

Влияние ускоренного перезалужения пойменного луга на водный и пищевой режимы, продуктивность многолетних трав

А. П. Еряшев^{1✉}, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры «Технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции»

А. М. Гурьянов², доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор

¹ФГБОУ ВО Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева

430005, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Большевикская, д. 68. ✉kafedra tprrp@agro.mrsu.ru

²Мордовский НИИСХ – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока

430904, Российская Федерация, Республика Мордовия, г. Саранск, п. Ялга ул. Пионерская, д. 5.

Резюме. Улучшение природных кормовых угодий является одним из резервов повышения производства растительного белка. Увеличение их продуктивности основывается на обеспечении луговых трав прежде всего азотом. В луговодстве основой в использовании биологического азота служат сеяные бобово-злаковые травостои. Для каждой агро-почвенно-климатической зоны необходимо выявить целесообразные соотношения бобовых и злаковых трав. Цель исследований – выявление динамики продуктивной влаги, нитратов, аммонийного азота в пахотном слое почвы; продуктивности, азотфиксации, сбора сухого вещества и обменной энергии бобовых многолетних трав при ускоренном перезалужении пойменного луга. Опыт был заложен в 2018 г. в пойме реки Тавла Республики Мордовия по следующей схеме: 1. Пойменный луг (контроль) 2. Ускоренное перезалужение с посевом: 2,1 – тимopheевка луговая без удобрений; 2,2 – тимopheевка + P₈₀K₁₀₀ (Фон); 2,3 – тимopheевка + N₉₀ + N₆₀ + Фон; 2,4 – тимopheевка + люцерна + Фон; 2,5 – тимopheевка + козлятник + Фон; 2,6 – люцерна + Фон; 2,7 – козлятник + Фон. В среднем за годы исследований к моменту формирования укосной спелости трав в первом и втором укосах наименьшее содержание продуктивной влаги (12 и 7 мм) и максимальное количество нитратов (4,5 и 7,2 мг/1000 г почвы) отмечено под тимopheевкой с применением азота, а преимущественное накопление аммонийного азота (17,7 мг/1000 г почвы) – в момент первой укосной спелости под смесью тимopheевки с люцерной, второй – под козлятником (22,9 мг/1000 г почвы). Наибольшую продуктивность обеспечила тимopheечно-люцерновая смесь 8,39 т/га сухого вещества и 81,8 ГДж/га обменной энергии. Преимущественное накопление биологического азота имела люцерна в первом укосе 100, во втором – 78, в сумме с двух укосов – 178 кг/га. У козлятника эти показатели были существенно ниже, соответственно – 25, 10 и 35 кг/га.

Ключевые слова: продуктивная влага, нитратный азот, аммонийный азот, сухое вещество, обменная энергия, пойменный естественный луг, ускоренное перезалужение, многолетние травы, продуктивность.

Для цитирования: Еряшев А. П., Гурьянов А. М. Влияние ускоренного перезалужения пойменного луга на водный и пищевой режимы, продуктивность многолетних трав // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. № 1. (65). С 16-23. doi:10.18286/1816-4501-2024-1-16-23

The influence of accelerated regrassing of a floodplain meadow on water and nutritional regime and productivity of perennial grasses

A. P. Eryashev^{1✉}, A. M. Guryanov²

¹FSBEI HE National Research Mordovian State University named after N. P. Ogarev

430005, Republic of Mordovia, Saransk, Bolshevikskaya st., 68.

✉ kafedra tprrp@agro.mrsu.ru.

²Mordovian Research Institute of Agriculture - branch of the Federal State Budgetary Institution FASC of the North-East

430904, Russian Federation, Republic of Mordovia, Saransk, Yalga v., Pionerskaya st., 5.

Abstract. Improvement of natural forage lands is one of the ways for increasing the production of vegetable protein. Increase of their productivity is based primarily on providing meadow grasses with nitrogen. In meadow farming, the basis for usage of biological nitrogen seeded legume-grass stands are used. For each agro-soil-climatic zone, it is necessary to identify appropriate ratios of legumes and cereal grasses. The purpose of the research is to identify the dynamics of productive moisture, nitrates, ammonium nitrogen in the arable soil layer; productivity, nitrogen fixation, dry matter collection and metabolic energy of legume perennial grasses during the accelerated reseeding of a floodplain meadow. The experiment was set in 2018 in the floodplain of the Tavla River in the Republic of Mordovia according to the following scheme: 1. Floodplain meadow (control) 2. Accelerated reseeding with crop: 2.1 – meadow timothy grass without

fertilizers; 2.2 – timothy + P₈₀K₁₀₀ (Background); 2.3 – timothy + N₉₀ + N₆₀ + Background; 2.4 – timothy + alfalfa + Background; 2.5 – timothy + goat's rue + Background; 2.6 – alfalfa + Background; 2.7 – goat's rue + Background. On average, over the years of research, by the time of formation of mowing ripeness of grasses in the first and second mowing, the lowest content of productive moisture (12 and 7 mm) and the maximum amount of nitrates (4.5 and 7.2 mg/1000 g of soil) were noted under timothy with nitrogen usage, and the predominant accumulation of ammonium nitrogen (17.7 mg/1000 g/soil) - at the time of the first mowing ripeness under a mixture of timothy and alfalfa, the second - under goat's rue (22.9 mg/1000 g of soil). The greatest productivity was provided by the timothy-alfalfa mixture of 8.39 t/ha of dry matter and 81.8 GJ/ha of exchangeable energy. The predominant accumulation of biological nitrogen was observed in alfalfa in the first mowing - 100, in the second - 78, totally, from two mowings - 178 kg/ha. For goat's rue these figures were significantly lower - 25, 10 and 35 kg/ha, respectively.

Keywords: productive moisture, nitrate nitrogen, ammonium nitrogen, dry matter, metabolic energy, floodplain natural meadow, accelerated regressing, perennial grasses, productivity.

For citation: Eryashev A. P., Guryanov A. M. The influence of accelerated regressing of a floodplain meadow on water and nutritional regime and productivity of perennial grasses // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2024;1(65): 16-23 doi:10.18286/1816-4501-2024-1-16-23

Введение

В связи с наложением Европой санкций на Российскую Федерацию остро встал вопрос импортозамещения продуктов питания. Уровень развития животноводства в стране, а следовательно, и обеспечения населения важнейшими продуктами питания зависит от создания прочной кормовой базы. Для этого необходимо не просто увеличить общий объем производства кормов, но и обеспечить их полноценность за счет достаточного количества белка, незаменимых аминокислот, жиров, легкодоступных организму животных углеводов, витаминов, минеральных веществ.

Улучшение природных кормовых угодий – один из резервов повышения производства растительного белка. Увеличение их продуктивности основывается на обеспечении луговых трав прежде всего азотом. В луговодстве основой в использовании биологического азота служат сеяные бобово-злаковые травостои, поэтому следует для каждой агропочвенно-климатической зоны выявить целесообразные соотношения бобовых и злаковых трав [1, 2].

Исследованиями ученых установлено значительное повышение продуктивности мятликовых многолетних трав от применения минеральных, жидких комплексных удобрений и регуляторов роста [3–5].

Однако внесение повышенных доз азотных удобрений в почву может привести к загрязнению окружающей среды нитратами – грунтовых вод, водоемов и т. д. Использование растениями симбиотически усвоенного азота воздуха способствует исключению этой опасности. Применение бобовых многолетних трав в целях увеличения продуктивности природных кормовых угодий даст возможность снизить издержки на азотные туки, так как они усваивают азот из атмосферы за счет симбиоза с клубеньковыми бактериями. Последние очень чувствительны к изменению влажности почвы, ухудшению условий фотосинтеза, срезанию листьев, поражению растений насекомыми и грибами, что приводит к массовому их отмиранию. На пастбищах отмирания большого количества клубеньков происходит

после каждого стравливания, а на сенокосах – укоса [6–8].

Возделывание многолетних бобовых трав и их смесей с мятликовыми травами, по аналогии с внесением органических и минеральных удобрений, способствует увеличению минерального азота в почве [9]. Продуктивность сенокосов и пастбищ зависит от эффективного использования азота бобовых трав. По урожайности и сбору протеина бобовые, выращенные без азотных удобрений вполне равноценны злаковым травосмесям, удобренным из расчета 60...150 кг/га азотных удобрений без орошения и 240...300 кг/га – при орошении [10 – 12].

Накопленный азот будет использоваться мятликовыми травами в смешанных травостоях, причем многолетние бобовые травы или бобово-злаковые смеси на каждый 1 ц сена оставляют своими корнями в почве примерно 1 кг азота. В условиях самокупаемости сельскохозяйственных предприятий роль ресурсо- и энергосбережения в земледелии существенно возрастает.

Оптимальный рост и развитие луговых трав протекает при влажности 75...80 % наименьшей влагоёмкости. Создание таких условий влагообеспеченности путём орошения в южной лесостепной зоне на водно-балансовой станции в Уфимском районе Башкортостана способствовало увеличению продуктивности костреца безостого на естественном агрофоне на 22,9 %, на удобренном – на 19,2 %; люцерны синегридной на 89,8...109,9 %; козлятника восточного - на 24,1...22,1 % [13].

На дерново-слабоподзолистой почве Ленинградской области козлятник обогащал пахотный слой азотом (170...396), фосфором (45...80) и калием (94...113 кг/га), люцерна накапливала – 13,8, тимофеевка луговая – 4,8 т/га воздушно сухих корневых остатков [14]. В условиях Тверской области бобово-злаковые агроценозы с включением козлятника восточного, тимофеевки луговой, двукисточника тростникового и костреца безостого позволяют получать стабильно высокую продуктивность: до 47,7 т/га зелёной массы, 11,7 т/га сухой массы, 9,9 тыс. корм. ед. с 1 га [15]. В Московской области на восьмилетней залежи с доминированием

вейника наземного подсев козлятника восточного в 2017 г. привел к преобладанию его в травостое на четвертый и пятый годы жизни и к повышению урожайности улучшенных травостоев в 2,1...2,2 раза – с 2,06...2,11 до 4,43...4,58 т/га сухой массы [16]. Исследованиями в Брянской области выявлено, что в одновидовом посеве люцерны изменчивой на фоне применения фосфорно-калийного удобрения $P_{60}K_{210}$ сбор протеина составил 1,458 т/га, а в её смеси с тимофеевкой – 1,388 т/га [17].

Продуктивность сенокосов и пастбищ зависит от эффективного использования азота бобовых трав. По урожайности и сбору протеина бобовые, выращенные без азотных удобрений, вполне равноценны злаковым травосмесям, удобренным из расчета 60...150 кг/га азотных удобрений без орошения и 240...300 кг/га – при орошении [10–12].

Таким образом, продуктивность кормовых угодий существенно повышается за счет применения бобовых в травосмесях, способствующих использованию биологического азота. Но для научно-обоснованной системы ведения хозяйства необходимо уточнить азотонакопления бобовых многолетних трав в конкретных почвенно-климатических условиях. В Республике Мордовия не проводились подобные исследования, что и послужило основанием для выполнения специального эксперимента.

Цель исследований – выявление динамики продуктивной влаги, нитратов, аммонийного азота в пахотном слое почвы; продуктивности, азотфиксации, сбора сухого вещества и обменной энергии бобовых многолетних трав при ускоренном перезалужении пойменного луга.

Материалы и методы

Опыт был заложен в 2018 г. в пойме реки Тавла в ГУП «Луховское» п. Луховка городского округа г. Саранска Республики Мордовия. Почва опытного участка – пойменная дерновая тяжелосуглинистая, со следующими агрохимическими показателями (слои почвы 0...30 и 30...50 см): pH_{KCl} 5,7 и 6,5; гидролитическая кислотность 3,1 и 0,9 и сумма поглощенных оснований 31,7 и 31,9 мг-экв. на 100 г почвы. Насыщенность основаниями – 91,1 и 97,3 %, содержание гумуса – 5,37 и 4,07 %; $N-NO_3$ – 8,2 и 3,0 мг/1000 г. P_2O_5 – 37,8 и 25,9 и K_2O – 50,0 и 16,3 мг/100 г почвы.

Схема опыта приведена в первой и последующих таблицах. Размер делянки 40 м² (1,6×25 м), их размещение – систематическое в четырехкратной повторности. В исследованиях применены районированные в Республике Мордовия сорта многолетних трав: тимофеевки – Мордовская местная, люцерны – Кемлянская местная, козлятника – Ялгинский. Их высевали в чистом виде с нормами: тимофеевку – 8...10, люцерн – 10...12, козлятник 25...30 кг/га. Норма посева тимофеевки в смесях составила 30 %, люцерны и козлятника 70 % от одновидовых посевов.

Ускоренное перезалужение пойменного луга осуществлялось согласно рекомендаций для региона. Удобрения фосфорно-калийные ($P_{80}K_{100}$ кг действующего вещества – фон), при этом использовали двойной гранулированный суперфосфат (46 %), калий хлористый (60 %) вносили перед вспашкой дернины, а в последующие годы – после второго укоса. Под тимофеевку луговую азотные удобрения (аммиачная селитра 34 %) применяли весной по таломерзлой почве и после укоса ($N_{90} + N_{60}$). Беспкровный посев сеялкой СН-16 осуществлён 16. 07. 2018 г.

Проводили наблюдения, анализы и расчеты по общепринятым методикам. Влажность, агрохимический состав почвы определяли по общепринятым методикам в ФГБУ станция агрохимической службы «Мордовская». При каждом сроке скашивания учет урожая выполняли укосным методом. Содержание обменной энергии (для КРС) в растениях, рассчитывали расчетным методом по результатам химического анализа с использованием коэффициентов переваримости по М. Ф. Томмэ (Томмэ М. Ф. *Формы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. М. : Колос, 1969. 166 с.*). Закладка опытов, обработка результатов исследований осуществлялась методом дисперсионного анализа по Б. М. Доспехову (Доспехов Б. А. *Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). - 5-е изд., перераб. и доп. Москва, Агропромиздат, 1985. 351 с.*)

В годы исследований агрометеорологические условия менялись. К началу посева многолетних трав (в течении июля 2018 г.) выпало 36 мм осадков, в последующий период 68 (в целом за июль 2018 г. – 104) больше среднего многолетнего значения (70 мм) нормы, гидротермический коэффициент (ГТК) составил 1,3. Последующие два месяца были также переувлажненными (при значении ГТК 2,8 и 2,0), с выпадением 58 и 50 мм осадков. В 2019 г. (первый год пользования) первый укос формировался (12.04 – 16.06) в условиях засухи, когда осадков выпало 36 мм, ГТК = 0,6, второй (17.06 – 30.07) – при нормальном увлажнении (при сумме осадков 110 мм, ГТК=1,0). Рост и развитие трав первого укоса в 2020 г. (с 15.04 – 09.06) и второго (10.06 – 07.08) протекали при условиях переувлажнения (ГТК = 1,4) с выпадением 95 и 170 мм осадков и накоплением суммы активных температур выше 10°C 677 и 1211 °C. Формирование урожая многолетних трав в 2021 году в первом (13.04 – 30.06) и втором (20.06–7.08) укосах проходило при избыточном увлажнении (ГТК = 3,1 и 2,7 при среднем многолетнем значении 1,2...1,1). Отмечен существенный недобор суммы активных температур выше 10°C по укосам: первый – 540, второй – 738 (тогда как средние многолетние показатели составили 751 и 831°).

Результаты

В среднем за 2019–2021 гг. исследований, в момент весеннего отрастания трав на пойменном лугу (на контроле) и в изучаемых вариантах не выявлено

каких-то закономерностей изменения содержания продуктивной влаги в слое почвы 0...5 см (табл. 1). В момент ветвления (выхода в трубку) и бутонизации (колошения) преимущество её отмечено в контрольном варианте. Перед уборкой (колошение, бутонизация) в почве (в слое 0...25 см) под тимофеевкой с внесением $N_{90} + N_{60}$, её смесью с люцерной, а также под посевами люцерны содержание продуктивной влаги было наименьшим. Очевидно, это обусловлено более усиленным потреблением влаги на вариантах с высокой продуктивностью.

В момент отрастания тимофеевки на варианте с внесением $N_{90} + N_{60}$ во втором укосе под ней отмечено минимальное накопление продуктивной влаги, эта тенденция сохранялась в фазах выхода в трубку и колошения. Вероятно, это связано с тем, что она имеет мочковатую корневую систему, в основном сосредоточенную в слое почвы 0...25 см, и в этом варианте она была более развита и способствовала большему использованию влаги. Аналогичная тенденция наблюдалась под её посевами на

фосфорно-калийном фоне и люцерной. В среднем по опыту динамика продуктивной влаги в первом и втором укосах была такова – она снижалась от отрастания к бутонизации (колошению), абсолютное значение ее преобладало в первом укосе.

Между содержанием продуктивной влаги в слое почвы 0...25 см под изучаемыми вариантами в момент первого и второго укосов и нитратами выявлена средняя ($r = -0,35$) отрицательная, а аммиачным азотом слабая положительная ($r = 0,20$) корреляционная зависимость. Слабая отрицательная связь ($r = -0,20$) выявлена между продуктивной влагой и содержанием сырого протеина и средняя положительная с концентрацией калия ($r = 0,38$) в травах.

При формировании первого укоса в фазе весеннего отрастания наибольшая концентрация нитратов в почве имелась в варианте с внесением под тимофеевку $+ N_{90} + N_{60}$, в момент её выхода в трубку и ветвления бобовых – в этом же варианте и её смеси с люцерной и козлятником (табл. 2).

Таблица 1. Динамика продуктивной влаги (мм) в слое почвы 0...25 см (в среднем за 2019–2021 гг.)

Вариант	Укос					
	первый			второй		
	1	2	3	1	2	3
1. Пойменный луг (контроль)	33	30	21	20	24	11
Ускоренное перезалужение с посевом:						
2. Тимофеевка без удобрений	31	21	16	20	21	9
3. Тимофеевка + Фон	28	23	16	20	17	8
4. Тимофеевка + $N_{90} + N_{60}$ + Фон	30	22	12	15	16	7
5. Тимофеевка + люцерна + Фон	31	24	14	17	19	12
6. Тимофеевка + козлятник + Фон	30	25	17	20	21	14
7. Люцерна + Фон	31	23	13	20	17	9
8. Козлятник + Фон	33	22	17	20	22	12
В среднем по опыту	31	24	16	19	18	10

Примечание: цифрами указаны фазы роста 1– отрастания, 2 – ветвления, выход в трубку, 3 – бутонизация, колошения.

Таблица 2. Динамика нитратов (мг/1000 г) в слое почвы 0...25 см (в среднем за 2019–2021 гг.)

Вариант	Укос					
	первый			второй		
	1	2	3	1	2	3
1. Пойменный луг (контроль)	2,9	2,7	2,6	3,0	5,6	2,3
Ускоренное перезалужение с посевом:						
2. Тимофеевка без удобрений	2,7	3,5	2,1	2,9	3,1	2,4
3. Тимофеевка + Фон	3,3	2,6	1,9	2,8	3,3	2,0
4. Тимофеевка + $N_{90} + N_{60}$ + Фон	8,4	5,1	4,5	5,3	12,3	7,2
5. Тимофеевка + люцерна + Фон	6,6	5,3	2,7	4,4	4,2	2,8
5. Тимофеевка + козлятник + Фон	3,5	5,0	3,1	3,3	3,5	2,3
7. Люцерна + Фон	6,8	4,3	3,1	4,2	4,0	2,1
8. Козлятник + Фон	3,7	4,0	2,3	3,3	4,2	2,4
В среднем по опыту	4,7	4,1	2,8	3,6	5,0	2,9

Примечание: цифрами указаны фазы роста 1– отрастания, 2 – ветвления, выход в трубку, 3 – бутонизация, колошения.

При отрастании и колошении тимофеевки во втором укосе эти показатели преобладали с использованием $N_{90} + N_{60} + P_{80}K_{100}$. В фазе колошения тимофеевки и бутонизации бобовых трав первого и второго укосов преимущественное содержание нитратов в исследуемом слое почвы отмечено под тимофеевкой с применением $N_{90} + N_{60}$. Здесь их было в

1,7...3,6 раза больше, чем под естественным лугом, тимофеевкой без удобрений и на фоне $P_{80}K_{100}$. Этот же вариант по количеству нитратов в почве превосходил посеvy бобовых трав и их смесей с тимофеевкой, несмотря на это, за счет биологической фиксации азота, люцерна и её смесь с тимофеевкой формировала больший урожай наземной массы. В

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки)

среднем по опыту при формировании первого укоса наблюдали примерно одинаковое содержание этого соединения в почве в фазах отрастания и ветвления (выход в трубку) и снижение к фазе бутонизации (колошения). Во втором – концентрация его повышалась от отрастания к ветвлению и снижалась к бутонизации (колошения). Между содержанием нитратов (в слое почвы 0...25 см) под травами в момент первого и второго укосов и аммонийным азотом выявлена слабая ($r = -0,16$) отрицательная

корреляционная зависимость, аналогичная закономерность отмечена нитратами и концентрацией в сухом веществе растений кальция ($-0,21$) и фосфора ($-0,21$), слабая положительная со сбором сухого вещества ($0,15$).

Внесение азотных удобрений способствовало повышению содержания аммонийного азота в почве (0...25 см) под тимофеевкой в момент отрастания и выхода в трубку в первом и втором укосах (табл. 3).

Таблица 3. Динамика аммонийного азота (мг/1000 г) в слое почвы 0...25 см (в среднем за 2019–2021 гг.)

Вариант	Укос					
	первый			второй		
	1	2	3	1	2	3
1. Пойменный луг (контроль)	12,5	11,8	16,4	12,6	31,8	16,5
Ускоренное перезалужение с посевом: 2. Тимофеевка без удобрений	12,1	11,6	14,2	15,3	24,8	14,7
3. Тимофеевка + Фон	12,9	12,1	16,8	15,5	24,6	13,8
4. Тимофеевка + N ₉₀ + N ₆₀ + Фон	15,5	13,2	16,3	17,4	26,4	13,4
5. Тимофеевка + люцерна + Фон	11,8	14,6	17,7	19,1	16,8	12,2
6. Тимофеевка + козлятник + Фон	17,1	13,7	16,2	16,1	16,6	11,9
7. Люцерна + Фон	12,4	15,0	14,7	19,8	16,8	14,2
8. Козлятник + Фон	14,5	13,8	16,5	16,3	16,3	22,9
В среднем по опыту	13,6	13,2	16,1	16,5	21,8	15,0

Примечание: цифрами указаны фазы роста 1 – отрастания, 2 – ветвления, выход в трубку, 3 – бутонизация, колошения.

Однако в период её колошения такой закономерности не отмечено. Вероятно, это связано с более интенсивным потреблением данного соединения с ростом продуктивности травостоя. В момент отрастания в первом укосе под тимофеечно-козлятниковой смесью выявляли наибольшее количество аммонийного азота, по сравнению с остальными вариантами, в фазе ветвления (выхода в трубку) данный показатель преобладал под посевами люцерны и её смесью с тимофеевкой, здесь же и при колошении (бутонизации). При отрастании трав во втором укосе преимущественная концентрация соединения отмечена под тимофеечно-люцерновой смесью и люцерной, в фазе ветвления (выхода в трубку) – на естественном лугу, а при бутонизации (колошения) – под козлятником. В среднем по опыту в фазах отрастания и ветвления (выход в трубку) аммиачный азот был примерно на одинаковом уровне и

увеличивался к моменту бутонизации (колошения) в первом укосе. При формировании второго укоса наблюдали тенденцию его увеличения от отрастания к ветвлению (бутонизации) и снижение к фазе бутонизации (колошения).

Между накоплением аммонийного азота (в слое почвы 0...25 см) под травами в момент первого и второго укосов и сбором сухого вещества установлена слабая ($r = -0,16$) отрицательная корреляционная зависимость, аналогичная, но средняя между содержанием сырой клетчатки в растениях ($r = -0,38$); сильная положительная ($r = 0,54$) – с фосфором, но слабые с калием ($r = 0,17$) и кальцием ($r = 0,11$).

Максимальный сбор сухого вещества в первом, втором и в сумме с двух укосов сформировала тимофеечно-люцерновая смесь (табл. 4).

Таблица 4. Продуктивность травостоев (в среднем за 2019–2021 гг.)

Вариант	Сбор сухого вещества, т/га			Выход обменной энергии, Гдж/га		
	укосы					
	1	2	1+2	1	2	1+2
1. Пойменный луг (контроль)	1,45	0,88	2,33	13,6	8,5	22,1
Ускоренное перезалужение с посевом: 2. Тимофеевка без удобрений	1,22	1,00	2,22	10,6	8,8	19,4
3. Тимофеевка + Фон	1,73	1,17	2,90	15,9	10,4	26,3
4. Тимофеевка + N ₉₀ + N ₆₀ + Фон	2,83	2,02	4,85	28,3	19,2	47,5
5. Тимофеевка + люцерна + Фон	4,37	4,02	8,39	42,4	39,4	81,8
6. Тимофеевка + козлятник + Фон	2,03	1,46	3,49	17,9	13,3	31,7
7. Люцерна + Фон	4,17	3,66	7,83	40,9	34,8	75,7
8. Козлятник + Фон	1,88	1,34	3,22	17,9	13,3	31,2
В среднем по опыту	2,46	1,94	4,40	23,4	18,5	41,9
НСР05	0,06	0,08	0,10	1,6	4,7	6,1

Если взять в сумме за два укоса, то это на 0,56 т/га больше, чем с одновидового посева люцерны, в 3,6 раза больше, чем дал пойменный луг, чем тимфеевка, возделываемая без удобрений и фосфорно-калийном фоне в 3,8 и 2,9, а также в 1,7 раза, чем с применением азотных и фосфорно-калийных удобрений; в 2,4 раза больше продуктивности тимфеечно-козлятниковой смеси и в 2,6 раза – чистых посевов козлятника.

Ускоренное перезалужение пойменного луга тимфеевкой без внесения удобрений не способствовало повышению продуктивности. С применением фосфорно-калийных туков она увеличивалась, по сравнению с естественным лугом на 24,4 %, с неудобренным вариантом тимфеевки – на 30,6 %. Тимфеевка, возделываемая с использованием азота, фосфора и калия, имела преимущество по продуктивности над пойменным лугом на 108,1 %, травостоем её сформированным без туков и на фоне $P_{80}K_{100}$ на 118,5...67,2 %. Прибавка от азотных удобрений составила 1,95 т/га сухого вещества. В среднем за три года на килограмм действующего вещества азота сформировалось 13,0 кг сухого вещества и 2,0 кг - сырого протеина.

В среднем за три года исследований наибольший сбор обменной энергии сформировала тимфеечно-люцерновая смесь в первом, втором и в сумме с двух укосов. Без использования азотных удобрений получили (с двух укосов) в 1,7 раза больше обменной энергии, чем на варианте с тимфеевкой с применением основных удобрений, в 2,6 раза, чем тимфеечно-козлятниковой смеси и козлятника.

В среднем за 2019–2021 гг. исследований наибольшее количество биологического азота

накопила люцерна в первом укосе 100, во втором – 78, в сумме с двух укосов 178 кг/га. У козлятника эти показатели были существенно ниже, соответственно – 25, 10 и 35 кг/га.

Обсуждение

В увеличении производства высококачественных кормов большая роль принадлежит ускоренному перезалужению природных кормовых угодий [1, 2]. В целях повышения продуктивности многолетних мятликовых трав необходимо применять минеральные, жидкие комплексные удобрения и регуляторы роста, что следует из проведенных исследований в условиях Среднего и Верхневолжья [3–5]. Однако для экономии азотных туков, уменьшения затрат на их внесение и снижения содержания нитратов в получаемой продукции целесообразно для этих целей использовать бобовые многолетние травы и их смеси с мятликовыми [6–8, 10 – 13]. В данном случае повышение плодородия почвы, продуктивности и качества продукции осуществляется за счет биологического азота, фиксируемого бобовыми многолетними травами из воздуха [9, 14–17]. Это подтверждено и нашими исследованиями.

Заключение

К моменту формирования укосной спелости трав в первом и втором укосах наименьшее содержание продуктивной влаги и максимальное количество нитратов отмечено под тимфеевкой с применением азота, а преимущественное накопление аммонийного азота – в момент первой укосной спелости под смесью тимфеевки с люцерной, второй – под козлятником. Ускоренное перезалужение пойменных лугов повышает их продуктивность, и наибольшей она была у тимфеечно-люцерновой смеси.

Литература

1. Тимошкин О. Ю., Тимошкин О. А., Тимошук Е. В. Продуктивность смешанных агрофитоценозов клевера ползучего и мятликовых трав в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Кормопроизводство. 2022. № 3. С. 3–9. doi: 10.25685/KRM.2022.3.2022.009.
2. Трофимов И. А., Трофимова Л. С., Яковлева Е. П. Районирование дальнего востока для оценки перспектив развития сельского хозяйства // Достижения науки и техники АПК. 2022. №36(4). С.61–65. doi: 10.53859/02352451_2022_36_4_61.
3. Кшникаткина А. Н., Тимошкин О. А., Ревнивцев П. В. Приемы повышения продуктивности овсяницы тростниковой // Нива Поволжья. 2018. № 3(48). С. 38–44.
4. Кшникаткина А. Н., Тимошкин О. А., Ревнивцев П. В. Приёмы формирования высокопродуктивных агрофитоценозов райграса пастбищного // Нива Поволжья. 2019. № 1(50). С. 14–20.
5. Вагунин Д. А., Иванова Н. Н. Луговые сеяные агроценозы на основе перспективных многолетних трав в условиях Верхневолжья // Кормопроизводство. 2022. № 5. С. 3–7. doi 10.25685/KRM.2022.82.72.001.
6. Применение ростстимулирующих бактерий на кормовых травах / Е. В. Кузина, С. Р. Мухаматдьярова, Ю. Ю. Шарипова и др. // Достижения науки и техники АПК. 2022. № 36 (7). С.43–48. doi 10.53859/02352451_2022_36_7_43.
7. Тимошкин О. А. Урожайность и биологическая эффективность возделывания смешанных посевов люцерны изменчивой и костреца безостого // Достижения науки и техники АПК. 2022. №36(7). С. 12–18. doi 10.53859/02352451_2022_36_7_12.
8. Барашкова Л. К., Габышева Л. К., Фёдорова А. И. Влияние последствия минерального режима питания на биохимический состав и питательность долголетнего фитоценоза в условиях среднетаёжной подзоны Якутии // Кормопроизводство. 2022. № 2. С. 14–19. doi 10.25685/KRM.2022.2.2022.001.

9. Привалова К. Н. Закономерности изменения качества корма при использовании многовариантных пастбищных технологий с долготлетними фитоценозами // Кормопроизводство. 2022. № 9. С. 12–15. doi 10.25685/KRM.2022.79.69.001.

10. Шипилов И. А., Хонина О. В. Эффективные режимы использования улучшенных сенокосов и пастбищ в системе пастбищеоборота // Достижения науки и техники АПК. 2022. № 36 (5). С.21–25. doi 10.53859/02352451_2022_36_5_21.

11. Противозерозионная мелиорация в Республике Татарстан / М. М. Хисматуллин, А. Р. Валиев, М. М. Хисматуллин и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17. № 2(66). С. 47–54. doi 10.12737/2073-0462-2022-47-54.

12. Боженков А. В. Влияние макро- и микроудобрений, их сочетаний на урожайность и качество зелёной массы клевера лугового в условиях неблагоприятного засушливого и благоприятного влажного годов в Костромской области // Кормопроизводство. 2022. №3 С. 16–20. doi 10.25685/KRM.2022.3.2022.002.

13. Техника и технология поверхностного улучшения пойменных лугов Республики Татарстан / Ф. Н. Сафиоллин, А. Р. Валиев, М. М. Хисматуллин и др. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17, № 4(68). С. 50–55. doi 10.12737/2073-0462-2023-50-55

14. Золотарев В. Н. Влияние микробных препаратов на формирование структуры травостоя и урожайность семян козлятника восточного (*Galega orientalis lam.*) // Достижения науки и техники АПК. 2022. № 36 (4). С. 77–82. doi 10.53859/02352451_2022_36_4_77.

15. Улучшение травостоя вейниковой залежи подсевом в дернину козлятника восточного / Н. Н. Лазарев, А. Ю. Бойцова, Е. М. Куренкова и др. // Кормопроизводство. 2022. № 6. С. 3–7. DOI: 10.25685/KRM.2022.2022.6.001.

16. Вагунин Д. А., Иванова Н. Н. Луговые сеяные агроценозы на основе перспективных многолетних трав в условиях Верхневолжья // Кормопроизводство. 2022. № 5. С. 3–7. doi 10.25685/KRM.2022.82.72.001

17. Агроэкологическая оценка формирования урожайности и качества люцерно-мятликовых травосмесей в условиях радиоактивно загрязнённой дерново-подзолистой почвы / В. Ф. Шаповалов, С. А. Бельченко, А. В. Дронов и др. // Кормопроизводство. 2022. № 4. С. 7–12. doi 10.25685/KRM.2022.78.87.001.

References

1. Timoshkina O. Yu., Timoshkin O. A., Timoshchuk E. V. Productivity of mixed agrophytocenoses of creeping clover and bluegrass grasses in the forest-steppe conditions of the Middle Volga region // Fodder production. 2022. № 3. P. 3–9. doi: 10.25685/KRM.2022.3.2022.009.

2. Trofimov I. A., Trofimova L. S., Yakovleva E. P. Regionalization of the Far East to assess the prospects for development of agriculture // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2022. № 36(4). P.61–65. doi: 10.53859/02352451_2022_36_4_61.

3. Kshnikatkina A. N., Timoshkin O. A., Revnitshev P. V. Techniques for increasing the productivity of tall fescue // Volga Region Farmland. 2018. № 3(48). P. 38–44.

4. Kshnikatkina A. N., Timoshkin O. A. Revnitshev P. V. Techniques for formation of highly productive agro-phytocenoses of perennial ryegrass // Volga Region Farmland. 2019. № 1(50). P. 14–20.

5. Vagunin D. A., Ivanova N. N. Meadow seeded agrocenoses based on promising perennial grasses in the conditions of the Upper Volga region // Feed production. 2022. № 5. P. 3–7. doi: 10.25685/KRM.2022.82.72.001.

6. Application of growth-stimulating bacteria on feed grasses / E. V. Kuzina, S. R. Mukhamatdyarova, Yu. Yu. Sharipova, et al. // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2022. № 36 (7). P.43–48. doi: 10.53859/02352451_2022_36_7_43.

7. Timoshkin O. A. Yield and biological efficiency of cultivation of mixed crops of alfalfa and awnless brome // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2022. № 36(7). P. 12–18. doi:10.53859/02352451_2022_36_7_12.

8. Barashkova L.K., Gabysheva L.K., Fedorova A.I. The influence of the aftereffect of the mineral nutrition regime on biochemical composition and nutritional value of a long-term phytocenosis in the conditions of the middle taiga subzone of Yakutia // Feed production. 2022. № 2. P. 14–19. doi:10.25685/KRM.2022.2.2022.001.

9. Privalova K. N. Patterns of changes of feed quality when using multivariate pasture technologies with long-term phytocenoses // Feed production. 2022. № 9. P. 12–15. doi: 10.25685/KRM.2022.79.69.001.

10. Shipilov I. A., Khonina O. V. Effective regimes for usage of improved hayfields and pastures in the pasture rotation system // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2022. № 36(5). P.21–25. doi: 10.53859/02352451_2022_36_5_21.

11. Anti-erosion reclamation in the Republic of Tatarstan / M. M. Khismatullin, A. R. Valiev, M. M. Khismatullin et al. // Vestnik of Kazan state agrarian university. 2022. V. 17. № 2(66). P. 47–54. doi: 10.12737/2073-0462-2022-47-54.

12. Bozhenkov A.V. The influence of macro- and microfertilizers, their combinations on yield and quality of green mass of meadow clover in the conditions of unfavorable dry and favorable wet years in Kostroma region // Feed production. 2022. № 3 P. 16–20. doi: 10.25685/KRM.2022.3.2022.002.

13. Technique and technology of surface improvement of floodplain meadows of the Republic of Tatarstan / F. N. Safiollin, A. R. Valiev, M. M. Khismatullin et al. // Vestnik of Kazan state agrarian university. 2022. V. 17, № 4(68). P. 50–55. doi:10.12737/2073-0462-2023-50-55

14. Zolotarev V.N. The influence of microbial preparations on formation of grass stand structure of and yield of seeds of the eastern goat's rue (*Galega orientalis lam.*) // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2022. № 36 (4). P. 77–82. doi: 10.53859/02352451_2022_36_4_77.

15. Improvement of the grass stand of reed grass by underseeding eastern goat's rue into the turf / N. N. Lazarev, A. Yu. Boytsova, E. M. Kurenkova, et al. // Feed production. 2022. № 6. P. 3–7. doi: 10.25685/KRM.2022.2022.6.001.

16. Vagunin D. A., Ivanova N. N. Meadow seeded agrocenoses based on promising perennial grasses in the conditions of the Upper Volga // Feed production. 2022. № 5. P. 3–7. doi: 10.25685/KRM.2022.82.72.001

17. Agroecological assessment of the formation of yield and quality of alfalfa-poa grass mixtures in the conditions of radioactively contaminated sod-podzolic soil / V. F. Shapovalov, S. A. Belchenko, A. V. Dronov, et al. // Feed production. 2022. № 4. P. 7–12. doi: 10.25685/KRM.2022.78.87.001.