЗ-80 + ПФ-0,75)	9	2	0,02	1	1356	1367
2. 2.	Растаривание и измельчение удобрений (АИР-20)	82	–	0,02	1	–	83
2. 3.	Смешивание удобрений (МТЗ-80 + СЗУ-20)	9	2	0,1	2	–	13
2. 4.	Транспортировка удобрений с загрузкой в разбрасыватели (САЗ-3502)	79	19	0,3	15	–	114
2. 5.	Внесение удобрений (МТЗ-80 + РУМ-5)	107	25	0,2	17	–	149
2. 6.	Предпосевная культивация с боронованием (ДТ-75М + СП-11 + 2КПС-48БЗСС-1,0)	171	40	0,3	46	–	258
2. 7.	Планировка поверхности поля с прикатыванием (ДТ-75М + РВК-3,6)	363	85	0,8	114	–	563
2. 8.	Протравлив. семян ячменя фундозолом (ПС-10)	1	–	0,02	7	183	185
2. 9.	Погрузка семян (ЗПС-100)	8	–	0,01	0,2	–	8

Таблица 10. Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8
2. 10.	Погрузка минеральных удобрений (МТЗ-80 + ПФ-0,75)	4	1	0,01	1	2401	2407
2. 11.	Транспортировка семян и удобрений к сеялкам (ГАЗ-53А + ЗАУ-3)	166	40	0,2	80	–	286
2. 12.	Посев ячменя с одновременным внесением удобрений (МТЗ-80 + СЗУ-3,6)	248	58	1,1	62	–	309
2. 13.	Обработка семян трав ризоторфином (ПС-10)	0,1	–	0,01	0,05	51	51
2. 14.	Затаривание и погрузка семян трав в прицеп 2 ПТС-4 (вручную)	–	–	0,02	–	–	0,02
2. 15.	Транспортировка семян трав (МТЗ-80 + 2 ПТС-4)	1	0,2	0,01	0,1	–	1,3
2. 16.	Загрузка семян трав в сеялку (вручную)	–	–	0,1	–	–	0,1
2. 17.	Посев трав под покров ячменя (МТЗ-80 + СЗТ-3,6)	248	58	0,4	24	–	330
2. 18.	Послепосев. прикатывание (МТЗ-80 + ЗККШ-1,4)	111	2,6	0,3	27	–	164
3.	**Уход за посевами ячменя**						
3. 1.	Опрыскивание посевов гербицидами (3 – 5 л/га базагран)	–	–	–	–	–	–
3. 1. 1.	Подвозка воды к пункту приготовления ядохимиката (100л/га) (ГАЗ-53А + РЖУ-3,6)	83	20	0,03	0,5	2100	2204
3. 1. 2.	Приготовление раствора (МТЗ-80 + АПЖ-12)	4	1	0,01	1,2	–	6
3. 1. 3.	Опрыскивание посевов (МТЗ-80 + ПОУ)	38	9	0,2	7	–	55
3. 2.	Уборка ячменя (урожайность зерна 2,5 т/га, соломы 2,5т/га)	–	–	–	–	–	–
3. 2 1.	Прямое комбайнирование с копнением соломы (СК-5 "Нива")	376	88	0,8	394	–	859
3. 2 1. 1.	Транспортировка зерна от комбайна (ЗИЛ-ММЗ-554М)	48	12	0,7	15	–	76
3. 2. 1. 2.	Сволакивание соломы на край поля (МТЗ-80 + КУН-10)	420	98	1,0	113	–	632
3. 2. 1. 3.	Скирдование соломы (МТЗ-80 + ПФ-0,75)	296	69	1,2	22	–	388
	ИТОГО по 1 г. п.: с известкованием	4632	1064	8	1143	9891	16 723

Таблица 10. Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8
	без известкования	–	–	–	–	–	12 448
4.	**Травы 1 года пользования**						
4. 1	Сгребание пожнивных остатков (стерни) (МТЗ-80 + ГПП-6)	128	30	0,3	12	–	170
4. 2.	Сволакивание пожнивных остатков на край поля (МТЗ-80 + КУН-10)	128	30	0,3	23	–	181
4. 3.	Внесение минеральных удобрений ($P_{60}K_{60}$)						
4. 3. 1.	Погрузка удобрений (МТЗ-80 + ПФ-0,75)	9	2	0,02	1	881	893
4. 3. 2.	Растаривание и измельчение удобрений (АИР-20)	59	–	0,02	1	–	60
4. 3. 3.	Смешивание удобрений (МТЗ-80 + СЗУ-20)	9	2	0,1	2	–	13
4. 3. 4.	Транспортировка удобрений с загрузкой в разбрасыватели (САЗ-3502)	79	19	0,3	2	–	114
4. 3. 5.	Внесение удобрений (МТЗ-80 + РУМ-5)	107	25	0,2	17	–	149
4. 4.	Скашивание трав без провяливания с одновременной загрузкой измельченной массы– 1–ый укос, урожайность зеленой массы 250 ц/га (Е-280 + МТЗ-80 + ПСЕ-12,5)	329	77	0,6	104	–	511
4. 5.	Транспортировка зеленой массы (МТЗ-80 + ПСЕ-12,5)	179	42	0,5	21	–	242
4. 6.	Скашивание трав без провяливания – 2–ой укос, урожайность зеленой массы 150 ц/га (Е-280 + МТЗ-80 + ПСЕ-12,5)	–	–	–	–	–	311
4. 7.	Транспорт. зеленой массы (МТЗ-80 + ПСЕ-12,5)						150
	ИТОГО по травам 1 года пользования					881	2794
5.	**Травы 2 года пользования**						
5. 1.	Внесение минеральных удобрений ($P_{60}K_{60}$)						
5. 1. 1.	Погрузка удобрений (МТЗ-80 + ПФ-0,75)	9	2	0,02	1	881	893

Таблица 10. Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8
5. 1. 2.	Растаривание и измельчение удобрений (АИР-20)	59	–	0,02	1	–	60
5. 1. 3.	Смешивание удобрений (МТЗ-80 + СЗУ-20)	9	2	0,1	2	–	13
5. 1. 4.	Транспортировка удобрений с загрузкой в разбрасыватели (САЗ-3502)	79	19	0,3	2	–	114
5. 1. 5.	Внесение удобрений (МТЗ-80 + РУМ–5)	107	25	0,2	17	–	149
5. 2.	Скашивание трав без провяливания с одновременной загрузкой измельченной массы — 1-ый укос, урожайность зеленой массы 250 ц/га (Е-280 + МТЗ-80 + ПСЕ-12,5)	329	77	0,6	104	–	511
5. 3.	Транспорт. зеленой массы (МТЗ-80 + ПСЕ-12,5)	179	42	0,5	21	–	242
5. 4.	Скашивание трав без провяливания — 2-ой укос, урожайность зеленой массы 150 ц/га (Е-280 + МТЗ-80 + ПСЕ-12,5)	–	–	–	–	–	311
5. 5.	Траннорт. зеленой массы (МТЗ-80 + ПСЕ-12,5)	–	–	–	–	–	150
	ИТОГО по травам 2 года пользования	–	–	–	–	–	2443
6.	**Травы 3 года пользования**						
6. 1.	Внесение минеральных удобрений ($N_{60}K_{60}$)						
6. 1. 1.	Погрузка удобрений (МТЗ-80 + ПФ-0,75)	9	2	0,02	1	881	893
6. 1. 2.	Растаривание и измельчение удобрений (АИР-20)	59	–	0,02	1	–	60
6. 1. 3.	Смешивание удобрений (МТЗ-80 + ЗСУ-20)	9	2	0,1	2	–	13
6. 1. 4.	Транспортировка удобрений с загрузкой в разбрасыватели (САЗ-3502)	79	19	0,3	15	–	114
6. 1. 5.	Внесение удобрений (МТЗ-80 + РУМ-5)	107	25	0,2	17	–	149
6. 2.	Скашивание трав без провяливания — один укос, урожайность зеленой массы 250 ц/га (Е-280 + МТЗ-80 + ПСЕ-126,5)	329	77	0,4	63	–	511
6. 3.	Транспортировка зеленой массы (МТЗ-80 + ПСЕ-12,5)	179	42	0,5	21	–	242
	ИТОГО по травам 3 года пользования	771	167	1	120	881	1982

Важное значение в оценке эффективности технологий имеет учет средообразующей роли возделываемых культур. Факторами, определяющими состояние почвенного плодородия являются биологические особенности культур, их продуктивность, соотношение в севооборотах, а также уровень антропогенного воздействия на воспроизводство плодородия и, прежде всего, применения удобрений, и в меньшей степени обработки почвы. Наибольшее количество органических веществ в почву поступает при возделывании многолетних трав, на 30 – 50 % меньше при посеве однолетних трав и зерновых культур, в 5 – 10 раз меньше за счет кормовых корнеплодов и картофеля. Тем не менее новообразование гумуса за счет поступления растительных остатков при возделывании пропашных и зерновых культур не покрывают его минерализацию. Анализ и обобщение результатов исследования показывает, что некомпенсируемые новообразованиями потери гумуса при возделывании кукурузы, других пропашных культур ежегодно составляют 1,5 – 2,5 т/га, зерновых — 1 – 1,5 т/га, однолетних трав — 0,4 – 0,7 т/га.

Накопление органического вещества многолетними травами в почве за счет пожнивных и корневых остатков примерно одинаково, что и в урожае. На 1 т прироста органического углерода, образованного за счет пожнивно-корневых остатков клеверо-люцерновой смеси расходуется 0,63 ГДж антропогенной энергии.

Применение навоза в дозе 36 – 40 т/га увеличивает накопление в почве органического углерода практически на таком же уровне, что и за счет многолетних трав без применения органических удобрений. Однако затраты по его применению увеличиваются в 2,5 раза и более.

Учитывая ограниченные объемы накопления навоза, его целесообразно применять в севооборотах с меньшим насыщением многолетними травами.

Расширение посевов многолетних бобовых трав за счет освоения научно-обоснованных севооборотов и внедрения разработанных низкозатратных технологий является основой существенного повышения и сохранения плодородия почвы, увеличения растительного белка, другой растениеводческой продукции, устойчивого развития сельскохозяйственного производства.

gost.e-ecolog.ru