

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

Е.И. Волошин, А.Т. Аветисян

**РУКОВОДСТВО ПО УДОБРЕНИЮ
МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ
(люцерна, клевер, донник, эспарцет)**

Методические рекомендации

Электронное издание

Красноярск 2017

Рецензенты:

*Ю.Н. Трубников, д-р с.-х. наук, главный научный сотрудник
отдела агротехнологий Красноярского НИИСХ ФИЦ КНЦ СО РАН*

*С.В. Сергоманов, канд. с.-х. наук, доцент кафедры растениеводства
и плодовоовощеводства ИАЭТ Красноярского ГАУ*

Волошин, Е.И.

Руководство по удобрению многолетних бобовых трав (люцерна, клевер, донник, эспарцет): метод. рекомендации [Электронный ресурс] / Е.И. Волошин, А.Т. Аветисян; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 31 с.

В издании приведены биологические особенности возделывания и роль макро- и микроэлементов в питании растений, предложена система удобрений при выращивании многолетних бобовых трав в Сибирском регионе.

Предназначено для специалистов агропромышленного комплекса, бакалавров и магистров сельскохозяйственных вузов.

© Волошин Е.И., Аветисян А.Т., 2017

© ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ.....	5
1.1. Люцерна	5
1.2. Клевер луговой	7
1.3. Донник.....	8
1.4. Эспарцет	10
2. ЗНАЧЕНИЕ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПИТАНИИ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ	12
3. ПОЧВЕННАЯ ДИАГНОСТИКА МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ.....	16
4. ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ.....	19
4.1. Методы определения потребности растений в удобрениях.....	19
4.2. Дозы и технология внесения удобрений	23
5. ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ	26
ЛИТЕРАТУРА.....	28
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	30

ВВЕДЕНИЕ

Основными направлениями повышения продуктивности отрасли кормо-производства являются увеличение производства кормов, улучшение их качества и энергонасыщенности. В решении этой проблемы важная роль отводится многолетним бобовым травам. Расширение посевов люцерны, клевера, эспарцета и донника в земледельческой части Красноярского края будет способствовать увеличению количества кормового белка растительного происхождения. Они богаты не только переваримым белком, но и витаминами, солями фосфора и кальция. Переваримый белок этих видов растений отличается полноценностью, поскольку содержит богатый спектр незаменимых аминокислот [Гончаров, 1992].

Под влиянием многолетних бобовых трав улучшаются физические, физико-химические и биологические свойства почв и повышается их плодородие. В почвозащитном земледелии многолетние бобовые травы являются важным и необходимым средством в комплексе мероприятий по защите почв от водной эрозии и дефляции. В севооборотах многолетние бобовые травы являются дезинфектором почв, улучшают фитосанитарное состояние других сельскохозяйственных культур. Многолетние бобовые травы за счет симбиотической азотфиксации способствуют обогащению почв азотом, сокращают применение промышленных азотных удобрений в земледелии и улучшают экологическую обстановку в агроценозах.

В региональных условиях бобовые травы отличаются высокой засухоустойчивостью, зимостойкостью и продуктивностью в течение нескольких лет. В полевых севооборотах травы являются лучшими предшественниками при выращивании зерновых, овощных и технических культур. Возделывание многолетних бобовых трав позволяет снизить дефицит переваримого протеина в кормах, оптимизировать рацион кормления сельскохозяйственных животных.

В повышении продуктивности многолетних бобовых трав большое значение имеет рациональное применение минеральных и органических удобрений. Оптимизация питания растений макро- и микроэлементами улучшает качество растительной продукции и позволяет обеспечить животноводство сбалансированными по минеральному составу кормами.

Наибольшее распространение среди бобовых трав получила люцерна, широко возделывается в земледелии клевер луговой (красный), на меньших площадях высеваются эспарцет и донник, несмотря на высокие кормовые достоинства этих культур и мелиорирующую способность.

1. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ

1.1. Люцерна

В нашей стране наибольшее распространение получили три вида культуры – это люцерна синяя (*Medicago sativa* L.), желтая (*Medicago falcate* L.) и гибридная (*Medicago media* Pers. или *Medicago varia* Mart.).

Люцерна – многолетнее, многоукосное растение. Она характеризуется большой пластичностью по отношению к условиям обитания. Может переносить колебания температуры в значительных пределах. Прораствание семян у нее начинается при температуре 1–2 °С. При температуре 10 °С всходы появляются через 8–10 суток. Оптимальная температура для появления дружных всходов составляют 15–20 °С. При температуре ниже 5 °С рост растений прекращается. Всходы люцерны переносят заморозки до –5–7 °С. По морозостойкости люцерна превосходит клевер луговой. Активно растет растение люцерны при температуре 10–15 °С.

Оптимальные условия для биосинтеза складываются при температуре 20–30 °С днем и 14–18 °С ночью. Максимальный урожай вегетативной массы образуется при дневной температуре 25 °С и резко снижается при 35 °С. Люцерна жаростойка и хорошо переносит дневные температуры до 40 °С. Она может переносить отрицательные температуры на глубине залегания корневой шейки до –20 °С. При снежном покрове 30–40 см люцерна способна выдерживать морозы до –40 °С. Гололедица и резкие колебания температуры при отсутствии или слабости снежного покрова для нее губительны. Отрицательное влияние на люцерну оказывает вымокание, выпревание и выдувание, особенно при запоздалом скашивании. Для получения полноценного укоса на корм сумма активных температур должна составлять 800–850 °С, для получения семян – 1500–2100 °С [Брикман, Гренда, Емельянов, 1986].

Люцерна – светолюбивое растение длинного дня. Свет – необходимое условие фотосинтеза, благодаря которому создается около 80–95 % органической массы. Световой режим, создаваемый солнечной радиацией, оказывает большое влияние на рост, развитие и формирование травостоя люцерны. Особенно чувствительны растения к обеспечению светом в период раннего развития, во время цветения и

формирования генеративных органов. Недостаточная освещенность в период появления настоящих листьев и ветвления растений отрицательно влияет на развитие корневой системы и задерживает прохождение фаз вегетации люцерны. Лучшие условия для роста создаются при продолжительности солнечного освещения 15–16 часов и интенсивности света 40–60 тыс. люксов.

Для люцерны важно не только общее количество света, но и степень его проникновения к различным ярусам листьев, что определяет общую продуктивность фотосинтеза посева. Поэтому покровные культуры должны как можно меньше затенять растения люцерны, а семенные посевы должны быть разреженными.

Люцерна требовательна к влажности почвы и весьма устойчива к атмосферной засухе. Оптимальные условия для жизнедеятельности растений создаются при влажности 65–85 % от полной влагоемкости (ППВ или НВ %) в течение всей вегетации. Основная масса корней люцерны (70–90 %) сосредотачивается в 0–50 см слое почвы. Недостаток влаги в верхних слоях почвы обуславливает более интенсивный рост корней вглубь. При снижении влажности почвы до 30 % ППВ опадают листья и выпадают отдельные растения. Люцерна очень чувствительна к избыточной увлажненности почвы. Избыточное увлажнение почвы отрицательно влияет на продуктивность и вызывает изреживание посевов растений.

Растения люцерны характеризуются хорошей засухоустойчивостью, что объясняется мощно развитой корневой системой, способной хорошо использовать грунтовые воды. При уровне залегания грунтовых вод менее 1,5 м угнетается рост растений. Лучше люцерна переносит засуху на втором и третьем году жизни. Во время засухи снижается транспирационный коэффициент, образуются мелкие опушенные листья, уменьшаются рост и урожайность люцерны.

Люцерна хорошо произрастает на различных по гранулометрическому составу почвах. Для этой культуры непригодны заболоченные почвы с повышенной кислотностью. При $pH_{KCl} = 5$ клубеньковые бактерии не поселяются на корнях люцерны и не обеспечивается нормальная азотфиксация растений. Растения люцерны хорошо растут при реакции почвенного раствора 6,6–7,0. Люцерна переносит слабое засоление почв, способствует их рассолению, предотвращая подток засоленных грунтовых вод к верхним слоям почв. На орошаемых землях люцерна предотвращает вторичное засоление. На сильнозасоленных почвах невозможно получить хороший урожай люцерны.

1.2. Клевер луговой

Клевер луговой, или красный (*Trifolium pratense* L.) – многолетнее бобовое травянистое растение. Его возделывают в таежной, подтаежной зонах и закрытой лесостепи. В регионе возделывается позднеспелый тип клевера лугового, который характеризуется высокой урожайностью и зимостойкостью.

Корень у клевера стержневой, глубоко проникающий в почву, сильно ветвится, образуя большое количество боковых корней. На пахотных почвах корень клевера проникает на глубину до 1–2 м. На главном и особенно боковых корнях образуются многочисленные клубеньки, заполняемые азотфиксирующими бактериями, усваивающими атмосферный азот воздуха.

Семена клевера начинают прорасти во влажной почве при температуре 2 °С, полные всходы появляются при 8–10 °С тепла. Наиболее дружные всходы наблюдаются при температуре до 20 °С. Всходы переносят весенние заморозки до –6 °С, а взрослые растения до –15 °С. В период вегетации растения лучше произрастают при температуре 20–25 °С. В условиях Сибири клевер менее требователен к теплу по сравнению с люцерной.

В период вегетации сумма активных температур, необходимая для формирования урожая сена от всходов до проведения первого укоса, должна составлять примерно 950 °С.

Клевер является растением длинного дня. Световая стадия при длинном дне у него проходит быстрее, чем коротком. При сокращении длины дня междоузлия у клевера лугового становятся короче и высота стеблей заметно уменьшается. Растение является относительно теневыносливым. При сильном затенении клевера ухудшаются условия прохождения фотосинтеза и снижается урожайность растений.

Клевер луговой сравнительно влаголюбивое растение, но плохо переносит высокий уровень грунтовых вод и длительный застой воды. Эта культура лучше всего растет при влажности 70–80 % НВ. Для обеспечения нормальной семенной продуктивности влажность почвы до цветения должна составлять 80 %, при цветении – 60 %, во время созревания семян – 40 % НВ [Гончаров, 1992].

Растения клевера очень требовательны к оптимальной влажности почвы особенно в первый год жизни, когда он находится под покровом других культур. При достаточной обеспеченности растений влагой в этот период клевер хорошо развивается. При засушливой погоде покровная культура, поглощая влагу, значительно иссушает почву и создает дефицит воды. В таких условиях формируется слабо-

развитая корневая система, и ухудшаются условия развития и перезимовки растений.

После уборки покровной культуры клевер усиленно развивается, поглощая для своего развития большое количество воды. Во второй год жизни потребность клевера во влаге в значительной степени обуславливается величиной его надземной массы. По мере нарастания листостебельной массы возрастает водопотребление клевера. Наиболее высокие урожаи клевера наблюдаются в годы с достаточным количеством осадков в период от массового стеблевания до бутонизации.

Клевер малотребователен к плодородию почв и хорошо растет на различных по гранулометрическому составу дерново-подзолистых, серых лесных почвах, черноземах выщелоченных и оподзоленных. Неустойчивые посевы клевера лугового наблюдаются на супесчаных почвах, сформированных на легких почвообразующих породах. На слабогумусированных почвах клевер растет плохо, а на сильнокислых сильно выпадает в первый год жизни. Одна из причин плохого развития клевера на почвах с кислой реакцией среды – повышенное содержание в ней подвижного марганца и алюминия. При содержании подвижного алюминия в количестве 2–3 мг/100 г почвы клевер луговой сильно задерживается в росте, а при 10–12 мг/100 г почвы его травостой сильно изреживается.

При кислой реакции среды снижается зимостойкость клевера, на сильнокислых почвах подавляется развитие клубеньковых бактерий и нарушается нормальное азотное питание растений. Эта культура не переносит сильнокислых и засоленных почв. При реакции почвенного раствора ниже 4,5 клевер, как правило, выпадает. Лучшими для возделывания клевера лугового являются слабокислые или близкие к нейтральной реакции почвы ($pH_{KCl} = 5,5-6,5$). Известкование кислых почв в севооборотах при выращивании клевера проводится под предшествующую культуру. Оптимальная глубина залегания грунтовых вод 1,0–1,5 м. При более низком уровне залегания грунтовых вод наблюдается вымокание растений.

1.3. Донник

Донник желтый, или лекарственный (*Melilotus officinalis Desr.*), и белый (*Melilotus albus Desr.*) – двулетние бобовые травянистые растения, очень близкие по своим биологическим свойствам.

Для них характерен высокий (75–100 см), прямостоячий, хорошо разветвленный стебель. У донника сильно развитая корневая система, проникающая в почву на глубину до 1,5–2 метров. Эта культура широко

распространена во всех природных зонах Красноярского края. Донник в условиях региона способен давать довольно высокие урожаи биомассы, особенно на втором году жизни, является прекрасным медоносом, обладает хорошей фитомелиорирующей способностью, широко используется в качестве сидеральной культуры [Берзин, 2002].

Семена донника прорастают при температуре 1–2 °С. Всходы донника переносят весенние заморозки до –5–6 °С. Во время цветения небольшие заморозки (до –1 °С) снижают его семенную продуктивность. При достаточном снеговом покрове растения донника выдерживают температуру почвы до –30–40 °С, так как его корневая шейка погружается в почву на глубину 5–7 см. При малоснежных зимах наблюдается значительное вымерзание растений. Донник желтый более устойчив и пластичен по отношению к климатическим условиям.

Донник – светолюбивое растение короткого дня. В первый год жизни угнетается покровной культурой и уходит в зиму со слабо развитой корневой системой. Лучше растет при беспокровном посеве.

Донник отличается высокой засухоустойчивостью. По отношению к влаге донник пластичная культура. Он дает высокие урожаи при годовом количестве осадков в 400–450 мм. В разные фазы развития донник обладает разной чувствительностью к засухе. При недостатке влаги в фазу цветения наблюдается сбрасывание листьев и усыхание кистей. Засухоустойчивость донника в большей степени связана с интенсивностью развития корневой системы. На второй год жизни донник формирует мощную корневую систему, благодаря которой максимально использует влагу из нижних горизонтов почвы. Несмотря на высокую засухоустойчивость, урожай донника в значительной степени колеблется в зависимости от увлажнения почв.

Донник успешно произрастает на черноземах, серых лесных, дерново-подзолистых, солонцеватых, засоленных и эродированных почвах. Эта культура обладает высокой солеустойчивостью, плохо переносит сильнокислые и переувлажненные почвы. На кислых почвах всходы донника развиваются слабо и зимой почти все растения погибают. Кислые почвы нуждаются в известковании, известь вносят осенью под предшествующую или покровную культуру. Для донника наиболее благоприятны почвы со слабокислой, близкой нейтральной, или слабощелочной реакцией среды.

Донник – незаменимая культура для освоения засоленных почв. Под влиянием донника улучшаются агрохимические и агрофизические свойства солонцовых почв. Корни его выделяют в почву большое количество угольной кислоты, которая растворяет карбонат кальция. Перейдя в растворимое состояние, кальций замещает в со-

ставе почвенно-поглощающего комплекса натрий, в результате этой реакции образуется бикарбонат кальция, который по своей природе менее ядовит для растений. Корневые выделения донника могут составлять до 54–76 % от общей массы корней.

Органические и минеральные вещества, выделяемые донником в почву, состоят из аминокислот, соединений фосфора, калия, серы, кальция и других химических элементов. Под влиянием корневой системы донника в почве растворяются труднорастворимые соединения, они переходят в усвояемые для растений формы питательных веществ.

Введение донника в севооборот уменьшает зараженность почвы зерновой нематодой и проволочниками. Причиной гибели вредителей и возбудителей болезней является дикумарин – ядовитое вещество, образуемое из кумарина при разложении корневых и пожнивных остатков донника. Разные сорта желтого и белого донника практически не отличаются по содержанию кумарина в растениях.

1.4. Эспарцет

Эспарцет песчаный (*Onobrychis arenaria*) – в Сибири получил наибольшее распространение. Это бобовая многолетняя трава много-стороннего использования. Данный вид – типичное долголетнее бобовое растение ярового типа развития. Культивируемые виды эспарцета отличаются достаточным долголетием, слабо поражаются вредителями и обладают устойчивой по годам семенной продуктивностью.

При посеве рано весной без покрова в первый год жизни достигает полного цветения. Посевы эспарцета на кормовые цели следует размещать в кормовых севооборотах и на выводных полях полевых севооборотов. Лучшими предшественниками для эспарцета являются зерновые, идущие по пару, картофель и силосные.

Корень у эспарцета стержневой, веретенообразной формы, проникает на глубину 2–3 метра. В верхних слоях почвы ветвится слабо. Основная масса боковых корней образуется на глубине 50–70 см от поверхности почвы. На корнях сосредоточено большое количество клубеньков. В период вегетации корневая система эспарцета способна использовать влагу с одного и более метров. Стебли у эспарцета посевного прямые, тонкие, выполненные, имеют 5–7 междоузлий, высота растений колеблется от 50 до 90 см.

По требованию к тепловому режиму эспарцет очень близок к люцерне. Его семена начинают прорастать при температуре 1–2 °С. При оптимальной температуре 18–25 °С всходы появляются на 10–15-й день после посева. На второй год жизни отрастание начинается сразу

после таяния снега при температуре воздуха 3–4 °С. Эспарцет песчаный характеризуется высокой зимостойкостью и без существенных повреждений может выдерживать суровые малоснежные зимы с температурой до –42–48 °С [Гончаров, 1992].

Эспарцет относится к ксерофитам. Он может успешно произрастать в засушливых и пустынных районах с годовой нормой осадков 200 мм. Однако для своего развития потребляет большое количество влаги. Большие запасы влаги в верхних горизонтах почвы нужны в весенний период для набухания и прорастания высеянных семян, а также в фазу бутонизации и цветения растений. Эспарцет хорошо отзывается на орошение, но не переносит избыточного увлажнения.

Растения эспарцета относятся к светолюбивым культурам длинного дня. Генеративное его развитие осуществляется по типу ярового растения. Эспарцет плохо переносит затенение. В региональных условиях урожайность зависит не только от интенсивности освещения, но и от продолжительности дня. Как и все бобовые культуры, эспарцет является прекрасной мелиоративной и почвоулучшающей культурой. За счет способности к фиксации атмосферного азота может накапливать этот элемент даже при сравнительно низкой влагообеспеченности посевов.

В засушливых районах и районах с недостаточным увлажнением урожайность эспарцета выше, чем у люцерны. По засухоустойчивости эспарцет превосходит люцерну, что объясняется хорошо развитой корневой системой этого растения. Эспарцет используется как прекрасный медонос и в качестве сидеральной культуры. Под влиянием запаханной зеленой массы эспарцета почва обогащается азотом, фосфором и лабильными органическими соединениями.

Эспарцет менее требователен к плодородию почв в сравнении с люцерной. Эта культура плохо переносит засоление и повышенную кислотность. На кислых почвах перед выращиванием эспарцета необходимо провести их известкование. Эспарцет хорошо растет на карбонатных, песчаных, супесчаных, каменистых почвах и черноземах с близкой к нейтральной и нейтральной реакцией почвенного раствора.

Растения сильно угнетаются и вымокают на почвах с близким уровнем стояния грунтовых вод. Благодаря мощной и хорошо развитой корневой системе растение эспарцета способствует улучшению агрофизических свойств почв. Из-за высокого содержания белков, жиров и аминокислот растения эспарцета имеют высокую кормовую ценность, они используются в животноводстве для получения зеленой массы, сена и травяной муки.

2. ЗНАЧЕНИЕ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПИТАНИИ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ

Макро- и микроэлементы принимают активное участие во многих физиологических и биохимических процессах многолетних бобовых трав. Они входят в состав белков, углеводов, витаминов, ростовых веществ и обеспечивают нормальное протекание реакций синтеза, распада и обмена различных органических веществ. Под влиянием макро- и микроэлементов возрастает устойчивость бобовых трав к грибным и бактериальным заболеваниям и неблагоприятным условиям внешней среды. При сбалансированном питании растений макро- и микроэлементами повышается холодостойкость, жаровыносливость, засухоустойчивость и солеустойчивость растений.

Для повышения продуктивности многолетних бобовых трав необходимо рациональное использование минеральных, органических и микроудобрений. Комплексное применение этих удобрений в зависимости от агрохимических свойств почв способствует повышению урожайности, улучшению качества и экологической безопасности бобовых трав.

Азот. Является составной частью многих жизненно важных органических соединений растений. Он входит в состав белков, нуклеиновых кислот, ДНК, РНК, АТФ, ферментов, аминов, сахаров, витаминов и других биологически активных веществ. Контролируя синтез белков и ферментов, азот влияет на все процессы обмена веществ в растениях.

Одна из наиболее существенных биологических особенностей многолетних бобовых трав состоит в том, что значительную часть необходимого для них азота они получают из атмосферы с помощью живущих в симбиозе с ними специфических штаммов клубеньковых бактерий. Размер биологического связывания азота в растениях колеблется в широких пределах и зависит от физических, физико-химических и агрохимических свойств почв. При возделывании клевера, донника и эспарцета на 1 га пашни поступает в среднем 150–160 кг/га атмосферного азота, люцерны – 250–350 кг/га [Трепачев, 1999].

Симбиотическая азотфиксирующая способность почв в условиях Западной и Восточной Сибири ниже, чем в европейской части страны, и составляет за вегетационный период растений от 100 до 250 кг/га азота. Азот, накопленный в корневых и поукосных остатках бобовых

трав, после их разложения улучшает азотный режим почв [Шевчук, 1963; Гамзиков, Барсуков, 1996].

Фосфор в растениях входит в состав органических и минеральных соединений. Соотношение органического и неорганического фосфора в растениях зависит от биологических особенностей культур, возраста и обеспеченности их фосфором. Этот элемент участвует в обмене веществ, необходим для синтеза углеводов, белков и жиров. Фосфор принимает участие в образовании, консервировании и передаче энергии в процессе роста и развития растений. При его недостатке снижается содержание органических фосфатных соединений, интенсивность дыхания, замедляются темпы проникновения клубеньковых бактерий в корень и их участие в процессе фиксации молекулярного азота.

Калий – один из основных элементов питания растений. Этот элемент контролирует более 100 ферментов. Ему принадлежит важная роль в поддержании осмотического давления, катионно-анионного равновесия зарядов цитоплазмы и тканей растений для протекания всех биохимических процессов. Недостаток калия приводит к ослаблению азотфиксирующей активности клубеньковых бактерий. Хорошая обеспеченность растений калием влияет на биосинтез хлорофилла, площадь листовой поверхности и интенсивность фотосинтеза. Калий необходим для образования и передвижения сахаров и улучшения обмена азота в растениях.

Молибден – играет важную роль в процессе фиксации атмосферного азота клубеньковыми бактериями. Молибден также необходим в почве для свободно живущих азотфиксирующих микроорганизмов, способствует синтезу и обмену белковых веществ в растениях, восстановлению нитратного азота. Он входит в состав фермента нитратредуктаза, без которого невозможен синтез белковых веществ. Молибден участвует в окислительно-восстановительных процессах, углеводном, фосфорном обмене, синтезе витаминов и хлорофилла, повышает усвояемость железа и кальция растениями.

При недостатке молибдена в почвах нарушается обмен веществ, тормозится синтез белков, углеводов и витаминов, ухудшаются условия жизнедеятельности клубеньковых бактерий и темпы фиксации азота из атмосферного воздуха.

Бор. Основные биохимические функции бора связаны с метаболизмом углеводов и переносом сахаров через мембраны, синтезом нуклеиновых кислот и фитогормонов. Этот элемент играет важную

роль в опылении и оплодотворении цветков, стимулирует образование клубеньков на корнях бобовых растений. Недостаток бора приводит к увеличению количества неоплодотворенных цветков, снижает семенную продуктивность растений и фиксацию азота из атмосферы.

Борное голодание оказывает отрицательное влияние на углеводородный, белковый обмен в растениях, приводит к задержке в растении меристемы и дегенерации камбия. При борном голодании образуются более короткие и менее разветвленные корни, ухудшается использование растением влаги и питательных веществ из более глубоких слоев почвы, происходит уменьшение общей продуктивности многолетних бобовых трав.

Медь необходима растениям в небольших количествах. Она участвует в процессах окисления, входит в состав ферментов, усиливает интенсивность дыхательных процессов, придает хлорофиллу большую устойчивость, улучшает фотосинтетическую деятельность и водный баланс в растениях. Медь способствует восстановлению и фиксации азота. Под влиянием меди повышается устойчивость растений к высоким и низким температурам и уменьшается их поражаемость грибными и бактериальными заболеваниями.

Цинк является катализатором и активатором во многих физиолого-биохимических процессах растений. Цинк входит в состав ферментов, принимает участие в белковом, липоидном, углеводном, фосфорном обмене веществ, биосинтезе витаминов и ростовых веществ-ауксинов. Цинк улучшает водоудерживающую способность растений и повышает в них количество связанной воды. Под влиянием цинка активизируется процесс размножения растений. В растениях цинк накапливается в семенах. При недостатке цинка угнетаются интенсивность формирования генеративных органов и образование семян у бобовых трав.

Кобальт положительно влияет на рост и способность бобовых культур фиксировать молекулярный азот из атмосферы. При недостатке кобальта в растениях подавляется образование гемоглобина и витамина В₁₂, белков и нуклеиновых кислот. Кобальт участвует в углеводном и минеральном обмене, синтезе хлорофилла в листьях, увеличивает интенсивность дыхания и содержание аскорбиновой кислоты в растениях.

При хорошей обеспеченности кобальтом улучшается обеспеченность многолетних бобовых трав азотом.

Марганец – принимает активное участие в окислительно-восстановительных процессах: фотосинтезе, дыхании, усвоении молекулярного и нитратного азота, образовании хлорофилла. Этот элемент входит в состав ферментов, способствует образованию витаминов, накоплению сахаров, белков, синтезу нуклеиновых кислот и передаче наследственной информации. Марганец усиливает избирательное поглощение ионов из питательных растворов, повышает устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды. При дефиците марганца ослабляется рост растений, происходит потеря тургора клетками, снижается устойчивость растений к низким температурам.

Сера входит в состав всех белков, содержится в аминокислотах, растительных маслах, витаминах и некоторых антибиотиках. Она участвует во многих окислительно-восстановительных процессах, происходящих в растениях, активировании энзимов и белковом обмене. Под влиянием серы усиливается фиксация азота из атмосферы и образование клубеньков у бобовых трав. При дефиците серы у бобовых растений замедляется синтез белков, слабо развиваются клубеньки на корнях растений, снижается интенсивность фиксации молекулярного азота.

3. ПОЧВЕННАЯ ДИАГНОСТИКА МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ

Мониторинг содержания доступных для растений форм элементов питания является необходимым условием рационального применения удобрений. Для оценки плодородия почвы по степени обеспеченности подвижными (доступными) формами элементов питания и корректировке доз минеральных удобрений используют показатели (индексы) обеспеченности.

В таблицах 1–4 приведена группировка почв по степени обеспеченности элементов питания, рекомендуемая при выращивании сельскохозяйственных культур в Красноярском крае. Анализы почв на содержание питательных веществ проводятся в центре (станциях) агрохимической службы.

Таблица 1 – Содержание нитратного азота в почвах
(Рекомендации ... , 1987)

Группа	Содержание нитратного азота в почвах	N-NO ₃ , мг/кг	Оценка плодородия	Потребность в азотных удобрениях
1	Очень низкое	<4,0	Низкое	Высокая
2	Низкое	4,1–8,0		
3	Среднее	8,1–12,0	Среднее	Средняя
4	Повышенное	12,1–16,0		
5	Высокое	16,1–20,0	Высокое	Низкая
6	Очень высокое	>20,1		

Таблица 2 – Группировка почв по содержанию подвижного фосфора
(Рекомендации ... , 1987)

Группа	Содержание подвижного фосфора	P ₂ O ₅ , мг/кг			Оценка плодородия	Потребность в удобрениях
		метод Чирикова	метод Кирсанова	метод Мачигина		
1	2	3	4	5	6	7
Для почв степного типа Ачинско-Боготольской, Чулымо-Енисейской, Канской, Красноярской лесостепи						
1	Очень низкое	<25	–	–	Низкое	Высокая
2	Низкое	26–50	–	–		
3	Среднее	51–100	–	–	Среднее	Средняя
4	Повышенное	101–150	–	–		

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
5	Высокое	151–200	–	–	Высокое	Низкая
6	Очень высокое	>200	–	–		
Для почв степного типа Минусинской лесостепи						
1	Очень низкое	<100	–	–	Низкое	Высокая
2	Низкое	101–150	–	–		
3	Среднее	151–200	–	–	Среднее	Средняя
4	Повышенное	201–250	–	–		
5	Высокое	251–300	–	–	Высокое	Низкая
6	Очень высокое	>300	–	–		
Для почв подзолистого типа всех зон края						
1	Очень низкое	–	<50	–	Низкое	Высокая
2	Низкое	–	51–100	–		
3	Среднее	–	101–150	–	Среднее	Средняя
4	Повышенное	–	151–200	–		
5	Высокое	–	201–250	–	Высокое	Низкая
6	Очень высокое	–	>250	–		
Для карбонатных почв всех зон края						
1	Очень низкое	–	–	<10	Низкое	Высокая
2	Низкое	–	–	11–20		
3	Среднее	–	–	21–30	Среднее	Средняя
4	Повышенное	–	–	31–45		
5	Высокое	–	–	46–60	Высокое	Низкая
6	Очень высокое	–	–	>60		

Таблица 3 – Группировка почв по содержанию обменного калия в различных природных зонах Красноярского края (Рекомендации ... , 1987)

Группа	Содержание обменного калия	K ₂ O, мг/кг			Оценка плодородия	Потребность в удобрениях
		метод Чирикова	метод Кирсанова	метод Мачигина		
1	2	3	4	5	6	7
Для почв степного типа всех зон края						
1	Очень низкое	<50	–	–	Низкое	Высокая
2	Низкое	51–70	–	–		
3	Среднее	71–90	–	–	Среднее	Средняя
4	Повышенное	91–110	–	–		
5	Высокое	111–150	–	–	Высокое	Низкая
6	Очень высокое	>150	–	–		

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7
Для почв подзолистого типа всех зон края						
1	Очень низкое	–	<50	–	Низкое	Высокая
2	Низкое	–	51–100	–		
3	Среднее	–	101–150	–	Среднее	Средняя
4	Повышенное	–	151–200	–		
5	Высокое	–	201–300	–	Высокое	Низкая
6	Очень высокое	–	>300	–		
Для карбонатных почв всех зон края						
1	Очень низкое	–	–	<100	Низкое	Высокая
2	Низкое	–	–	101–200		
3	Среднее	–	–	201–300	Среднее	Средняя
4	Повышенное	–	–	301–400		
5	Высокое	–	–	401–600	Высокое	Низкая
6	Очень высокое	–	–	>600		

Таблица 4 – Группировка почв по содержанию подвижных форм микроэлементов, определяемых по методу Пейве-Ринкиса (Методические указания ... , 2003)

Элемент	Экстрагирующий раствор	Градации почв по содержанию микроэлементов, мг/кг		
		низкое	среднее	высокое
Марганец	0,1 н. H ₂ SO ₄	<30	31–70	>70
Цинк	1 н. KCl	<0,7	0,8–1,5	>1,5
Медь	1 н. HCl	<1,5	1,6–3,3	>3,3
Кобальт	1 н. HNO ₃	<1,0	1,1–2,2	>2,2
Бор	H ₂ O	<0,33	0,34–0,7	>0,7
Молибден	Оксалатно-буферный раствор с pH 3,3	<0,10	0,11–0,22	>0,22

4. ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ

4.1. Методы определения потребности растений в удобрениях

Определение доз удобрений на основе использования результатов полевых опытов

Метод прямого использования результатов полевых опытов с удобрениями для определения их доз широко используется в производственных условиях при выращивании многолетних бобовых трав. Научно-исследовательские институты в региональных условиях на основании проведения полевых опытов устанавливают средние дозы удобрений при возделывании многолетних бобовых трав (табл. 5, 6).

В конкретных почвенно-климатических условиях хозяйств эти дозы уточняются в зависимости от уровня эффективного плодородия почв, агротехники, срока использования и планируемого урожая трав. При расчете доз удобрений учитывают поправочные коэффициенты на содержание доступных для растений питательных веществ, предшественник, гранулометрический состав почв и их эродированность (табл. 7–10).

Таблица 5 – Примерные дозы удобрений при выращивании
многолетних бобовых трав на зеленую массу
(Рациональная система кормопроизводства ... , 1993)

Культура	Год использования	Сроки внесения	Минеральные удобрения, кг/га д. в.		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Люцерна	1	при посеве, в запас*	40–60	60–140*	60–140*
	2-й и последующие	весной в подкормку	30–40	–	–
Клевер	1	при посеве, в запас*	30–40	60–140*	60–140*
	2	весной в подкормку	40–50	–	–
Донник	1	при посеве, в запас*	30–40	40–90*	40–90*
	2	весной в подкормку	40	–	–
Эспарцет	1	при посеве, в запас*	30	60–140*	60–140*
	2-й и последующие	весной в подкормку	50	–	–

Таблица 6 – Примерные дозы удобрений при выращивании многолетних бобовых трав на семена (Рациональная система кормопроизводства ... , 1993)

Культура	Год использования	Сроки внесения	Минеральные удобрения, кг/га д. в.		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Люцерна	1	при посеве, в запас*	30	60–140*	60–140*
	2-й и последующие	весной в подкормку	30	–	–
Клевер	1	в запас*	30	60–140*	60–140*
	2	весной в подкормку	40–50	–	–
Донник	1	при посеве, в запас*	30	40–80*	40–80*
	2	весной в подкормку	40	–	–
Эспарцет	1	при посеве, в запас*	30	60–140*	60–140*
	2-й и последующие	весной в подкормку	45	–	–

Таблица 7 – Поправочные коэффициенты к дозам удобрений в зависимости от содержания подвижных форм питательных веществ (Кидин, Торшин, 2016)

Группировка почв по содержанию нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия	Азотные удобрения	Фосфорные удобрения	Калийные удобрения
Очень низкое	1,3	1,6	1,6
Низкое	1,2	1,4	1,4
Среднее	1,1	1,2	1,1
Повышенное	1,0	1,0	1,0
Высокое	0,7	0,8	0,7

Таблица 8 – Поправочные коэффициенты (K_2) к годовым дозам азотных удобрений в зависимости от предшественников (Составление проекта ... , 2000)

Предшественник	K_2
Зернобобовые	0,8
Многолетние травы, бобовые	0,5
Пары чистые	0,8
По всем другим предшественникам	1,0

Таблица 9 – Поправочные коэффициенты (K_1) к годовым дозам минеральных удобрений в зависимости от гранулометрического состава почвы (Составление проекта ... , 2000)

Механический состав почвы	Поправочный коэффициент		
	N	P_2O_5	K_2O
Глинистый	0,9	1,1	0,8
Тяжелосуглинистый	0,9	1,1	0,8
Среднесуглинистый	1,0	1,0	1,0
Супесчаный	1,0	1,0	1,2
Песчаный	1,0	1,0	1,2

Таблица 10 – Поправочные коэффициенты (K_3) к годовым дозам удобрений в зависимости от степени эродированности почвы (Составление проекта ... , 2000)

Степень эродированности почв	Вид удобрений		
	азотные	фосфорные	калийные
Неэродированная	1,00	1,00	1,00
Слабоэродированная	1,10	1,05	1,05
Среднеэродированная	1,30	1,10	1,10
Сильноэродированная	1,50	1,20	1,20

Определение доз удобрений на основе коэффициентов использования питательных веществ из почвы и удобрений

В основу расчета доз удобрений берется вынос элементов минерального питания всем планируемым урожаем или его прибавкой, которую необходимо получить за счет удобрений.

Дозу минеральных удобрений (ц на 1 га) рассчитывают по формуле

$$D = 100 (B - П \times K_n) / K_y \times C,$$

где B – вынос элементов питания планируемым урожаем, кг/га;
 Π – содержание питательных веществ в корнеобитаемом слое, кг/га;

K_n – коэффициент использования подвижных форм элементов питания, %;

K_y – коэффициент использования питательных веществ из удобрений, %;

C – содержание элементов питания в конкретном удобрении.

Данные по примерному выносу питательных веществ многолетних бобовых культур приведены в таблицах 11 и 12.

Таблица 11 – Примерный вынос питательных веществ урожаем многолетних бобовых трав, кг/га (Майборода и др., 2000)

Культура	Продукция	Вынос			Соотношение N:P:K
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Люцерна	Зеленая масса	26,0	6,5	15,0	1 : 0,2 : 0,6
Клевер	Зеленая масса	20,0	6,0	15,0	1 : 0,3 : 0,7
Донник	Зеленая масса	21,0	5,7	14,2	1 : 0,3 : 0,7
Эспарцет	Зеленая масса	25,0	6,2	14,9	1 : 0,2 : 0,6

Таблица 12 – Примерные коэффициенты использования питательных веществ из почвы и удобрений (Майборода, 1982; Майборода и др., 2000)

Показатель	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Коэффициенты использования из почвы, %	10–15	6–8	8–10
Коэффициенты использования из удобрений, %:			
– минеральные	60–70	20–25	60–70
– органические (навоз)	25	30–40	50–60

В региональных условиях вынос питательных веществ и коэффициенты использования элементов питания из почвы и удобрений изменяются в зависимости от климатических условий, потенциального и эффективного плодородия почв, биологических и сортовых особенностей растений, технологии выращивания, применения минеральных и органических удобрений, химических мелиорантов.

Для определения выноса питательных веществ в условиях хозяйства необходимо отобрать образцы растений и определить их состав в ближайшем центре (станции) агрохимической службы. Коэффициенты использования питательных веществ из почвы и удобрений устанавливаются на основании проведения полевых опытов.

4.2. Дозы и технология внесения удобрений

Система удобрений многолетних бобовых трав на кормовые цели определяется их биологическими особенностями: высокой усвояющей способностью корневой системы, глубоко проникающей в почву, симбиотической фиксацией атмосферного азота, формированием высоких урожаев зеленой массы и сена, большим выносом питательных веществ, долголетием и длительностью вегетационного периода растений.

В урожае бобовых трав 70–72 % азота приходится на долю фиксированного клубеньковыми бактериями. Остальная часть азота, необходимого для формирования травостоя (28–30 %), обеспечивается за счет плодородия почв или внесения азотных удобрений. Минеральные и органические удобрения при возделывании многолетних бобовых трав вносятся в зависимости от содержания макро- и микроэлементов в почве и потребности в них растений [Антонов и др., 2004; Шеуджен, Онищенко, Хурум, 2007; Голобородько, Лазарев, 2009; Кшитникова, 2015].

Органические удобрения благоприятно влияют на развитие клубеньковых бактерий, улучшают физические свойства почв, снижают ее засоленность и кислотность. Под многолетние бобовые травы необходимо вносить *подстилочный навоз* в дозе 40–60 т/га в паровое поле или под предшествующую в севообороте культуру.

Во избежание засоренности полей под бобовые травы рекомендуется вносить *перепревший навоз*. В качестве органических удобрений используют навозную жижу и сточные воды животноводческих комплексов. Лучшие результаты эти удобрения дают при внесении под основную обработку почвы в дозе 40–60 т/га. *Навозную жижу и сточные воды* животноводческих комплексов также можно применять по зяби поздней осенью, зимой и ранней весной в виде подкормок. При проведении поверхностных подкормок жидкими удобрениями после укосов во избежание потерь азота их следует немедленно заделывать в почву.

Люцерна, клевер, донник и эспарцет на зеленую массу, сено и семена высеваются под покров зерновых культур, идущих по пару или без покрова. Применение минеральных удобрений при выращи-

вании этих культур характеризуется высокой эффективностью и зависит от агрохимических свойств региональных почв и результатов почвенной диагностики.

Азотные удобрения применяют при низкой и средней обеспеченности многолетних бобовых трав (табл. 5, 6). Эти удобрения вносятся под кормовые травы, выращиваемые на разных предшественниках, в дозах 40–60 кг/га д. в. при посеве или весной в подкормку. В весенний период из-за низких температур процессы нитрификации в почвах подавлены и растения нуждаются в повышенной обеспеченности их азотом.

При внесении более высоких доз азотных удобрений в почвах подавляется интенсивность процессов нитрификации и в значительной степени угнетается жизнедеятельность клубеньковых бактерий. В таких условиях бобовые травы из азотонакопителя превращаются в азотопотребителя и переходят на преимущественное питание минеральным азотом почвы.

Фосфорные удобрения повышают устойчивость многолетних бобовых трав к неблагоприятным условиям в зимний период и увеличивают долговечность травостоя. Эти удобрения оказывают положительное влияние на биологическую фиксацию азота, семенную продуктивность трав и повышают в них содержание питательных веществ. Этот элемент необходим растениям на самых ранних этапах жизни, что связано с его участием в процессах углеводного обмена. Средние дозы фосфорных удобрений при возделывании многолетних бобовых трав дифференцируются в зависимости от содержания подвижного фосфора в почве и биологических особенностей растений. Фосфорные удобрения вносят в дозах 40–140 кг/га д. в. про запас на три года под основную обработку почвы, в качестве предпосевного (10–20 кг/га д. в.) – в первый год жизни и в виде подкормки – на второй год.

Калийные удобрения вносят в почву в дозах 40–140 кг/га д. в. – про запас, перед посевом или при необходимости в виде подкормок. В региональных условиях дозы калийных удобрений корректируются в зависимости от содержания обменного калия в почве и биологических особенностей культуры. Достаточная обеспеченность растений калием повышает эффективность использования фосфорных удобрений и создает благоприятные условия для развития клубеньковых бактерий.

Многолетние бобовые травы положительно реагируют на внесение в почву *микроудобрений*. Эффективность их применения зависит от содержания подвижных форм микроэлементов в почве. Микроудобрения применяют различными способами, выбор которых зави-

сит от ассортимента удобрений и биологических особенностей растений. При выращивании многолетних бобовых трав применяют основное (допосевное) внесение микроудобрений в почву, припосевное (рядковое), предпосевную обработку семян и некорневые подкормки (табл. 13).

Таблица 13 – Рекомендуемые дозы и способы применения микроудобрений при выращивании многолетних бобовых трав (Аристархов, Державин, Чумаченко и др., 1987)

Микроэлементы	Внесение в почву, кг/га д. в.		Предпосевная обработка семян, г/д. в. на 1 т семян	Некорневая подкормка, г/га д. в.
	до посева	в рядки		
Бор	0,5–0,6	–	20–40	25–35
Медь	3,0	1,5	100–150	20–35
Марганец	1,5–3,0	–	50–70	–
Цинк	1,0–3,0	–	100–120	55–65
Кобальт	–	–	–	17–32
Молибден	0,2–0,3	–	100–120	150–250

В повышении продуктивности многолетних бобовых трав важная роль принадлежит *серным удобрениям*. Чаще всего положительные результаты от их внесения отмечаются на бедных гумусом дерново-подзолистых и серых лесных почвах. Дефицит подвижной серы в почве обеспечивается путем внесения подстилочного навоза, суперфосфата, гипса, фосфогипса и других серосодержащих азотных и фосфорных удобрений.

Многолетние бобовые травы хорошо отзываются на *бактериальные удобрения*, способствующие увеличению размера симбиотической фиксации азота. Эффективность бактериальных препаратов зависит от типа почвы, ее физико-химического состава, наличия в ней элементов питания, спонтанных бактерий, органических веществ, степени аэрации, реакции почвенного раствора, активности используемых бактерий и других факторов.

При обработке семян многолетних бобовых трав ризоторфином, ризагрином, экофитом, нитрагином и другими препаратами возрастает интенсивность симбиотической фиксации, и в почве накапливается дополнительное количество азота. Для повышения эффективности применения бактериальных препаратов существенное значение имеют обеспечение растений влагой, предварительное внесение органических и минеральных удобрений и устранение излишней кислотности или щелочности почвы.

5. ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ

Эффективность удобрений при выращивании многолетних бобовых трав зависит от климатических условий, плодородия региональных почв, обеспеченности их подвижными формами макро- и микроэлементов, агротехники и биологических особенностей растений. Более высокая продуктивность трав обеспечивается при внесении сбалансированных доз удобрений при оптимальном соотношении в них элементов минерального питания растений. Удобрения следует применять в соответствии с типом почвы, ее агрохимическими свойствами, предшественником, водообеспеченностью и фазой развития растений. Наибольший эффект удобрения дают на сильноэродированных почвах, бедных органическим веществом и доступными для растений питательными веществами.

Рациональное применение минеральных и органических удобрений на 25–30 % повышает урожайность многолетних бобовых трав. Оптимизация питания растений азотом, фосфором, калием, серой и микроэлементами повышает в травах содержание сухого вещества, переваримого протеина, незаменимых аминокислот, сахаров, клетчатки, жиров и минеральных веществ. Под влиянием удобрений повышается питательная ценность трав, улучшается их микроэлементный состав и увеличивается сбор кормовых единиц.

Неправильное применение удобрений и химических мелиорантов приводит к загрязнению окружающей природной среды. Высокие дозы азотных удобрений, жидкого навоза и животноводческих стоков, внесенные без учета агрохимических свойств почв, способствуют накоплению в растениях нитратов выше установленных санитарных норм (ПДК = 500 мг/кг), вызывают эндемические заболевания животных. Нитратная форма азота из этих удобрений может вымываться в грунтовые воды, попадать в водоисточники, вызывая их эвтрофикацию.

При внесении высоких доз фосфорных удобрений в растениях могут накапливаться кадмий, никель, фтор, свинец и другие экотоксиканты, способствующие ухудшению качества кормов и вызывающие заболевания животных.

С калийными удобрениями в почву попадает большое количество хлора, который образует в почве хлорорганические соединения. Избыточное внесение калийных удобрений способствует вымыванию

его из почвы и загрязнению окружающей среды. При несбалансированном внесении калийных удобрений нарушается в почве и растениях баланс кальция, магния, натрия, бора, что может привести к ухудшению качественного состава кормов и заболеванию животных.

Оценка качества урожая многолетних бобовых трав на экологическую безопасность проводится по временному максимально допустимому уровню содержания химических элементов в кормах для сельскохозяйственных животных (табл. 14).

Таблица 14 – Временный максимально допустимый уровень (МДУ) некоторых химических элементов в кормах сельскохозяйственных животных, мг/корма (Временный максимально ... , 1987)

Химический элемент	Зерно и зернофураж	Грубый и сочный корм	Корне-клубнеплод
Цинк	50,0	50,0	100,0
Медь	30,0	30,0	30,0
Свинец	5,0	5,0	5,0
Кадмий	0,3	0,3	0,3
Никель	1,0	3,0	3,0
Кобальт	1,0	1,0	2,0
Железо	100,0	100,0	100,0
Йод	2,0	2,0	5,0
Молибден	2,0	2,0	2,0
Мышьяк	0,5	0,5	0,5
Ртуть	0,1	0,05	0,05

ЛИТЕРАТУРА

1. Берзин, А.М. Зеленые удобрения в Средней Сибири / А.М. Берзин. – Красноярск: КГАУ, 2002. – 395 с.
2. Брикман, В.И. Интенсивное кормопроизводство в Восточной Сибири / В.И. Брикман, С.Г. Гренда, А.М. Емельянов. – М.: Росагропромиздат, 1986. – 176 с.
3. Временный максимально допустимый уровень (МДУ) некоторых химических элементов и госсипола в кормах для сельскохозяйственных животных. – М.: МСХ РФ, 1987. – 6 с.
4. Гамзиков, Г.П. Симбиотическая и несимбиотическая азотфиксация в дерново-подзолистой почве Западной Сибири / Г.П. Гамзиков, П.А. Барсуков // Доклады Россельхозакадемии. – Новосибирск, 1996. – № 1. – С. 13–15.
5. Голобородько, С.П. Люцерна: моногр. / С.П. Голобородько, Н.Н. Лазарев. – М.: Изд-во РГАУ; МСХА им. К.А. Тимирязева, 2009. – 425 с.
6. Гончаров, П.Л. Кормовые культуры в Сибири: биологические основы возделывания / П.Л. Гончаров. – Новосибирск: Изд-во Новосибир. ун-та, 1992. – 264 с.
7. Донниковые зеленые удобрения в земледелии Хакасии / И.С. Антонов [и др.]. – Абакан: Изд-во Хакасского гос. ун-та, 2004. – 102 с.
8. Кидин, В.В. Агрохимия: учебник / В.В. Кидин, С.П. Торшин. – М.: Проспект, 2016. – 608 с.
9. Кшитникова, А.Н. Клевер паннонский: моногр. / А.Н. Кшитникова. – Пенза: РИО ПГСХА, 2015. – 318 с.
10. Майборода, Н.М. Почвы, удобрения и урожай / Н.М. Майборода. – Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 1982. – 216 с.
11. Методические указания по применению микроудобрений при интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур / А.Н. Аристархов, Л.М. Державин, И.Н. Чумаченко [и др.]. – М.: Агропромиздат СССР, 1987. – 27 с.
12. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – М.: Изд-во МСХ РФ, 2003. – 195 с.
13. Программирование урожайности полевых культур: учеб. пособие / Н.М. Майборода, Л.К. Тупикова, Л.П. Столяр [и др.]; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2000. – 69 с.

14. Рациональная система кормопроизводства для различных зон Красноярского края: рекомендации. – Новосибирск, 1993. – 386 с.
15. Рекомендации по определению доз минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры на планируемый урожай. – Красноярск, 1987. – 24 с.
16. Составление проекта на применение удобрений: рекомендации. – М.: МСХ РФ, 2000. – 155 с.
17. Трепачев, Е.П. Агрохимические аспекты биологического азота в современной земледелии / Е.П. Трепачев. – М., 1999. – 532 с.
18. Шевчук, В.Е. Бобовые культуры и использование их на зеленое удобрение в условиях Иркутской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / В.Е. Шевчук. – Иркутск, 1963. – 19 с.
19. Шеуджен, А.Х. Люцерна / А.Х. Шеуджен, Л.М. Онищенко, Х.Д. Хурум; под ред. А.Х. Шеуджен. – Майкоп: Полиграфиздат, 2007. – 226 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица П. 1 – Сорты многолетних бобовых трав,
допущенных к использованию по Красноярскому краю в 2017 году

Культура (разновидность, вид)	Сорт
Люцерна изменчивая	Виктория, Абаканская 3, Деметра, Флора 8
Клевер луговой	Атлант, Метеор, Родник Сибири, Светлячок, Сударь
Клевер паннонский	Аник, Премьер
Эспарцет	Михайловский 5, Тасхыл 3
Донник белый	Диомид, Алмаз, Обской гигант, Омь, Омь 2, Иней, Рыбинский, Саянский, Сретенский 1, Степной 1 и др.
Донник белый однолетний	Поволжский, Средневожжский
Донник желтый	Альшеевский, Донче, Золотистый, Катэк, Сибирский 2, Сосновец, Лазарь, Карабалыкский

Таблица П. 2 – Краткая биологическая характеристика
многолетних бобовых трав

Культура	Период от посева до максимальной продуктивности надземной массы, дней	Потребность в тепле – сумма активных температур, °С	Отношение к влаге
Люцерна	80–85	1100–1400	Засухоустойчивая
Клевер	80–90	800–900	Влаголюбивая
Донник	85–95	1200–1400	Очень засухоустойчивая
Эспарцет	80–90	1100–1300	Засухоустойчивая

Таблица П. 3 – Примерные нормы высева и глубина заделки
семян многолетних бобовых трав

Культура	Норма высева		Глубина заделки, см
	кг/га	млн шт./га	
Люцерна	12-14	3,5-4,0	2-3
Клевер	10-15	5,0-7,0	2-3
Донник	15-18	2,0-3,0	2-3
Эспарцет	80-90	4,0-5,0	4-5

РУКОВОДСТВО ПО УДОБРЕНИЮ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ (люцерна, клевер, донник, эспарцет)

Методические рекомендации

*Волошин Евгений Иванович
Аветисян Андраник Телемакович*

Электронное издание

Редактор И.В. Пантелеева

Подписано в свет 31.10.2017. Регистрационный номер 184
Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного университета
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117
e-mail: rio@kgau.ru