

УДК 633.2.01

ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА ПОЛИВИДОВЫХ ПОСЕВОВ КОРМОВЫХ КУЛЬТУР ПО ГОДАМ И ИХ ПРОДУКТИВНОЕ ДОЛГОЛЕТИЕ В УСЛОВИЯХ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ

С.Т. Эседуллаев, кандидат сельскохозяйственных наук

*Ивановский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал
ФГБНУ «Верхневолжский федеральный аграрный научный центр»
153506, Россия, Ивановская обл., Ивановский р-н, с. Богородское, ул. Центральная, д. 2
ivniicx@rambler.ru; ivniicx@mail.ru*

CHANGES IN THE COMPOSITION OF POLY-SPECIES SOWINGS OF FODDER CROPS BY YEARS AND THEIR PRODUCTIVE LONGEVITY UNDER THE UPPER VOLGA REGION

S.T. Esedullaev, Candidate of Agricultural Sciences

*Ivanovo Research Institute of Agriculture – a branch
of the FSBI "Upper Volga Federal Agrarian Research Center"
153506, Russia, Ivanovo region, Ivanovo district, Bogorodskoe, Centralnaya str., 2
ivniicx@rambler.ru; ivniicx@mail.ru*

DOI 10.33814/AFP-2222-5366-2020-1-45-62

Представлены результаты многолетних исследований по изучению характера годовых изменений структуры поливидовых посевов кормовых культур, их густоты, ботанического состава и продуктивное долголетие на потенциально бедных дерново-подзолистых почвах. Установлены годовые изменения плотности травостоя поливидовых посевов клевера и люцерны со злаковыми травами, в том числе и такой нетрадиционной для области как фестулолиум. Выявлено, что наивысшая плотность травостоя клевера наблюдается на второй год хозяйственного использования — 490 шт. стеблей на 1 м² на контроле и 536 шт. на фоне минерального питания, с годами она резко снижается, а у люцерны изменчивой она остается высокой, значительно не меняясь. В смешанных посевах с клевером его доля снижается от первого года пользования к четвертому от 63,1–75,1% до 15–26%, а у люцерны изменчивой, напротив, увеличивается с 35,2–43,0% до 80,5–85,5%. Максимальные показатели продуктивности массы, сбалансированной по питательным веществам, обеспечивают смеси клевера и люцерны с фестулолиумом — соответственно 6,49 и 9,29 т/га сухого вещества, 5,83 и 7,65 тыс./га кормовых единиц, 654 и 1103 кг/га переваримого протеина на контроле и соответственно 7,6, 6,94, 690 и 9,89, 8,73, 1160 на фоне минерального питания. Сахаропротеиновое отношение по мере старения посевов снижалось, близким к норме оно было на контроле у клевера с фестулолиумом — 0,75, на фоне минерального питания — у клевера с фестулолиумом и райграсом — 0,82 и 0,88 соответственно.

Ключевые слова: кормовые культуры, бобовые, злаковые, поливидовые посевы, состав, плотность травостоя, ботанический состав, долголетие, продуктивность, питательность, сбалансированность.

Presents the results of years of research in the study of the nature of the annual changes in the structure of mixed-sowing forage crops, their density, botanical composition and productive longevity for potentially poor sod-podzolic soils. The annual changes in the density of the grass stand of mixed cultures of clover and alfalfa with cereal grasses, including such an unconventional for the region as festulolium, have been established. It was revealed that the highest density of clover is observed in the 2nd year of economic use – 490 stems/m² on the control and 536 on the background of mineral nutrition, then the density drops sharply, and the density of alfalfa remains high. In mixed sowing with clover, its share decreases from the first year of use to the fourth from 63.1 to 75.1% to 15–26%, while in alfalfa, on the contrary, it increases from 35.2–43.0% to 80.5–85.5%. The maximum productivity, balanced by weight of nutrients, is provided by a mixture of clover and alfalfa with Festulolium, respectively 6.49 and 9.29 t/ha of dry matter, 5.83 and 7.65 thousand/ha of feed units, 654 and 1103 kg/ha of protein on the control and, respectively, 7.6, 6.94, 690 and 9.89, 8.73, 1160 against the background of mineral nutrition. The ratio of sugar to protein decreased as crops were aging, it was close to normal in the version without mineral fertilizers for clover with festulolium – 0.75, and corresponded to the norm against the background of mineral nutrition – for clover with festulolium and ryegrass – 0.82 and 0.88 respectively.

Keywords: forage crops, legumes, cereals, mixed cultures, composition, density of herbs, botanical composition, longevity, productivity, nutrient content and their balance.

Введение. Важным элементом современных систем земледелия является полевое травосеяние, которое позволяет сохранить и повысить почвенное плодородие, подавлять сорняки в агроценозах. Значительным источником производства полноценных кормов в полевом кормопроизводстве являются поливидовые (смешанные) посевы кормовых культур.

Смешанные посевы многолетних трав в мировой практике известны давно и широко используются [1; 2; 3]. Установлено, что продуктивность травосмесей в первую очередь зависит от подбора видов кормовых культур, количества и соотношения компонентов. Исследования указывают на то, что при правильном подборе компонентов отмечается существенное преимущество смешанных посевов в сравнении с одновидовыми посевами [4; 5].

Поливидовые посевы дают наибольший урожай лучшего качества, если компоненты смесей подобраны по видовому и сортовому составу с учетом критериев совместимости. В бобово-злаковых агроценозах злаковый компонент

должен минимально угнетать рост и развитие бобового. При этом темпы формирования урожая у обоих компонентов смеси должны быть близкими, а укосная спелость должна наступать одновременно [6].

Смешанные посевы позволяют получить сбалансированные по питательным веществам корма. Особенно важно в кормах соблюдать сахаропротеиновое соотношение, оказывающее сильное влияние на усвояемость питательных веществ, которое в значительной степени определяется соотношением компонентов и сроками уборки [7]. Известно, что для обеспечения нормального обмена веществ у сельскохозяйственных животных сахара в рационе должно быть примерно столько же, сколько переваримого протеина. Так, сахаропротеиновое отношение в рационах лактирующих коров должно быть в пределах 0,8–1,0. Снижение его до 0,4–0,6 ухудшает использование питательных веществ, нарушает их обмен [8].

Дефицит протеина приводит к задержке роста и развития организма жи-

вотных. При этом из-за недостатка сахаров ухудшается перевариваемость клетчатки и других питательных веществ, что, в свою очередь, приводит к увеличению затрат кормов на производство единицы продукции. Поэтому важно поддерживать в рационах животных оптимальное сахаропротеиновое соотношение путем заготовки кормов, содержащих достаточное количество водорастворимых углеводов. По данным ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, оптимальным для трав является соотношение, при котором в траве содержится 15–16% сырого протеина, 20–24% клетчатки и 10–14% сахаров [9].

Основным источником растительного белка являются многолетние бобовые травы, в сухом веществе которых содержится от 17 до 22% сырого протеина. При этом бобовые травы дают полноценный по фракционному и аминокислотному составу белок, переваримость которого намного выше, чем у белка злаковых трав [10]. Однако бобовые культуры содержат низкое количество водорастворимых углеводов, из-за чего в случае скармливания жвачным животным кормов, состоящих исключительно из бобовых трав, у них может возникнуть белковый перекорм, который приведет к снижению усвояемости питательных веществ. По этой причине корма наиболее рационально заготавливать из бобово-злаковых смесей, поскольку значительное количество сахаров содержится в злаковых травах. Основные травы в регионе: бобовые — клевер луговой, злаковые — тимофеевка луговая, овсяница луговая, перспективные — люцерна изменчивая, райграсы и фестулолиум.

В Чехии изучали 15 видов злаковых трав, в том числе фестулолиум, для пастбищного использования. Сравнительная оценка их продуктивности показала, что наиболее высокую урожайность сухого вещества обеспечили овсяница луговая (17,5 т/га), райграс итальянский (17,4 т/га) и фестулолиум (17,1 т/га). Травостои первого года пользования отличались высокой концентрацией питательных веществ, особенно сырого протеина, содержание которого колебалось в зависимости от культуры от 160 до 180 г/кг сухого вещества. Самая высокая чистая энергия лактации была отмечена у райграса и фестулолиума [11].

Существенное влияние на продуктивность и качество корма клеверо-злаковых травосмесей оказывает соотношение в травостое растений бобового и мятликового компонентов. В правильно составленной клеверо-мятливой смеси урожай зеленой массы клевера должен быть не менее 65%. При таком соотношении травосмесь будет давать высокопитательный корм и оставлять почву в хорошем состоянии для последующих культур севооборота [12].

Продуктивность агрофитоценозов многолетних трав с участием клевера лугового в значительной степени зависит от подбора наиболее адаптивного для совместного выращивания мятликового компонента. Многие опыты показали, что тимофеевка — один из лучших злаковых компонентов для клевера лугового, поскольку тимофеевка более неприхотлива к условиям выращивания и дает удовлетворительные урожаи там, где клевер луговой развивается плохо. В то же время наличие в травосмеси клевера улучшает качество корма.

Очень важно при составлении травосмеси учитывать фактор долголетия компонентов смеси. Так, большинство сортов клевера дает максимальный урожай зеленой массы в первый год пользования посевом. На второй год пользования урожайность его снижается на 30–40%, а на третий год клевер выпадает. Тимофеевка луговая в первый год пользования дает урожай ниже, чем во второй. Поэтому при двухлетнем использовании клеверо-тимофеечной смеси урожайность во второй год остается практически такой же, как и в первый. В первый год пользования урожай формируется за счет клевера, а во второй — в основном за счет тимофеевки.

Кроме тимофеевки луговой, в качестве компонента клевера в травосмесях используют и другие виды злаковых трав. Установлено, что овсяница луговая и райграс многоукосный в травосмеси являются более агрессивным компонентом по отношению к клеверу, чем тимофеевка.

Люцерну наиболее рационально возделывать в смеси со злаковыми травами. Исследования одновидовых посевов и травосмесей различного состава и сложности, проведенные как отечественными, так и иностранными учеными, показывают, что смешанные посевы оптимально подобранных компонентов являются наиболее эффективными [7]. Люцерно-мятликовые травосмеси при оптимальных условиях выращивания могут обеспечить два–три укоса, сформировать урожайность зеленой массы 45–55 т/га и более, продлить высокую продуктивность травостоя до четырех–шести лет.

При подборе видового состава травосмесей с люцерной большое значение

имеет их конкурентоспособность. Темпы формирования урожая у компонентов смеси должны быть близкими, а их укосная спелость — наступать одновременно. Так, райграс многоукосный в смеси с люцерной при достаточном увлажнении может дать три укоса, а при орошении еще больше. Формирование урожая у него происходит параллельно с нарастанием урожая люцерны [9].

Для создания среднеспелых травостоев укосного использования в травосмеси с люцерной также включают тимофеевку луговую, овсяницу луговую и другие злаковые травы. Исследования, проведенные в ТСХА, показали, что различные сорта люцерны изменчивой в смеси с тимофеевкой луговой в травостоях держатся значительно дольше, чем клеверо-злаковые травосмеси и превосходят их по урожайности в 1,2–2,1 раза [13].

В условиях Псковской области при изучении влияния бобовых трав — люцерны, лядвенца рогатого, клевера лугового, клевера гибридного — на формирование травостоев с участием фестулолиума установлено, что более продуктивными в целом оказались травосмеси с участием лядвенца рогатого и люцерны синегибридной. Урожайность зеленой массы за два укоса травосмесей с лядвенцем составила 40,8 т/га, с люцерной синегибридной — 46,0 т/га, что на 12,0–17,2 т/га выше урожайности фестулолиума в чистом виде [14].

На дерново-подзолистых почвах Европейского севера России при изучении способов создания и использования травостоев с участием фестулолиума в одновидовых и смешанных посевах многолетних трав наиболее устойчивым, помимо одновидовых посевов, фестулоли-

ум оказался в смесях с клевером и лядвенцем. Доля его в урожае на пятый год пользования при посеве с клевером составила 43,6%, с клевером и лядвенцем — 20,7%. В травосмесях с включением люцерны содержание фестулолиума постоянно снижалось и в 2016 г. составило всего 9,2–11,7%. Продуктивность бобово-злаковых агрофитоценозов была в 1,2–1,8 раза выше, чем у одновидовых посевов [15].

Многолетние полевые опыты, проведенные на опытном поле ФГБНУ «ФАНЦ Северо-Востока» на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с 2012 по 2017 гг., показали, что новая кормовая культура фестулолиум имеет достаточно высокую устойчивость к неблагоприятным условиям произрастания и в то же время обладает высокой питательностью, особенно повышенным содержанием сахара. Фестулолиум сорта ВИК 90 по своему химическому составу близок к райграсу пастбищному, а при уборке в ранние фазы вегетации отличается и высоким содержанием протеина [16].

В исследованиях Северо-Западного научно-исследовательского института молочного и лугопастбищного хозяйства продуктивность бобово-злаковых агрофитоценозов существенно, в 1,3–1,6 раза, превосходила его одновидовые посевы. При проведении первого укоса в фазу начала колошения фестулолиума и бутонизации бобовых трав (первый срок) растительная масса отличалась более высоким содержанием протеина, обменной энергии и пониженным содержанием клетчатки [17].

Исследования В. И. Гасиева [18] в предгорной зоне РСО Алания показали, что смешанные посевы превосходили

одновидовые посевы по всем показателям продуктивности кормовых культур. В сумме за пять лет бинарные посевы фестулолиума превосходили одновидовые по всем показателям продуктивности. Колебания в одновидовых агроценозах по сухому веществу составили 23,71–26,54 т/га; кормовым единицам — 11,17–14,13 т/га; переваримому протеину — 2,09–3,02 т/га; обменной энергии — 181,27–287,50 ГДж/га. В смешанных посевах эти показатели были выше и составили соответственно 32,46–36,83 т/га сухого вещества, 18,35–21,48 т/га кормовых единиц, 3,68–3,96 т/га переваримого протеина, 309,31–317,82 ГДж/га.

В условиях предгорья КБР изучены факторы формирования устойчиво продуктивных агрофитоценозов из бобовых трав (козлятник восточный + клевер луговой и козлятник восточный + люцерна посевная) со злаковыми культурами. В результате проведенных исследований установлено, что наибольший урожай можно получить в травосмеси с кострцом безостым, овсяницей луговой и ежей сборной на посевах третьего года жизни — 29,7–32,9 т/га зеленой массы при соотношении бобовых и злаковых компонентов 70 + 45%. Повышение доли бобового компонента в агрофитоценозе с 45 до 75% способствовало увеличению бобовых в травостое до 63,4–69,7% и росту урожайности зеленой массы на 4,1–10,7 т/га [19].

В совместных посевах с участием трав, относящихся к разным биологическим группам, уменьшается напряжение (конкуренция) компонентов за экологические факторы существования. Благодаря равномерному распределению листовой массы по ярусам в смеси, по сравнению с чистыми посевами трав, увели-

чивается площадь общей ассимиляционной поверхности, отмечают Г.И. Демидась и соавторы [20]. В условиях лесостепи Украины они изучали влияние различных уровней минерального удобрения на формирование ассимиляционного аппарата бобовыми и бобово-злаковыми агрофитоценозами. Исследованиями установлено, что наибольшую площадь листового аппарата формировала травосмесь, которая состояла из люцерны посевной и костреца безостого на фоне $N_{90}P_{90}K_{120}$.

В экспериментах на опытном поле Красноярского государственного аграрного университета в 2010–2016 гг. смеси многолетних бобово-злаковых трав имели преимущество по продуктивности перед одновидовыми злаковым (тимopheевка) и бобовым (люцерна) контролями как при одноукосном, так и при двухукосном использовании на зеленую массу в межфазный период «выметывание – бутонизация». В первом укосе бобово-злаковые травы превосходили по урожайности зеленой массы, энергопродуктивности и сбору сухого вещества второй укос, за исключением люцерны и травосмеси костреца 65% + тимopheевка 30% + клевер 65%. При двухукосном использовании выделились по продуктивности костреца 65% + тимopheевка 30% + люцерны 65% и костреца 65% + тимopheевка 30% + эспарцет 65% [21].

В исследованиях Московского НИИ сельского хозяйства «Немчиновка» комплектование травосмесей на основе подбора видов, отличающихся темпами развития и соответственно сроками созревания, обеспечило увеличение урожайности в сравнении с одновидовыми посевами и традиционной бобово-злаковой смесью (клевер + тимopheевка) в среднем

на 22–43%, что повышало устойчивость полевого кормопроизводства. Возрастала и стабилизировалась на более высоком уровне ($K_f = 0,70–0,75$) азотфиксирующая способность бобовых видов. При общей за три года урожайности сухой надземной массы 20–25 т/га в вариантах чистого посева клевера лугового, двойных бобовых смесей с его участием, а также смесей клевер + тимopheевка, люцерны + тимopheевка и тройных смесей с участием люцерны и козлятника восточного в малый биологический круговорот было вовлечено азота: общего до 700–800 и симбиотически связанного до 500–600 кг/га. С пожнивно-корневыми остатками в почву поступало сухой органической массы до 10,5–18,5 т/га, а с ней фиксированного азота атмосферы — до 100–160 кг/га [22].

В Ярославской области изучали многокомпонентные травосмеси, включающие люцерну изменчивую сортов Луговая 67 и Пастбищная 88, ранние сорта клевера Марс и Трио и злаковые травы, при длительном многоукосном использовании травостоев. Установлено, что наиболее продуктивными при длительном использовании являются бобово-злаковые травостои, в состав которых входит люцерна изменчивая, обеспечивающая накопление биологического азота, и злаковые травостои при внесении ежегодно азотных удобрений ($N_{120–180}$). Для увеличения продуктивного долголетия (8–10 лет) целесообразно создавать люцерно-злаковые травостои (наряду с клеверо-злаковыми) на основе новых районированных сортов люцерны изменчивой [23].

18-летними исследованиями Н.Н. Лазарева и др. доказано [24], что люцерна изменчивая Пастбищная 88 на хорошо

окультуренной дерново-подзолистой почве способна сохранять продуктивное долголетие в течение 12 лет, обеспечивая при двукратном скашивании урожайность в одновидовых посевах и травосмесях 6–7 т/га сухого вещества. Продуктивное долголетие клевера лугового не превышает трех лет, поэтому его целесообразно включать в бобово-злаковые травосмеси как дополнительный компонент с другими бобовыми травами. Злаковый травостой с доминированием костреца безостого при ежегодном внесении N_{90} на 13–18-й годы пользования превосходит по урожайности бобово-злаковые травостои.

В исследованиях ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса экспериментально обоснованы перспективные бобово-злаковые травосмеси для ЦРНЗ РФ на основе райграса пастбищного и фестулолиума в сочетании с клевером ползучим, обеспечивающие производство 6,8–7,1 тыс. корм. ед./га с низкой себестоимостью (200–204 руб./100 корм. ед.) и накопление 97–100 кг/га биологического азота в среднем за семь лет пользования [25].

Изучение особенностей формирования кормовой, белковой и энергетической продуктивности трехкомпонентных травосмесей, основу которых составили сорта клевера лугового Марс, Дымковский, Витязь, клевера гибридного Йыгева и люцерны изменчивой Находка, а также злаковые травы тимофеевка луговая ВИК 9, овсяница луговая Сахаровская, ежа сборная Хлыновская и фестулолиум ВИК 90 показали, что они обеспечивают высокий выход кормовых единиц (4,6–7,5 тыс./га) и обменной энергии (10,4 МДж/га). Использование двух видов бобовых трав и третьего злакового

компонента в многовидовых смесях снижало их потребность в азоте, повышало кормовую ценность, улучшало направленность процессов брожения в силосе.

Представленные данные показывают, что продуктивность смешанных посевов клевера и люцерны изменчивой со злаковыми травами не ниже, а иногда и выше, чем одновидовых посевов. Компонентами таких смесей могут быть не только традиционные тимофеевка и овсяница, но также фестулолиум и райграссы. В отличие от теплолюбивого райграсса, для суровых условий Верхневолжья значительный интерес представляют смешанные посевы зимостойкого фестулолиума с такими бобовыми травами как клевер луговой и люцерна изменчивая, позволяющие получить сбалансированные корма высокого качества и улучшить плодородие почвы.

Но в Ивановской области характер формирования урожая в смешанных посевах, особенности годовых изменений состава и структуры поливидовых посевов, их продуктивное долголетие, в том числе и новой кормовой культуры фестулолиум, качество получаемой зеленой массы изучены недостаточно, что и послужило основанием для проведения исследований.

Цель исследований — изучить изменения состава и структуры травостоев в поливидовых посевах по годам пользования, их продуктивное долголетие, урожайность и качество различных смесей.

Материалы и методы исследований. Полевые опыты проводили на стационаре отдела кормопроизводства Ивановского НИИСХ на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, в пахот-

ном слое которой содержание органического вещества составляло 1,9%, подвижного фосфора и обменного калия — 240 и 175 мг/кг почвы соответственно. Реакция почвенного раствора была слабодиссоцирующей ($pH_{\text{сол.}}$ 5,5).

Закладка полевого опыта была проведена в 2015 г. Площадь делянки — 30 м². Повторность трехкратная. Размещение вариантов опыта систематическое. Варианты трав изучали на двух фонах минерального питания: контроль (без удобрений) и $N_{30}P_{60}K_{90}$. Фосфорно-калийные удобрения вносили единовременно перед закладкой опыта, азотные подкормки — ежегодно в начале вегетации только под первый укос, известкование не проводили.

Многолетние травы сеяли беспорядочно, рядовым способом, в сроки посева ранних яровых культур. Полная норма высева клевера лугового сорта Дымковский составила 8,0 млн/га всхожих семян, люцерны изменчивой сорта Вега 87 — 8,0, овсяницы луговой сорта Краснопоимская 92 — 12,0, тимopheевки луговой сорта ВИК 9 — 10,0, райграса многоукосного сорта Витязь — 7,0, фестулолиума сорта ВИК 90 — 6,0 млн/га всхожих семян. Норма высева компонентов в бобово-злаковых травосмесях составляла 50% от полной нормы высева трав в одновидовых посевах. Подробная схема опытов представлена в таблице 1. Многолетние травы в течение вегетации скашивали два раза. Первый укос бобовых и смешанных посевов проводили в фазу бутонизации бобовых трав, злаковых — колошения — начало цветения. Второй — за 35 дней до наступления устойчивых заморозков по мере формирования укосной спелости. В исследованиях использовали методики Б.А. Доспе-

хова (1985) и ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса (1987). Зоотехнический анализ проб проводили по ГОСТ 31675-2012, 13496.4-93, 13496.15-97, 26226-95, 27978-88, 51038-97. Содержание переваримого протеина определяли с учетом коэффициента переваримости сырого протеина, БЭВ и кормовые единицы — расчетным путем. Погодные условия в годы проведения исследований складывались по-разному: 2015 г. оказался очень контрастным — от значительного избытка влаги в конце июня и начале июля, до ее недостатка в первой–второй декадах июня и в августе, 2016 г. в целом был благоприятным, 2017 — прохладным и дождливым, 2018 г. характеризовался повышенным температурным режимом на фоне недостаточного количества осадков, за исключением июля и сентября, а в 2019 г. первый укос формировался при высокой среднесуточной температуре мая и июня (на 3,3 и 1,8 °C выше среднемноголетней) и нехватке осадков в мае (на 20,2 мм меньше среднемноголетней), а второй — в условиях нехватки тепла и избытка осадков, особенно в июле.

Результаты исследований и их обсуждение. Большое значение при создании надежной и прочной кормовой базы имеет знание характера изменения состава и структуры компонентов в смешанных посевах, их взаимное влияние друг на друга, продуктивное долголетие. С учетом такого изучения можно конструировать долголетние травостои на дерново-подзолистых почвах, способные формировать высокие урожаи полноценной кормовой массы. Особенно перспективно изучение видового состава поливидовых посевов, характер взаимодействия компонентов на наших почвах

с учетом их низкого потенциального плодородия и не очень благоприятных агрохимических и физических свойств.

В четырехлетних исследованиях на стационаре института изучена динамика изменения плотности травостоя, ботанический состав, характер формирования урожая, качество кормовой массы. Установлено, что наивысшая плотность травостоя клевера отмечена на второй год хозяйственного использования — 490 шт. стеблей на 1 м² на контроле и 536 шт. — на фоне минерального питания в среднем в смешанных посевах с его участием, затем его плотность резко снижается (табл. 1, 2; рис. 1, 2). У люцерны изменчивой наблюдали иные закономерности. На второй год пользования плотность составила: на контроле 553, на фоне минерального питания — 641 стеблей/м², на четвертый год она снизилась незначительно: на 15% (470 стеблей/м²) и 16,7% (534) соответственно. Выраженное сни-

жение ее густоты в 2018 г. связано с неблагоприятными погодными условиями периода вегетации, когда наблюдалась повышенная температура при недостаточном количестве осадков, а в 2019 г. ее густота почти восстановилась, в отличие от клевера.

Резкое снижение плотности травостоя на обоих фонах происходит почти у всех злаковых культур на четвертый год хозяйственного пользования, наиболее заметно у райграса и фестулолиума, у которых остались единичные растения.

Улучшение условий минерального питания значительно увеличило плотность стеблестоя злаковых трав, наиболее существенно у райграса (на 52–111%) и тимофеевки (на 31–70%) в среднем по годам.

У фестулолиума и овсяницы изменения были менее значительными — количество стеблей возросло у овсяницы на 24–38%, у фестулолиума на 18–39%.

1. Динамика плотности травостоя смешанных посевов, шт. стеблей/м², контроль

Вариант опыта	2016 г.			2017 г.			2018 г.			2019 г.		
	Все-го	Бобовые	Злаковые	Все-го	Бобовые	Злаковые	Все-го	Бобовые	Злаковые	Все-го	Бобовые	Злаковые
К + Т	611	422	189	998	548	450	564	112	452	116	68	48
К + О	1128	567	561	1394	378	982	1110	186	924	448	80	368
К + Р	979	564	415	981	538	418	620	234	386	80	80	—
К + Ф	987	532	455	1310	496	770	868	196	672	96	64	32
Л + Т	655	184	471	932	564	368	516	246	270	476	428	48
Л + О	1015	167	848	1087	537	575	956	428	528	372	228	144
Л + Р	848	179	669	945	568	377	654	276	378	480	480	—
Л + Ф	1076	173	903	1177	541	636	828	294	534	552	552	—

Примечание.

К — клевер, Л — люцерна, Т — тимофеевка, О — овсяница, Р — райграсс, Ф — фестулолиум.

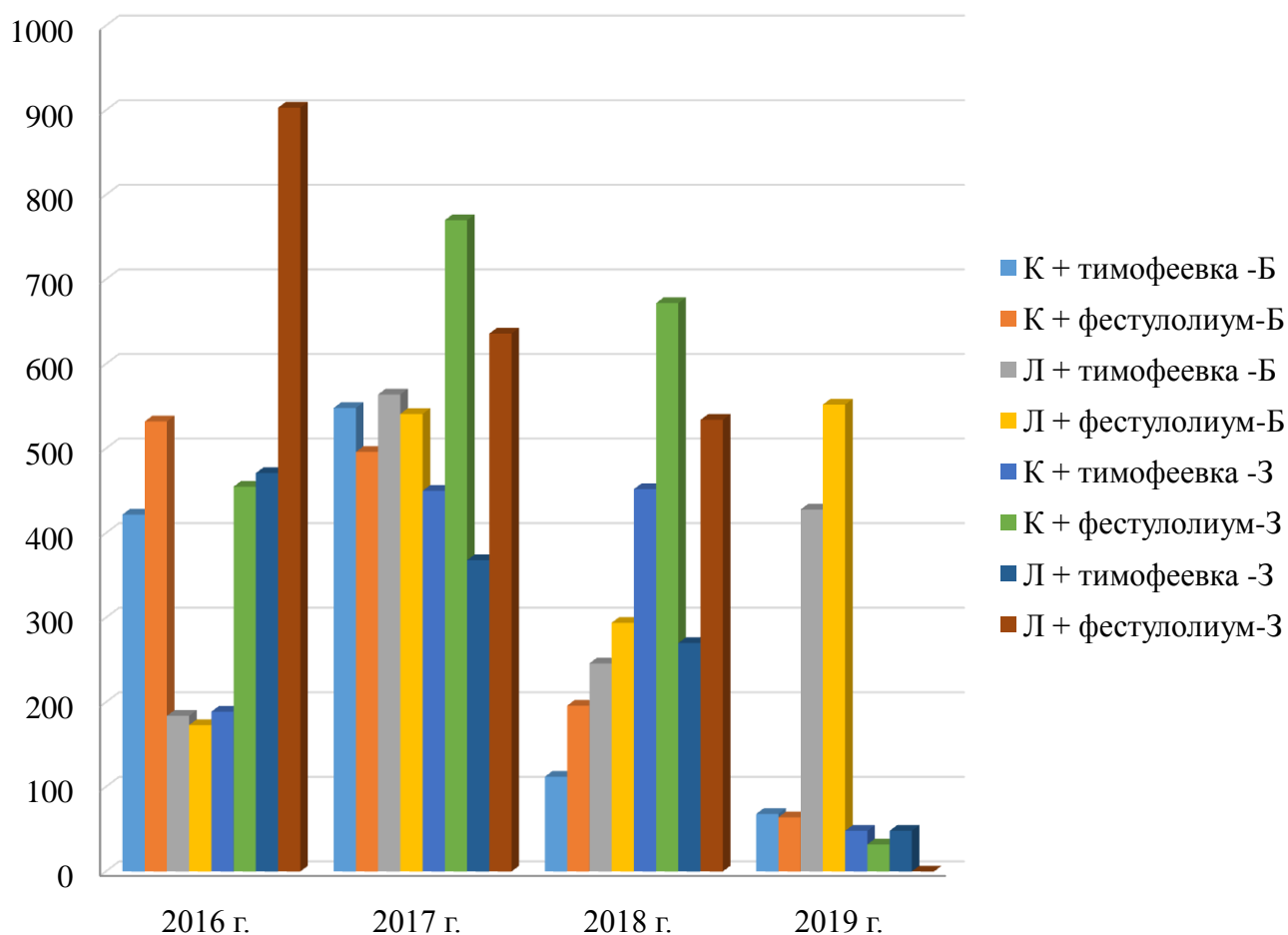


Рис. 1. Плотность травостоев, контроль

2. Динамика плотности травостоя смешанных посевов, шт. стеблей/м², НРК

Вариант опыта	2016 г.			2017 г.			2018 г.			2019 г.		
	Все-го	Бобо-вые	Злако-вые	Все-го	Бобо-вые	Злако-вые	Все-го	Бобо-вые	Злако-вые	Все-го	Бобо-вые	Злако-вые
К + Т	728	418	310	1151	628	523	724	108	616	80	12	68
К + О	1066	435	631	1578	412	1200	1030	102	928	184	20	164
К + Р	972	415	557	1248	563	710	994	170	824	72	40	32
К + Ф	1144	425	719	1510	540	1014	1170	164	1006	32	32	—
Л + Т	762	205	557	1216	669	547	880	268	612	528	472	56
Л + О	1313	192	1121	1692	582	1110	1312	242	1070	728	372	356
Л + Р	1148	225	923	1214	710	504	1222	430	792	368	368	—
Л + Ф	1094	205	889	1548	604	944	1044	316	728	512	512	—

Примечание.

К — клевер, Л — люцерна, Т — тимopheевка, О — овсяница, Р — райграс, Ф — фестулолиум.

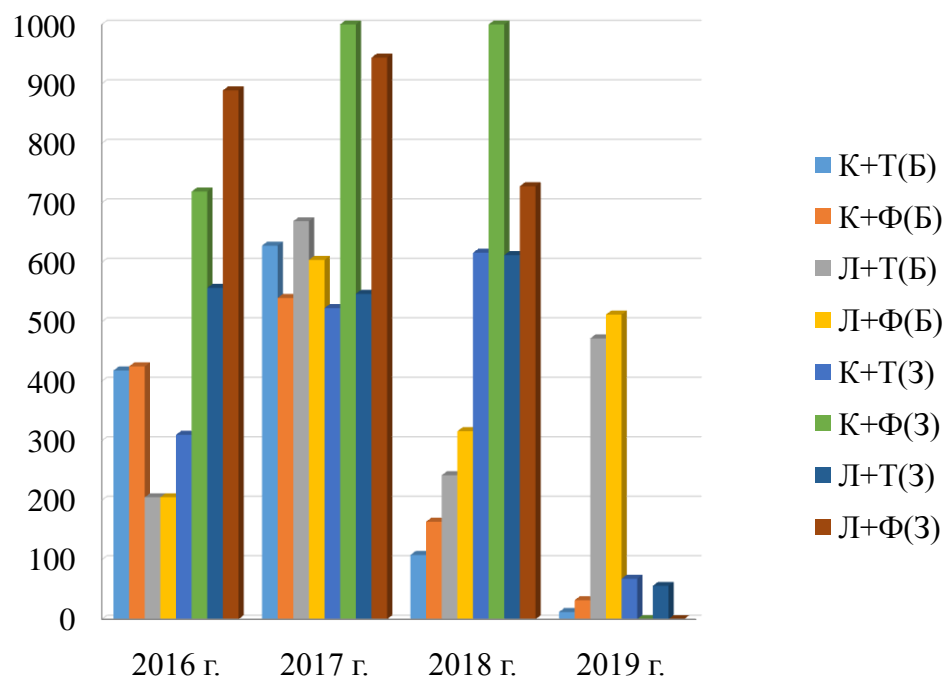


Рис. 2. Плотность травостоя, NPK

Наблюдения за ботаническим составом смешанных посевов показали, что максимальная доля клевера отмечена в первый год хозяйственного пользования — 75,1% в среднем по вариантам на контроле и 63,1% на фоне минерального питания (табл. 3, 4), затем по годам она снижалась и к четвертому году составила соответственно 26 и 15%.

У люцерны изменчивой, напротив, удельный вес увеличился с 43% на контроле и 35,2% на фоне минерального питания в первый год пользования до 85,5 и 80,5% соответственно к четвертому году.

Значительного влияния минерального удобрения на ботанический состав бобовых трав не отмечено.

3. Ботанический состав смешанных травостоев, %, контроль

Вариант опыта	2016 г.			2017 г.			2018 г.			2019 г.		
	Бобовые	Злаковые	Разнотравье	Бобовые	Злаковые	Разнотравье	Бобовые	Злаковые	Разнотравье	Бобовые	Злаковые	Разнотравье
К + Т	81,2	17,9	0,9	62,2	32,7	5,1	36	45	19	24	17	59
К + О	70,9	28,0	1,1	45,1	52,4	2,5	38	54	8	23	60	17
К + Р	76,6	22,5	0,9	68,1	23,0	8,9	55	24	21	34	—	66
К + Ф	71,8	27,8	0,4	56,9	40,5	2,6	40	50	10	23	14	63
Л + Т	45,9	51,7	2,4	62,6	32,5	4,9	53	39	8	82	13	5
Л + О	38,1	58,8	3,1	57,1	36,4	6,5	62	34	4	76	7	17
Л + Р	44,9	54,3	0,8	67,5	22,4	10,1	62	22	16	88	—	12
Л + Ф	34,8	62,5	2,7	57,8	37,4	4,8	57	30	13	96	—	4

Примечание.

К — клевер, Л — люцерна, Т — тимофеевка, О — овсяница, Р — райграс, Ф — фестулолиум.

4. Ботанический состав смешанных травостоев, %, NPK

Вариант опыта	2016 г.			2017 г.			2018 г.			2019 г.		
	Бобовые	Злаковые	Разнотравье	Бобовые	Злаковые	Разнотравье	Бобовые	Злаковые	Разнотравье	Бобовые	Злаковые	Разнотравье
К + Т	71,0	28,1	0,9	62,7	33,3	4,0	25	62	13	10	24	66
К + О	60,3	39,0	0,7	44,1	54,0	1,9	23	76	1	15	25	60
К + Р	62,6	37,1	0,3	65,0	29,7	5,3	30	56	14	21	20	59
К + Ф	58,3	41,3	0,4	54,7	44,0	1,3	25	52	23	14	—	86
Л + Т	46,5	49,9	3,6	58,9	36,6	4,5	46	31	23	76	5	19
Л + О	26,0	70,2	3,8	46,5	48,5	5,0	27	71	2	71	15	14
Л + Р	32,6	65,0	2,4	69,0	22,6	8,4	71	20	9	82	—	18
Л + Ф	35,8	60,1	4,1	54,1	41,1	4,8	66	23	11	93	—	7

Примечание.

К — клевер, Л — люцерна, Т — тимофеевка, О — овсяница, Р — райграс, Ф — фестулолиум.

Ботанический состав злаковых трав менялся не только по годам, но и в зависимости от состава травосмеси. В смешанных посевах с клевером, как на контроле, так и на фоне минерального питания, удельный вес злаковых трав возрастал от первого года пользования к третьему, достигнув на третий год максимального значения — 43,3% на контроле и 61,5% на фоне минерального питания в среднем по вариантам, в дальнейшем снижался до 17,2–22,8%. В поливидовых посевах злаковых трав с люцерной максимальная доля злакового компонента отмечена в первый год пользования — 56,8% на контроле и 61,3% на фоне минерального питания, на второй и третий годы наблюдалось снижение участия злаковых трав в структуре посевов до 31,2 и 36,2%, а на четвертый год — до 5%.

Содержание разнотравья в смешан-

ных посевах увеличивалось по мере старения посевов. Так, в смешанных посевах с клевером доля разнотравья увеличилась значительно: с 0,6–0,8% в первый год пользования до 51,3–67,8% на четвертый; с люцерной — менее существенно: с 2,3–3,5% до 9,5–14,5% соответственно в среднем по вариантам. Такая динамика структуры поливидовых посевов во многом объясняется тем, что клевер на третий, тем более на четвертый год сильно выпадет, в отличие от люцерны, посевы которой, наоборот, загущаются, и пустующие площади занимает разнотравье.

Устойчивой закономерности изменения ботанического состава в зависимости от минерального питания не установлено.

Годовые изменения состава травосмесей оказали влияние и на их урожайность и качество (табл. 5, 6).

5. Урожайность и питательная ценность многолетних трав и травосмесей (2016–2019 гг.), контроль

Вариант опыта	Урожай- ность зеленой массы, т/га	Сбор СВ, т/га	Выход корм. ед., тыс./га	Сбор пере- варимого протеина, кг/га	Переваримо- го протеина в 1 корм. ед., г	Сахаропро- теиновое отношение
Тимофеевка луговая	13,1	3,59	2,66	196	73,6	0,81
Овсяница луговая	15,8	4,24	3,01	219	72,9	1,00
Райграс многоукосный	10,9	2,75	2,37	148	62,6	2,09
Фестулолиум	15,1	3,60	2,98	189	63,3	1,90
Клевер луговой	39,3	5,34	5,07	663	131	0,44
Люцерна изменчивая	46,2	9,20	7,56	1321	175	0,19
Клевер + тимофеевка	36,2	6,00	5,21	572	109	0,48
Клевер + овсяница	40,2	6,18	5,57	605	109	0,56
Клевер + райграс	40,0	6,02	5,56	612	114	0,60
Клевер + фестулолиум	40,3	6,49	5,83	654	112	0,75
Люцерна + тимофеевка	39,3	8,41	6,71	984	144	0,35
Люцерна + овсяница	35,8	7,78	6,04	810	134	0,38
Люцерна + райграс	38,4	8,14	6,73	996	145	0,49
Люцерна + фестулолиум	42,9	9,29	7,65	1103	140	0,57

На контроле наиболее высокие показатели продуктивности обеспечили смеси клевера и люцерны с фестулолиумом — соответственно 6,49 и 9,29 т/га сухого вещества, 5,83 и 7,65 тыс./га кормовых единиц, 654 и 1103 кг/га переваримого протеина. Обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином была чуть выше нормы у клевера с фестулолиумом и значительно выше у люцерны с фестулолиумом, тогда как сахаропротеиновое отношение приближалось к норме лишь у клевера с фестулолиумом. Из-за снижения плотности травостоев злаковых культур по мере старения посевов, снижалось сахаропротеиновое отношение. Так, если в 2017 г. сахаропротеиновое отношение в смешанных клеверо-фестулолиумных посевах составило 0,92, т. е. соответствовало нор-

ме, то к 2019 г. оно снизилось до 0,59, а в люцерно-фестулолиумных — с 0,68–0,70 до 0,16.

На фоне минерального питания наблюдались аналогичные закономерности, за исключением того, что минеральные удобрения значительно увеличили продуктивность отзывчивых на их внесение злаковых культур, в среднем на 45%. В смешанных бобово-злаковых травосмесях внесение удобрений не оказало существенного влияния на продуктивность, сборы сухого вещества выросли лишь на 16–18%. Сахаропротеиновое отношение находилось в норме только у травосмесей клевера с райграсом и фестулолиумом (0,88 и 0,82). В смешанных посевах с люцерной из-за преобладания в них бобового компонента оно было ниже нормы на 0,21–0,23 пункта.

**6. Урожайность и питательная ценность многолетних трав и травосмесей
(2016–2019 гг.), N₃₀P₆₀K₉₀**

Вариант опыта	Урожай- ность зеленой массы, т/га	Сбор СВ, т/га	Выход корм. ед., тыс./га	Сбор пере- варимого протеина, кг/га	Перевари- мого протеина в 1 корм. ед., г	Сахаропро- теиновое отношение
Тимофеевка луговая	19,8	5,42	4,23	330	78,1	0,95
Овсяница луговая	21,5	5,70	4,28	302	70,5	1,21
Райграс многоукосный	16,4	4,13	3,72	239	64,1	2,09
Фестулолиум	22,9	5,46	4,64	309	66,6	1,99
Клевер луговой	43,4	5,69	5,52	723	131	0,29
Люцерна изменчивая	48,6	9,74	8,29	1428	172	0,19
Клевер + тимофеевка	40,0	7,14	6,31	678	102	0,64
Клевер + овсяница	39,7	7,45	6,32	621	94	0,78
Клевер + райграс	39,8	7,01	6,58	665	101	0,88
Клевер + фестулолиум	43,5	7,60	6,94	690	106	0,82
Люцерна + тимофеевка	43,8	9,47	7,86	1120	141	0,35
Люцерна + овсяница	46,7	9,90	7,91	956	121	0,56
Люцерна + райграс	46,7	9,61	8,29	1177	141	0,59
Люцерна + фестулолиум	47,9	9,89	8,73	1160	132	0,57

Закключение. Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что наивысшая плотность травостоя клевера наблюдается на второй год хозяйственного использования — 490 шт. стеблей/м² на контроле и 536 — на фоне минерального питания в среднем в смешанных посевах с его участием, затем его плотность резко снижается, а у люцерны изменчивой во все годы наблюдений плотность оставалась высокой. У злаковых трав резкое снижение плотности происходит на обоих фонах на четвертый год хозяйственного использования, наиболее заметно у райграса и фестулолиума, у которых остаются единичные растения, минеральные удобрения увеличивают плотность их травостоя от 31 до 111%.

При изучении ботанического состава смешанных посевов с клевером установ-

лено, что его доля в посевах снижается от первого года пользования к четвертому от 63,1–75,1% до 15–26%, а у люцерны изменчивой, напротив, увеличивается с 35,2–43,0% до 80,5–85,5%.

Ботанический состав злаковых трав менялся по годам и в зависимости от состава травосмеси. В смешанных посевах с клевером удельный вес их возрастал от первого года пользования к третьему до 43,3% на контроле и 61,5% на фоне минерального питания, в дальнейшем снижался до 17,2–22,8%, а с люцерной снижался с 56,8% на контроле и 61,3% на фоне минерального питания до 31,2 и 36,2% на второй и третий год и до 5% на четвертый. В целом, содержание разнотравья в смешанных посевах увеличивалось по мере их старения.

Наиболее высокие показатели продуктивности обеспечивают смеси клеве-

ра и люцерны с фестулолиумом — соответственно 6,49 и 9,29 т/га сухого вещества, 5,83 и 7,65 тыс./га кормовых единиц, 654 и 1103 кг/га переваримого протеина на контроле и 7,6, 6,94, 690 и 9,89, 8,73, 1160 соответственно на фоне минерального питания. Обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином в смеси с клевером соответствовала норме — 106–112 г, а с люцерной была значительно выше ее — 132–140 г.

По мере старения посевов, из-за снижения плотности травостоев злаковых культур и увеличения доли бобовых, особенно в вариантах с люцерной, снижалось сахаропротеиновое отношение. В смешанных посевах, на контроле, близким к норме было сахаропротеиновое отношение у клевера с фестулолиумом — 0,75, на фоне минерального питания — у клевера с фестулолиумом и райграсом — 0,82 и 0,88 соответственно.

Литература

1. Бобылев В.С. Факторы, влияющие на подбор компонентов травосмеси многолетних трав // Вестник Курской ГСХА. – 2012. – № 9. – С. 41–42.
2. Крамаренко М.В. Влияние динамики содержания бобовых трав в урожайной массе на продуктивность многолетних бобово-злаковых травосмесей длительного использования // Известия Оренбургского ГАУ. – 2015. – 3 (53). – С. 61–62.
3. Дьяченко В.В., Дронов А.В., Дьяченко О.В. Высокоурожайные бобово-мятликовые травосмеси для агроклиматических условий юго-западной части Центрального региона // Земледелие. – 2016. – № 7. – С. 31–35.
4. Храмой В.К., Ивасюк Е.В. Продуктивность люцерны изменчивой в чистом виде и смешанных посевах при двух- и трехукосном использовании // Кормопроизводство. – 2013. – № 3. – С. 14–15.
5. Головня А.И., Разумейко Н.И. Сравнительная кормовая продуктивность бобовых трав и их смесей со злаковыми в экспериментальных погодных условиях // Кормопроизводство. – 2012. – № 4. – С. 10–12.
6. Шаповалов В.Ф., Белоус Н.М., Малявко Г.П., Харкевич Л.П., Меркелов О.А. Продуктивность одновидовых и смешанных посевов многолетних трав, возделываемых в условиях радиоактивного загрязнения // Кормопроизводство. – 2015. – № 5. – С. 17
7. Тойгильдин А.Л., Солнцева О.В., Тойгильдина И.А. Модели смешанных посевов многолетних трав для лесостепи Поволжья // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2015. – № 4 (32). – С. 52–57.
8. Варламов В.А. Агробиологическое обоснование формирования высокопродуктивных смешанных агрофитоценозов многолетних и однолетних кормовых культур в лесостепи Среднего Поволжья : монография. – Пенза, 2008. – 226 с.
9. Посыпанов Г.С. Биологический азот. Проблемы экологии и растительного белка : монография. – М. : ИНФРА-М, 2017. – 251 с.
10. Ковалев Ю.Н. Кормопроизводство. – М. : Издательский центр «Академия», 2004. – 240 с.
11. Kohoutek A., Odstreilova V., Komarek P., Nerusil P. Persistence and production ability of *Dactylis glomerata* L., *Dactylis polygama* Horvat, *Festuca arundinacea* L. and genus hybrids in 1986–2003 // Grassland Science in Europe. – 2004. – № 9. – P. 422–424.
12. Мухина Н.А., Шутова З.П., Кириллов Ю.И. Кормовая база Нечерноземья. – Л. : Колос, Ленингр. отд. – 1980. – 248 с.
13. Лазарев Н.Н., Куренкова Е.М., Садовский А.Н. Урожайность люцерно-тимофеечных травосмесей в зависимости от способов обработки почвы, известкования и кратности скашивания // Кормопроизводство. – 2011. – № 3. – С. 16–18.

14. Шайкова Т.В., Баева В.С., Рогозина Н.С. Бобово-злаковые травосмеси с участием фестулолиума // Известия Великолукской ГСХА. – 2016. – № 4. – С. 25–28.
15. Тяпугин Е.А., Коновалова Н.Ю., Калабахин П.Н., Коновалова С.С. Продуктивность фестулолиума в чистых и смешанных посевах в условиях Европейского Севера России // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – № 5. – С. 24–27.
16. Фигурин В.А., Кислицына А.П. Продуктивность и питательная ценность травосмесей фестулолиума с разнопоспевающими сортами клевера лугового // Кормопроизводство. – 2019. – № 5. – С. 18–22.
17. Коновалова Н.Ю., Коновалова С.С. Возделывание бобово-злаковых травосмесей в условиях Европейского Севера России // Молочнохозяйственный вестник. – 2015. – № 3. – С. 66–73.
18. Гасиев В.И. Сравнительная оценка продуктивных посевов многолетних трав в предгорной зоне РСО Алания // Научная жизнь. – 2018. – № 12. – С. 58–62.
19. Магомедов К.Г., Бербекова Н.В. Смешанный посев и продуктивность многолетних трав // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 12 (118). – С. 10–14.
20. Демидасъ Г.И., Коваленко В.П., Демцюра Ю.В. Формирование листового аппарата люцерной посевной и бобово-злаковыми агрофитоценозами в зависимости от их состава и уровня минерального удобрения в Лесостепи Украины // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 2 (120). – С. 8–12.
21. Байкалова Л.П., Кривоногова Д.В., Машанов А.И. Влияние видового состава многолетних трав на отавность сенокосных травосмесей // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – № 11. – С. 22–25.
22. Конончук В.В., Штырхунов В.Д., Благовещенский Г.В., Тимошенко С.М., Назарова Т.О., Соболев С.В. Урожайность, азотфиксирующая способность многолетних трав различного видового состава и поступление симбиотически связанного азота в малый биологический круговорот в Центральном Нечерноземье // Агрохимия. – 2019. – № 1. – С. 48–57.
23. Сабитов Г.А., Мазуровская Д.Е., Косоуров Д.А., Иванова С.А. Продуктивность многокомпонентных травостоев при длительном использовании // Вестник АПК Верхневолжья. – 2015. – № 4. – С. 26–8.
24. Лазарев Н.Н., Мерзлая Г.Е., Стародубцева А.М. Продуктивное долголетие злаковых и бобовых трав в зависимости от кратности скашивания и удобрения // Плодородие. – 2017. – № 3 (96). – С. 13–15.
25. Проворная Е.Е., Седова Е.Г. Перспективные клеверо-райграсовые травостои для пастбищ // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: сб. трудов междунар. науч.-практ. конф. – М., 2011. – С. 76–83.
26. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М., 1985. – 351 с.
27. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – 2-е изд. – М.: ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 1987. – 197 с.

References

1. Bobylev V.S. Faktory, vliyayushchiye na podbor komponentov travosmesi mnogoletnikh trav [Factors influencing the selection of the components of mixtures of perennial grasses]. *Vestnik Kurskoy GSKHA [Bulletin of Kursk State Agricultural Academy]*, 2012, no. 9, pp. 41–42.
2. Kramarenko M.V. Vliyaniye dinamiki soderzhaniya bobovykh trav v urozhaynoy masse na produktivnost' mnogoletnikh bobovo-zlakovykh travosmesey dlitel'nogo ispol'zovaniya [Influence of dynamics of the content of legumes in the crop mass on the productivity of perennial legume-grass mixtures long-term use]. *Izvestiya Orenburgskogo GAU [Bulletin of the Orenburg State Agrarian University]*, 2015, no. 3 (53), pp. 61–62.
3. Dyachenko V.V., Dronov A.V., Dyachenko O.V. Vysokourozhaynyye bobovo-myatlikovyey travosmesi dlya agroklimaticheskikh usloviy yugo-zapadnoy chasti Tsentral'nogo regiona [High-

- yielding legume -bluegrass grass mixtures for agroclimatic conditions of the southwestern part of the Central region]. *Zemledeliye [Agriculture]*, 2016, no. 7, pp. 31–35.
4. Khramoy V.K., Ivasyuk E.V. Produktivnost' lyutserny izmenchivoy v chistom vide i smeshannykh posevakh pri dvukh- i trekhukosnom ispol'zovanii [Productivity of alfalfa variable in pure and mixed sowings with two- and three-cut use]. *Kormoproizvodstvo [Fodder production]*, 2013, no. 3, pp. 14–15.
 5. Golovnya A.I., Razumeyko N.I. Sravnitel'naya kormovaya produktivnost' bobovykh trav i ikh smesey so zlakovymi v eksperimental'nykh pogodnykh usloviyakh [Comparative forage productivity of legumes and their mixtures with cereal in the experimental weather conditions]. *Kormoproizvodstvo [Fodder production]*, 2012, no. 4, pp. 10–12.
 6. Shapovalov V.F., Belous N.M., Malyavko G.P., Kharkevich L.P., Merkelov O.A. Produktivnost' odnovidovykh i smeshannykh posevov mnogoletnikh trav, vozdeleyvayemykh v usloviyakh radioaktivnogo zagryazneniya [The productivity of single-species and mixed sowings of perennial grasses, cultivated in conditions of radioactive contamination]. *Kormoproizvodstvo [Fodder production]*, 2015, no. 5, pp. 17
 7. Toygildin A.L., Solntseva O.V., Toygildina I.A. Modeli smeshannykh posevov mnogoletnikh trav dlya lesostepi Povolzh'ya [Models of mixed crops of perennial grasses for forest-steppe of the Volga region]. *Vestnik Ul'yanovskoy GSKHA [Bulletin of Ulyanovsk State Agricultural Academy]*, 2015, no. 4 (32), pp. 52–57.
 8. Varlamov V.A. Agrobiologicheskoye obosnovaniye formirovaniya vysokoproduktivnykh smeshannykh agrofytotsenozov mnogoletnikh i odnoletnikh kormovykh kul'tur v lesostepi Srednego Povolzh'ya: monografiya [Agrobiological substantiation of formation of highly productive mixed agrophytocenoses of perennial and annual forage crops in forest-steppe of the Middle Volga region: monograph]. Penza, 2008, 226 p.
 9. Posypanov G.S. Biologicheskiiy azot. Problemy ekologii i rastitel'nogo belka: monografiya [Biological nitrogen. Problems of ecology and plant protein: monograph]. Moscow, INFRA-M Publ., 2017, 251 p.
 10. Kovalev Yu.N. Kormoproizvodstvo [Fodder Production]. Moscow, Publishing center "Academiya", 2004, 240 p.
 11. Kohoutek A., Odstrcilova V., Komarek P., Nerusil P. Persistence and production ability of *Dactylis glomerata* L., *Dactylis polygama* Horvat, *Festuca arundinacea* L. and genus hybrids in 1986–2003. *Grassland Science in Europe*, 2004, no. 9, pp. 422–424.
 12. Mukhina N.A., Shutova Z.P., Kirillov Yu.I. Kormovaya baza Nechernozem'ya [Forage base of Non-Black Earth Region]. Leningrad, Kolos Publ., 1980, 248 p.
 13. Lazarev N.N., Kurenkova E.M., Sadowskiy A.N. Urozhaynost' lyutserno-timofeyechnykh travosmesey v zavisimosti ot sposobov obrabotki pochvy, izvestkovaniya i kratnosti skashivaniya [The productivity of herbal mixtures of alfalfa and timothy, depending on the methods of tillage, liming and amount mowing]. *Kormoproizvodstvo [Fodder production]*, 2011, no. 3, pp. 16–18.
 14. Shaikova T.V., Baeva S.V., Rogozina N.S. Bobovo-zlakovyye travosmesi s uchastiyem festuloliuma [Legume-cereal herbal mixtures with the participation of festulolium]. *Izvestiya Velikolukskoy GSKHA [News of the Velikiye Luki State Agricultural Academy]*, 2016, no. 4, pp. 25–28.
 15. Tyapugin E.A., Konovalova N.Yu., Kalabashin P.N., Konovalova S.S. Produktivnost' festuloliuma v chistyykh i smeshannykh posevakh v usloviyakh Yevropeyskogo Severa Rossii [Festulolium productivity in pure and mixed crops in the conditions of the European North of Russia]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK [Achievements of science and technology AIC]*, 2017, no. 5, pp. 24–27.
 16. Figurin V.A., Kislitsyna A.P. Produktivnost' i pitatel'naya tsennost' travosmesey festuloliuma s raznopolospevayushchimi sortami klevra lugovogo [Productivity and nutritional value of festulolium grass mixtures with different ripening varieties of red clover]. *Kormoproizvodstvo [Fodder production]*, 2019, no. 5, pp. 18–22.

17. Konovalova N.Yu., Konovalova S.S. Vozdelyvaniye bobovo-zlakovykh travosmesey v usloviyakh Yevropeyskogo Severa Rossii [The cultivation of legume-cereals herbal mixtures in the European North of Russia]. *Molochnokhozyaistvenny Vestnik* [The Dairy Farming Bulletin], 2015, no. 3, pp. 66–73.
18. Gasiev V.I. Sravnitel'naya otsenka produktivnykh posevov mnogoletnikh trav v predgornoy zone RSO Alaniya [Comparative evaluation of perennial grasses productive in the foothill zone of North Ossetia Alania]. *Nauchnaya zhizn'* [Scientific Life], 2018, no. 12, pp. 58–62.
19. Magomedov K.G., Berbekova N.V. Smeshanny posev i produktivnost' mnogoletnikh trav [Mixed sowing and productivity of perennial grasses]. *Agrarnyy vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], 2013, no. 12 (118), pp. 10–14.
20. Demidas G.I., Kovalenko V.P., Demtsyura Yu.V. Formirovaniye listovogo apparata lyutsernoy posevnoy i bobovo-zlakovymi agrofitotsenozami v zavisimosti ot ikh sostava i urovnya mineral'nogo udobreniya v Lesostepi Ukrainy [Formation of the leaf apparatus of alfalfa seed and legume-cereal agrophytocenoses depending on their composition and level of mineral fertilizer in the Forest-Steppe of Ukraine]. *Agrarnyy vestnik Urala* [Agrarian Bulletin of the Urals], 2014, no. 2 (120), pp. 8–12.
21. Baykalova L.P., Krivonogova D.V., Mashanov A.I. Vliyaniye vidovogo sostava mnogoletnikh trav na otavnost' senokosnykh travosmesey [The influence of the species composition of perennial grasses on second growth of hay grass mixtures]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology AIC], 2017, no. 11, pp. 22–25.
22. Kononchuk V.V., Shtyrkhunov V.D., Blagoveshchensky G.V., Timoshenko S.M., Nazarova T.O., Sobolev S.V. Urozhaynost', azotfiksiruyushchaya sposobnost' mnogoletnikh trav razlichnogo vidovogo sostava i postupleniye simbioticheskoy svyazannogo azota v malyy biologicheskiy krugovorot v Tsentral'nom Nechernozem'ye [Productivity, nitrogen-fixing ability of perennial grasses of different species composition and the input of symbiotically bound nitrogen into a small biological cycle in the Central Non-Chernozem region]. *Agrokhimiya* [Agrochemistry], 2019, no. 1, pp. 48–57.
23. Sabitov G.A., Mazurovskaya D.E., Kosourov D.A., Ivanova S.A. Produktivnost' mnogokomponentnykh travostoyev pri dlitel'nom ispol'zovanii [Productivity of multicomponent grass stands during prolonged use]. *Vestnik APK Verkhnevolzh'ya* [Bulletin of agrarian and industrial complex of the Upper Volga region], 2015, no. 4, pp. 26–28.
24. Lazarev N.N., Merzlaya G.E., Starodubtseva A.M. Produktivnoye dolgoletniye zlakovykh i bobovykh trav v zavisimosti ot kratnosti skashivaniya i udobreniya [Productive longevity of cereal and legumes herbs, depending on the frequency of mowing and fertilizing]. *Plodorodiye* [Fertility], 2017, no. 3 (96), pp. 13–15.
25. Provornaya E.E., Sedova E.G. Perspektivnyye klevero-raygrasovyye travostoi dlya pastbishch [Prospective clover-ryegrass herbage for pasture]. *Mnogofunktsional'noye adaptivnoye kormoproizvodstvo* [Multifunctional adaptive fodder production: Proc. Int. scientific-practical Conf.]. Moscow, 2011, pp. 76–83.
26. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta [Methods of field experience]. Moscow, 1985, 351 p.
27. Metodicheskiye ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turam [Methodical instructions for conducting field experiments with fodder crops]. Moscow, V.R. Williams Research Institute of fodder Publ., 1987, 197 p.