

УДК 541.144.7:633.2:631.524.2:631.452

**ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ ТРАВ, ИХ ПРОДУКТИВНОСТЬ И ВЛИЯНИЕ НА ПЛОДОРОДИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ 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](mailto:ivniicx@rambler.ru); [ivniicx@mail.ru](mailto:ivniicx@mail.ru)*

**PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF MIXED SEEDING OF GRASSES, THEIR PRODUCTIVITY AND INFLUENCE ON FERTILITY OF SODDY-PODZOLYIC SOIL IN THE CONDITIONS OF THE UPPER VOLGA****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](mailto:ivniicx@rambler.ru); [ivniicx@mail.ru](mailto:ivniicx@mail.ru)*

DOI: <https://doi.org/10.33814/AFP-2222-5366-2021-1-33-45>

Представлены результаты многолетних исследований по изучению фотосинтетической деятельности смешанных посевов многолетних трав, изучена их продуктивность и влияние на плодородие потенциально бедных дерново-подзолистых почв. Установлено, что в травостоях на основе клевера максимальную площадь (68,8 тыс. м<sup>2</sup>/га) и фотосинтетический потенциал (ФП) листьев (718 тыс. м<sup>2</sup>/га × сутки) на контроле формировали смешанные его посевы с фестулолиумом, а на фоне минерального питания — с тимофеевкой (68,4 тыс. м<sup>2</sup>/га и 718 тыс. м<sup>2</sup>/га × сутки) и фестулолиумом (66,6 тыс. м<sup>2</sup>/га и 704 тыс. м<sup>2</sup>/га × сутки). В поливидовых посевах с люцерной травосмеси с тимофеевкой и райграсом имели наивысшую площадь листьев — 57,9 и 57,5 тыс. м<sup>2</sup>/га и ФП 620 и 611 тыс. м<sup>2</sup>/га × сутки соответственно. Высокий индекс листовой поверхности (ИЛП) оказался у травостоев клевера с фестулолиумом на контроле (6,88), тимофеевкой (6,84) и фестулолиумом (6,66) на фоне минерального питания. Травосмеси люцерны по продуктивности превосходили клеверные; наиболее продуктивной на обоих фонах по выходу кормовых единиц и сборам белка оказалась смесь люцерны с фестулолиумом — 7,19 на контроле и 8,53 тыс./га кормовых единиц при внесении минеральных удобрений, 1069 и 1194 кг/га белка соответственно, сахара — фестулолиума на контроле и фестулолиума и райграса на фоне минерального питания. Наименьшее количество пожнивно-корневых остатков (ПКО) — 7,99, 8,32 на контроле и 11,9, 14,5 т/га на фоне минерального питания соответственно накопили травостои клевера лугового с райграсом и овсяницей из-за слабой корневой системы. Внесение минеральных удобрений сильнее увеличило (в среднем на 55%) количество ПКО в клеверных смесях, чем люцерновых (только на 26%), хотя по общему количеству накопленных биоостатков смешанные посевы люцерны превосходили клеверные — максимальное их количество 13,7 и 12,6 т/га на контроле и 17,2, и 15,8 т/га на фоне минерального питания накапливали смеси люцерны с тимофеевкой и фестулолиумом. Симбиотиче-

ского азота больше аккумулировали травосмеси с люцерной — от 54 до 58 кг/га на контроле и 56–74 кг/га на фоне минерального питания. Минеральные удобрения значительно повлияли на симбиотическую активность только клеверных травостоев, увеличив размер фиксируемого ими азота на 56%, а влияние их на люцерновые смеси было несущественным.

**Ключевые слова:** многолетние травы, смешанные посевы, площадь листьев, фотосинтетический потенциал, индекс листовой поверхности, масса корней и надземной части, продуктивность, плодородие.

The results of long-term research on the photosynthetic activity of mixed crops of perennial grasses are presented, their productivity and the effect on the fertility of potentially poor soddy-podzolic soils are studied. It was found that in herbage based on clover, the maximum area (68.8 thousand m<sup>2</sup>/ha) and the photosynthetic potential of leaves (718 thousand m<sup>2</sup>/ha × day) on the control were formed by mixed crops of clover and festulolium, and against the background of mineral nutrition – mixtures clover with timothy (68.4 thousand m<sup>2</sup>/ha and 718) and festulolium (66.6 thousand m<sup>2</sup>/ha and 704 thousand m<sup>2</sup>/ha × day). In mixed crops with alfalfa mixtures with timothy and ryegrass, they had the highest leaf area – 57.9 and 57.5 thousand m<sup>2</sup>/ha and FP of 620 and 611 thousand m<sup>2</sup>/ha × day, respectively. A high leaf surface index was found in clover herbage with festulolium in control (6.88), timothy (6.84) and festulolium (6.66) against the background of mineral nutrition. Grass mixtures of alfalfa in productivity exceeded clover ones, the most productive on both backgrounds in terms of the yield of fodder units and protein collection turned out to be a grass mixture of alfalfa with festulolium – 7.19 in the control and 8.53 thousand / ha of fodder units when applying mineral fertilizers, 1069 and 1194 kg/ha of protein, respectively, sugar – festulolium on the control and festulolium and ryegrass on the background of mineral nutrition. The smallest amount of stubble-root residues (SRR) – 7.99, 8.32 in the control and 11.9, 14.5 t/ha against the background of mineral nutrition, respectively, accumulated grass stands of meadow clover with ryegrass and fescue due to a weak root system. The application of mineral fertilizers increased the amount of SRR in clover mixtures more strongly (by 55% on average) than in alfalfa (only by 26%), although in terms of the total amount of accumulated bio-residues, mixed crops of alfalfa exceeded clover crops – their maximum amount is 13.7 and 12.6 t/hectares on the control and 17.2, and 15.8 t/ha against the background of mineral nutrition accumulated mixtures of alfalfa with timothy and festulolium. Herbal mixtures with alfalfa accumulated more symbiotic nitrogen – from 54 to 58 kg/ha on the control and 56–74 kg/ha on the background of mineral nutrition. Mineral fertilizers significantly affected the symbiotic activity of only clover grass stands, increasing the amount of nitrogen fixed by them by 56%, and their effect on alfalfa mixtures was insignificant.

**Keywords:** perennial grasses, mixed crops, leaf area, photosynthetic potential, leaf surface index, weight of roots and aerial parts, productivity, fertility.

**Введение.** Молочное животноводство — наиболее востребованное и прибыльное направление в АПК Верхневолжского региона. В Ивановской области оно является одним из основных отраслей сельского хозяйства. Во многом результативность этой отрасли зависит от существующей кормовой базы. В последние десятилетия недостатка в кормах не наблюдается, что нельзя сказать об их качестве. Острой в кормопро-

изводстве остается проблема сбалансирования рационов не только по протеину, но и по водорастворимым углеводам. Набор культур для устранения дефицита белка в регионе достаточно обширен — это и разные виды клевера, люцерна изменчивая, зернобобовые и другие культуры из семейства бобовых. Что касается растительных кормов с высоким содержанием углеводов, то их ассортимент невелик. Кроме корнеплодов, выращи-

вание которых очень затратно, повышенное содержание водорастворимых углеводов содержится только в райграсах и фестулолиуме.

Чтобы сбалансировать растительные корма по белку и углеводам необходимо выращивать кормовые культуры в смешанных посевах.

В мировой практике смешанные посева многолетних трав известны давно и широко используются в сельском хозяйстве [1; 2; 3] и при правильном подборе компонентов по видовому и сортовому составу, с учетом критериев совместимости, они имеют существенные преимущества перед одновидовыми посевами по урожайности и качеству зеленой массы [4; 5; 6].

Главным источником растительного белка являются многолетние бобовые травы, богатые протеином, в сухом веществе которых его содержится от 17 до 22%. Бобовые травы дают полноценный по составу белок, переваримость которого намного выше, чем у белка злаковых трав [7]. Однако бобовые культуры содержат низкое количество водорастворимых углеводов, тогда как значительное количество сахаров содержится в злаковых, а повышенное и высокое — в райграсах и фестулолиуме.

Попытки прямой интродукции райграсов из Западной Европы, в которой лугопастбищное хозяйство базируется на широком их использовании, и их селекционное улучшение не решили полностью всех проблем, в частности, не удалось создать долголетние адаптивные формы со стабильной по годам продуктивностью и высокой зимостойкостью.

В отличие от райграсов фестулолиум (*Festulolium*) — межродовой гибрид ов-

сяницы (*Festuca*) и райграса (*Lolium*) — характеризуется хорошей зимостойкостью и адаптивностью, энергетической и протеиновой питательностью, стабильной урожайностью и высоким содержанием сахаров как у райграсов.

Очевидно, что наряду с традиционными злаковыми культурами в смешанных посевах необходимо его шире использовать, что позволяет увеличить продуктивное долголетие травостоя в сочетании с высоким качеством корма [8]. Об этом красноречиво свидетельствуют имеющиеся в доступной литературе сведения об эффективности выращивания фестулолиума как в одновидовых, так и смешанных посевах.

Так, в среднем за годы конкурсного испытания в ЦФО урожайность зеленой массы фестулолиума достигла 74,3 т/га, сухой массы — 14 т/га, что выше, чем у овсяницы луговой соответственно на 35 и 27%. По валовому сбору протеина превышение составило 0,42 т/га, водорастворимых углеводов — 1,12 т/га [9].

В результате химической оценки зеленой массы установлена высокая кормовая ценность фестулолиума. Содержание сырого протеина в фазу колошения составило 16,5%, сахаров — 14,1 %, сырой клетчатки — 26,2%. В 1 кг сухого вещества корма содержится 10,3 МДж обменной энергии и 0,76 корм. ед., благодаря чему он успешно может быть использован для заготовки силоса и других кормов [10; 11; 12; 13; 14].

В результате проведенных во ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса исследований установлено, что среднесуточные приросты живой массы телок, получавших силос из фестулолиума, составляли 846,0 г, а из костреца и тимофеевки — 767,8 г [10].

В Западной Европе сравнительное изучение 15 видов злаковых трав, в том числе фестулолиума, показало, что наиболее высокую урожайность сухого вещества обеспечивает овсяница луговая (17,5 т/га), райграс итальянский (17,4) и фестулолиум (17,1 т/га) [15].

Фестулолиум хорошо растет как в одновидовом посеве, так и в составе травосмесей различного назначения. На Северо-Западе России ботанический состав травостоев с фестулолиумом характеризовался высоким его содержанием в одновидовом посеве, хорошей совместимостью с клевером луговым и снижением доли в травосмесях с люцерной изменчивой к четвертому году жизни [16].

В Псковской области наиболее продуктивными оказались травосмеси фестулолиума с лядвенцем рогатым и люцерной 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 [17].

Для Верхневолжья фестулолиум — культура новая, характер формирования урожая, в том числе фотосинтетическая деятельность смешанных с ним посевов, их продуктивность и влияние на плодородие дерново-подзолистой почвы изучены недостаточно. Поэтому сравнительное изучение смешанных посевов фестулолиума и традиционных кормовых культур является актуальным.

*Цель исследований* — изучить фотосинтетическую деятельность смешанных посевов различных многолетних кормовых культур, одним из компонентов которых является фестулолиум, их продуктивность и влияние на плодородие дерново-подзолистой почвы.

**Материалы и методы исследований.** Полевые опыты проводили на стационаре отдела кормопроизводства Ивановского НИИСХ — филиала ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, в пахотном слое которой содержание органического вещества составляло 1,9%, подвижного фосфора и обменного калия — 240 и 175 мг/кг почвы соответственно. Реакция почвенного раствора слабокислая ( $pH_{\text{сол.}}$  5,5).

Закладка травостоев проведена в 2015 г. Площадь делянки — 30 м<sup>2</sup>. 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 Краснопоймская 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 — в фазу колошения — начала цветения. Второй — за 35 дней до наступления устойчивых заморозков по мере формирования укосной спелости. В исследованиях использовали методики Б.А. Доспехова (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 г. — прохладным и дождливым, 2018 г. характеризовался повышенным температурным режимом на фоне недостаточного количества осадков, за исключением июля и сентября; в 2019 г. первый укос формировался при высокой среднесуточной температуре мая и июня (на 3,3 и 1,8 °С выше среднемноголетней) и нехватки осадков в мае (на 20,2 мм меньше среднемноголетней), а второй — в условиях нехватки тепла и избытка осадков, особенно в июле. 2020 г. оказался оптимальным по температуре на фоне недостаточного количества осадков, за исключением мая.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Травостой смешанных посевов представляет собой своеобразную оптическую систему, в которой происходит превращение солнечной энергии в энергию сухого вещества трав. Через

листовую поверхность происходит поглощение фотосинтетически активной радиации. С увеличением площади листьев возрастает и поглощение ими энергии солнца. Поэтому при разработке адаптивных технологий возделывания смешанных посевов трав необходимо стремиться к формированию ими оптимальной площади листьев, при которой обеспечивается высокая продуктивность и хорошее качество зеленой массы. Площадь листьев в основном регулируется путем подбора оптимальных компонентов в травосмеси, нормой их высева и уровнем питания.

В результате проведенных многолетних исследований выявлена взаимосвязь площади листьев поливидовых посевов трав с их продуктивностью, изучена работа их фотосинтетического аппарата.

Так, в травостоях на основе клевера на контроле максимальную площадь и фотосинтетический потенциал (ФП) листьев формировали смешанные посевы клевера и фестулолиума, хотя интенсивность работы листового аппарата и высокие суточные приросты массы наблюдались в варианте «клевер + овсяница». И как результат наиболее высокие урожаи сухого вещества в сумме за два укоса получены в вариантах «клевер + овсяница» и «клевер + фестулолиум»: 6,27 и 5,18 т/га соответственно (табл. 1). На фоне минерального питания площадь листовой поверхности и ФП были выше у смеси клевера с тимофеевкой и фестулолиумом, а суточные приросты сухой массы — у клевера с овсяницей. В урожайности сухой массы между вариантами значительных различий не наблюдалось, чуть выше были сборы массы у клевера с фестулолиумом. В целом, в агроценозах на базе клевера по всем пока-

зателям предпочтительным оказался вариант с фестулолиумом, что свидетельствует о перспективности его включения в травосмеси при создании полноценной кормовой базы в регионе.

В поливидовых посевах с люцерной на контроле наименьшая площадь и ФП листьев наблюдались у люцерны с овсяницей, остальные варианты оказались

равными, на фоне минерального питания выделялись травосмеси люцерны с тимофеевкой и райграсом. Максимальный показатель чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) отмечен у люцерны с овсяницей на обоих фонах питания — 12,4 и 14,0 г/м<sup>2</sup> в сутки, несколько ниже он оказался у травосмеси люцерны с фестулолиумом — 10,7 и 11,9 г/м<sup>2</sup>.

### 1. Фотосинтетическая деятельность смешанных посевов трав (2016–2020 гг.)

Уровень питания	Вариант травосмеси	Площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га	ФП, тыс. м <sup>2</sup> /га × сутки	ЧПФ, г/м <sup>2</sup> в сутки	Урожайность сухой массы, т/га
Контроль	Клевер + тимофеевка	62,2	653	9,97	4,80
	Клевер + овсяница	63,6	668	13,3	6,27
	Клевер + райграс	63,6	660	11,5	4,82
	Клевер + фестулолиум	68,8	718	11,6	5,18
	Люцерна + тимофеевка	50,5	540	8,72	8,23
	Люцерна + овсяница	46,3	490	12,4	7,40
	Люцерна + райграс	50,7	534	9,97	7,58
	Люцерна + фестулолиум	50,1	536	10,7	8,73
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	Клевер + тимофеевка	68,4	718	10,9	5,71
	Клевер + овсяница	55,3	585	14,6	5,96
	Клевер + райграс	60,4	633	12,8	5,61
	Клевер + фестулолиум	66,6	704	13,1	6,08
	Люцерна + тимофеевка	57,9	620	9,88	9,40
	Люцерна + овсяница	50,5	543	14,0	9,50
	Люцерна + райграс	57,5	611	10,7	9,35
	Люцерна + фестулолиум	54,8	585	11,9	9,73

Наиболее высокие сборы сухой массы получены в варианте люцерны с фестулолиумом — 8,73 т/га на контроле и 9,73 т/га на фоне минерального питания.

Ассимиляционная поверхность и ее деятельность повлияли не только на урожайность, но и на питательность и сбалансированность биомассы (табл. 2; рис. 1, 2). В смешанных посевах с клевером наиболее высокий индекс листовой поверхности (ИЛП) имели травостои с

фестулолиумом на контроле (6,88), тимофеевкой (6,84) и фестулолиумом (6,66) на фоне минерального питания. У посевов на основе люцерны ИЛП оказался ниже, чем у клевера, хотя в целом смешанные посевы трав имели оптимальное значение индекса, при котором их фотосинтезирующая система функционировала в оптимальном режиме, поглощая наибольшее количество ФАР. Поливидовые посевы клевера со злако-

выми травами обеспечили значительные сборы с 1 га кормовых единиц — до 5,18

на контроле и 5,55 тыс./га на фоне минерального питания.

## 2. Продуктивность смешанных посевов и качество зеленой массы трав (2016–2020 гг.)

Уровень питания	Вариант травосмеси	Индекс листовой поверхности	Урожайность массы, т/га		Сбор с 1 га		
			зеленой	сухой	кормовых единиц, тыс./га	белка, кг/га	сахара, кг/га
Контроль	Клевер + тимофеевка	6,22	29,0	4,80	4,17	458	220
	Клевер + овсяница	6,36	33,0	6,27	5,18	532	298
	Клевер + райграс	6,36	29,8	4,82	4,45	490	294
	Клевер + фестулолиум	6,88	32,2	5,18	4,66	476	357
	Люцерна + тимофеевка	5,05	37,8	8,23	6,60	1003	311
	Люцерна + овсяница	4,63	33,4	7,40	5,80	817	278
	Люцерна + райграс	5,07	34,9	7,58	6,26	950	399
	Люцерна + фестулолиум	5,01	39,6	8,73	7,19	1069	524
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	Клевер + тимофеевка	6,84	32,0	5,71	5,05	542	347
	Клевер + овсяница	5,53	31,8	5,96	5,06	497	388
	Клевер + райграс	6,04	31,8	5,61	5,26	532	468
	Клевер + фестулолиум	6,66	34,8	6,08	5,55	552	453
	Люцерна + тимофеевка	5,79	42,5	9,40	7,84	1164	361
	Люцерна + овсяница	5,05	43,6	9,50	7,67	997	479
	Люцерна + райграс	5,75	43,9	9,35	8,04	1184	509
	Люцерна + фестулолиум	5,48	45,7	9,73	8,53	1194	585

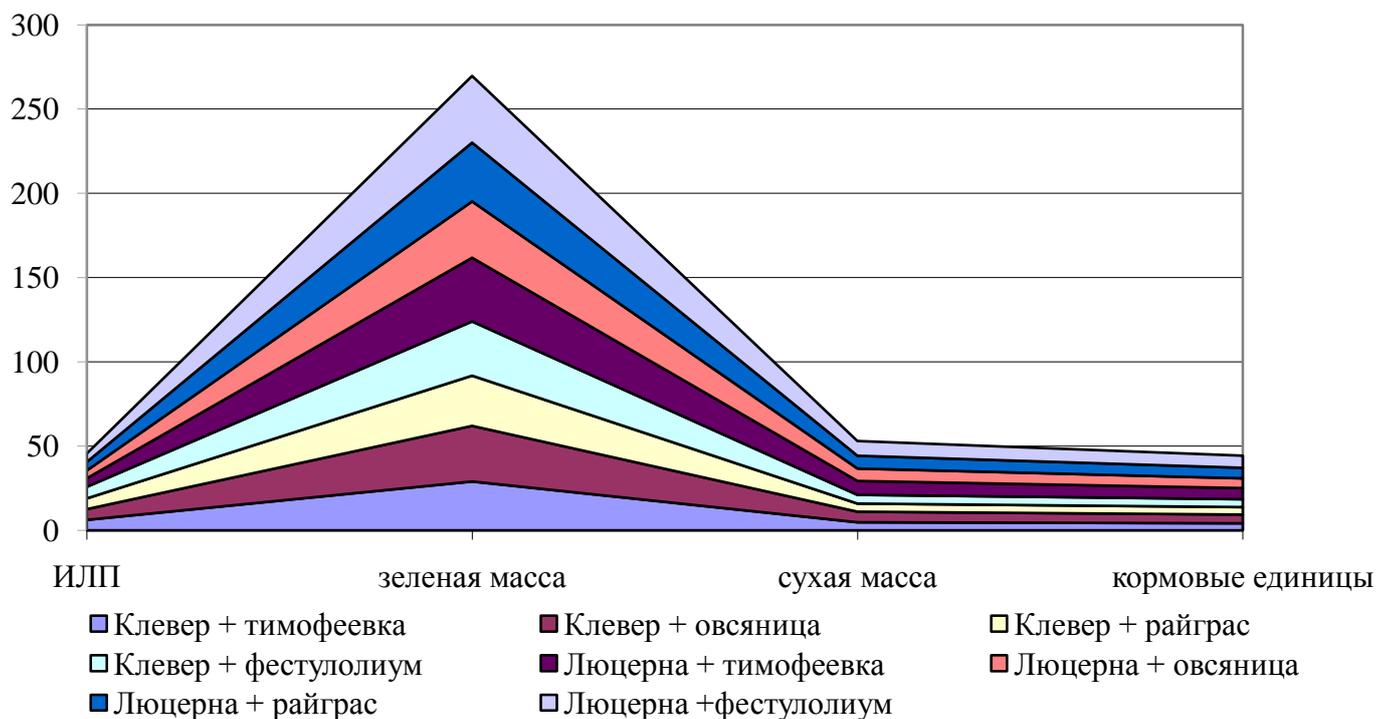
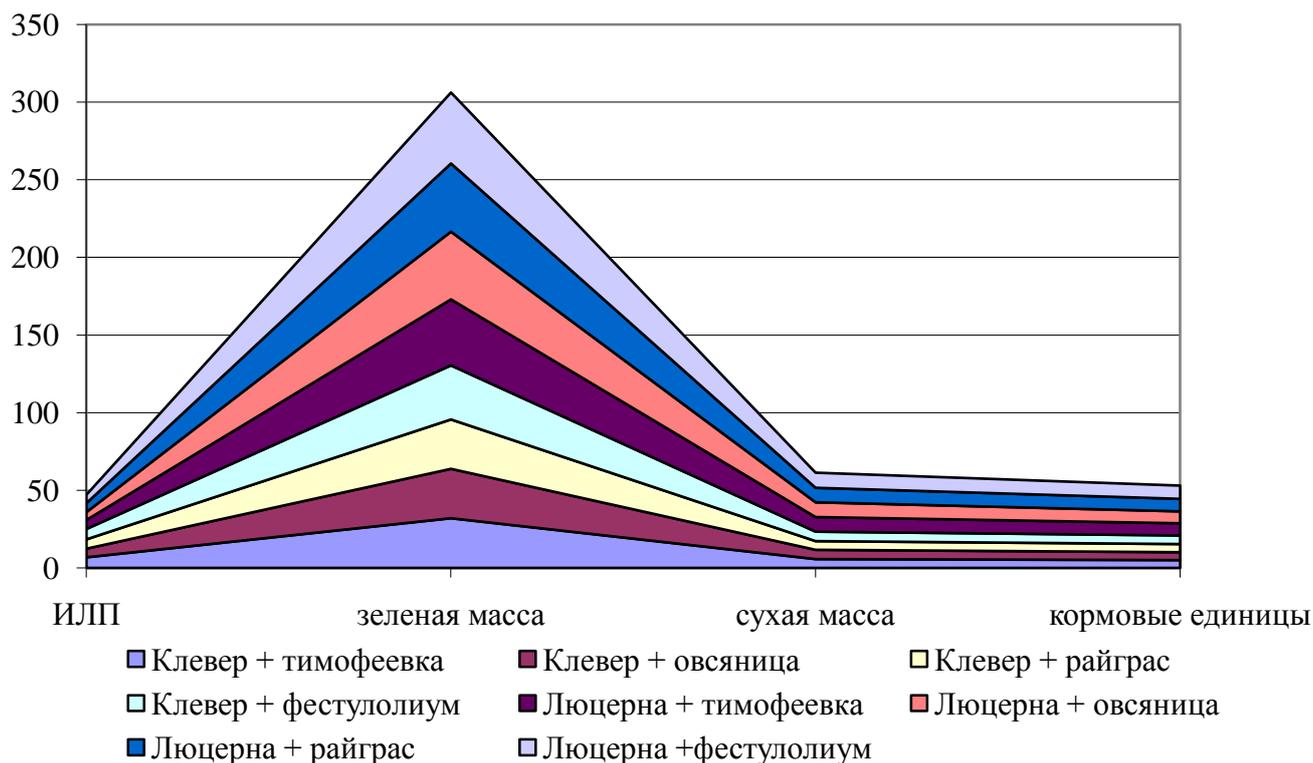


Рис. 1. Индекс листовой поверхности (ИЛП) и продуктивность трав (контроль)



**Рис. 2. Индекс листовой поверхности (ИЛП) и продуктивность трав (NPK)**

Минеральные удобрения незначительно увеличили выход кормовых единиц: в среднем по вариантам на 13,3%. Посевы люцерны со злаковыми травами по сбору кормовых единиц превосходили клеверные травостои. Максимальный выход кормовых единиц на обоих фонах обеспечила травосмесь люцерны с фестулолиумом — 7,19 на контроле и 8,53 тыс./га при внесении минеральных удобрений. Максимальные сборы белка достигнуты в вариантах с участием люцерны — до 1069 на контроле и 1194 кг/га на фоне минерального питания, сахара — фестулолиума на контроле и фестулолиума и райграса на фоне минерального питания.

Фотосинтетическая деятельность посевов оказывает непосредственное влияние и на подземную часть растения — на накопление корневых и пожнивных остатков, размеры накопления азота. Хо-

рошо развитая ассимиляционная поверхность трав способствует мощному развитию корневой системы, что свидетельствует о тесной взаимосвязи надземной и подземных частей. Природа создает уникальное и стабильное соотношение массы надземной части растений к массе их подземной (корневой) части. В мире растений, в том числе и трав, соблюдается закономерность: масса листьев и стеблей растения (надземной части) пропорционально соотносится к массе его корней (подземной части), причем это соотношение определяется математически, независимо от разновидности растения или его естественной среды обитания. Другими словами, биологи и агротехнологи теперь могут оценивать, сколько растительной биомассы находится под землей, лишь исходя из подсчета биомассы надземной части растений. А это знание, в свою очередь, дает возможность сельхоз-

товаропроизводителям, зная соотношение надземной и подземной частей, понять какое влияние оказывают различные агроценозы на плодородие почвы. Поэтому экспериментальные данные,

полученные нами, имеют большое значение при разработке адаптивных технологий возделывания кормовых культур на потенциально бедных дерново-подзолистых почвах (табл. 3).

### 3. Соотношение массы корней и надземной части трав и их влияние на плодородие почвы (2016–2020 гг.)

Уровень питания	Вариант травосмеси	ПКО, т/га	Накоплено, кг/га		Соотношение МК и МН
			N общего	Nс	
Контроль	Клевер + тимофеевка	12,0	165	38	2,5
	Клевер + овсяница	8,32	138	29	1,3
	Клевер + райграс	7,99	135	27	1,6
	Клевер + фестулолиум	10,2	160	36	1,9
	Люцерна + тимофеевка	13,7	253	54	1,7
	Люцерна + овсяница	11,2	249	56	1,5
	Люцерна + райграс	11,6	251	57	1,5
	Люцерна + фестулолиум	12,6	253	58	1,4
N <sub>30</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	Клевер + тимофеевка	17,4	242	53	3,0
	Клевер + овсяница	14,5	233	51	2,4
	Клевер + райграс	11,9	216	45	2,3
	Клевер + фестулолиум	15,8	250	54	2,6
	Люцерна + тимофеевка	17,2	305	66	1,8
	Люцерна + овсяница	14,8	314	74	1,5
	Люцерна + райграс	14,2	246	56	1,5
	Люцерна + фестулолиум	15,8	276	59	1,6

Примечание. ПКО — пожнивно-корневые остатки, N — азот, Nс — азот симбиотический, МК — масса корней, МН — масса надземной части.

В результате многолетних исследований установлено, что у травостоев с участием клевера лугового слабую корневую систему имели и наименьшее количество ПКО накапливали варианты с райграсом и овсяницей, как на контроле, так и на фоне минерального питания — соответственно 7,99, 8,32 и 11,9, 14,5 т/га. Минеральные удобрения значительно увеличили количество ПКО, в среднем на 55%. Наибольшее соотношение МК к МН имели посеы клевера с тимофеевкой и фестулолиумом. В смешанных по-

севах на основе люцерны максимальное количество ПКО отмечено в вариантах с тимофеевкой и фестулолиумом — 13,7 и 12,6 т/га на контроле и 17,2 и 15,8 т/га на фоне минерального питания. Соотношение корней к надземной массе было существенно ниже, чем у клевера, влияние минеральных удобрений на массу ПКО менее значительным — в среднем 26%.

В пожнивных и укосных остатках трав аккумулировалось значительное количество азота, как общего, так и симбиотического. Частично накопленный

бобовой травой симбиотический азот расходовался на формирование урожая и питание злаковой культуры, а немалая часть уходит на повышение плодородия почвы. Больше симбиотического азота накапливалось в травосмесях с люцерной — от 54 до 58 кг/га на контроле и 56–74 кг/га на фоне минерального питания. Минеральные удобрения значительно повлияли на симбиотическую активность только клеверных травостоев, увеличив размер фиксируемого ими азота на 56%, а влияние их на люцерновые смеси было несущественным.

**Заключение.** Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что в травостоях на основе клевера максимальную площадь (68,8 тыс. м<sup>2</sup>/га) и фотосинтетический потенциал листьев (718 тыс. м<sup>2</sup>/га × сутки) на контроле формировали смешанные посевы клевера и фестулолиума, а на фоне минерального питания — смеси клевера с тимофеевкой (68,4 и 718) и фестулолиумом (66,6 тыс. м<sup>2</sup>/га и 704 тыс. м<sup>2</sup>/га × сутки). В поливидовых посевах с люцерной на контроле наименьшую площадь и ФП листьев отмечены у люцерны с овсяницей — 46,3 тыс. м<sup>2</sup>/га и 490 тыс. м<sup>2</sup>/га × сутки, остальные варианты оказались равными, на фоне минерального питания выделялись травосмеси люцерны с тимофеевкой и райграсом с наивысшей площадью листьев — 57,9 и 57,5 тыс. м<sup>2</sup>/га и ФП 620 и 611 тыс. м<sup>2</sup>/га × сутки соответственно.

В смешанных посевах с клевером высокий ИЛП имели травостои с фестулолиумом на контроле (6,88), тимофеевкой (6,84) и фестулолиумом (6,66) на фоне минерального питания. У посевов на основе люцерны ИЛП оказался ниже, чем у клевера. Поливидовые посевы кле-

вера со злаковыми травами обеспечили сборы кормовых единиц с 1 га до 5,18 на контроле и 5,55 тыс./га на фоне минерального питания. При внесении минеральных удобрений их выход увеличился незначительно: в среднем по вариантам на 13,3%. Посевы люцерны со злаковыми травами по сбору кормовых единиц превосходили клеверные. Максимальный выход кормовых единиц на обоих фонах обеспечила травосмесь люцерны с фестулолиумом — 7,19 на контроле и 8,53 тыс./га при внесении минеральных удобрений, сборы белка — варианты с участием люцерны, до 1069 на контроле и 1194 кг/га на фоне минерального питания, сахара — фестулолиума на контроле и фестулолиума и райграса на фоне минерального питания.

Травостой клевера лугового с райграсом и овсяницей формировали слабую корневую систему и, как следствие, накопили наименьшее количество ПКО — 7,99, 8,32 на контроле и 11,9, 14,5 т/га на фоне минерального питания соответственно. Улучшение питания растений путем внесения минеральных удобрений значительно увеличило (в среднем на 55%) количество ПКО. Наибольшее соотношение массы корней к надземной массе имели посевы клевера с тимофеевкой и фестулолиумом. Смешанные посевы люцерны с тимофеевкой и фестулолиумом накапливали максимальное количество ПКО — 13,7 и 12,6 т/га на контроле и 17,2, и 15,8 т/га на фоне минерального питания. Соотношение корней к надземной массе было существенно ниже, чем у клевера, влияние минеральных удобрений на массу ПКО менее значительным — в среднем 26%.

Симбиотического азота больше накапливали травосмеси с люцерной — от

54 до 58 кг/га на контроле и 56–74 кг/га на фоне минерального питания. Минеральные удобрения значительно повлияли на симбиотическую активность только клеверных травостоев, увеличив размер фиксируемого ими азота на 56%, а влияние их на люцерновые смеси было несущественным.

## 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 злаками в экстремальных погодных условиях // Кормопроизводство. – 2012. – № 4. – С. 10–12.
6. Продуктивность одновидовых и смешанных посевов многолетних трав, возделываемых в условиях радиоактивного загрязнения / В.Ф. Шаповалов, Н.М. Белоус, Г.П. Малявко, Л.П. Харкевич, О.А. Меркелов // Кормопроизводство. – 2015. – № 5. – С. 17–20.
7. Ковалев Ю.Н. Кормопроизводство. – М. : Издательский центр «Академия», 2004. – 240 с.
8. Кулаковская Т.В. Основные направления исследований и экологические аспекты развития лугопастбищного хозяйства в Европе // Мелиорация. – 2010. – № 1 (63). – С. 241–247.
9. Возделывание и использование новой кормовой культуры – фестулолиума – на корм и семена : методическое пособие / Н.И. Переправо, В.М. Косолапов, В.Э. Рябова и др. – М. : Изд-во РГАУ–МСХА, 2012. – 28 с.
10. Косолапов В.М. Комплексная сравнительная оценка химического состава и продуктивного действия фестулолиума ВИК 90 [Электронный ресурс] // Адаптивное кормопроизводство. – 2012. – № 3 (11). – С. 26–28 (URL: <http://www.adaptagro.ru/>).
11. Фокин И.В. Изменение химического состава фестулолиума ВИК 90 в процессе вегетации на торфяниках северо-востока России // Кормопроизводство. – 2012. – № 2. – С. 18–19.
12. Щедрина Д.И., Образцов В.Н., Дмитриева О.В., Кондратов В.В. Особенности роста и развития фестулолиума в разные годы жизни в условиях Центрального Черноземья // Аграрный вестник Урала. – 2011. – № 3 (82). – С. 15–17.
13. Лукин Г.Л. Отдаленная гибридизация в селекции многолетних злаковых трав // Вестник КрасГАУ. – 2007. – № 2. – С. 86–94.
14. Мееровский А.С., Макаров В.М., Рутковская Л.С., Гавриков С.В. Оценка продуктивности и питательности корма различных видов многолетних злаковых трав при сенокосном использовании // Мелиорация. – 2014. – № 1 (71). – С. 100–104.
15. 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. – № 9. – Pp. 422–424.
16. Машьянов М.А., Ганичева В.В. Зависимость урожайности травостоев от включенных в них видов луговых растений в почвенно-климатических условиях Вологодской области // Молочнохозяйственный вестник. – 2012. – № 1 (5). – С. 21–27.

17. Шайкова Т.В., Баева В.С., Рогозина Н.С. Бобово-злаковые травосмеси с участием фестулолиума // Известия Великолукской ГСХА. – 2016. – № 4. – С. 25–28.
18. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
19. 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 affecting the selection of components of a mixture of perennial grasses]. *Vestnik Kurskoy GSKHA [Bulletin of the 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 the dynamics of the content of leguminous grasses in the yield mass on the productivity of perennial legume-cereal herbal mixtures of long-term use]. *Izvestiya Orenburgskogo GAU [News of the Orenburg SAU]*, 2015, no. 3 (53), pp. 61–62.
3. Dyachenko V.V., Dronov A.V., Dyachenko O.V. Vysokourozhaynyye bobovo-myatlikovyye travosmesi dlya agroklimaticheskikh usloviy yugo-zapadnoy chasti Tsentral'nogo regiona [High-yielding legume-bluegrass mixtures for agroclimatic conditions in the southwestern part of the Central region]. *Zemledelie [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 form and mixed crops with two- and three-mowing 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 zlakami v ekstremal'nykh pogodnykh usloviyakh [Comparative fodder productivity of legumes and their mixtures with grasses in extreme 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 [Productivity of single-species and mixed crops of perennial grasses cultivated in conditions of radioactive contamination]. *Kormoproizvodstvo [Fodder production]*, 2015, no. 5, pp. 17–20.
7. Kovalev Yu.N. *Kormoproizvodstvo [Fodder production]*. Moscow, Publishing Center "Academiya", 2004, 240 p.
8. Kulakovskaya T.V. Osnovnyye napravleniya issledovaniy i ekologicheskiye aspekty razvitiya lugopastbishchnogo khozyaystva v Evrope [The main directions of research and environmental aspects of the development of grassland farming in Europe]. *Melioratsiya [Melioration]*, 2010, no. 1 (63), pp. 241–247.
9. Perepravo N.I., Kosolapov V.M., Ryabova V.E. et al. Vozdeleyvaniye i ispol'zovaniye novoy kormovoy kul'tury – festuloliuma – na korm i semena: metodicheskoye posobiye [Cultivation and use of a new fodder crop – festulolium – for fodder and seeds: a methodological guide]. Moscow, 2012, 28 p.
10. Kosolapov V.M. Kompleksnaya sravnitel'naya otsenka khimicheskogo sostava i produktivnogo deystviya festuloliuma VIK 90 [Comprehensive comparative assessment of the chemical composition and productive action of festulolium VIK 90]. *Adaptivnoye kormoproizvodstvo [Adaptive fodder production]*, 2012, no. 3 (11), pp. 26–28 (URL: <http://www.adaptagro.ru/>).
11. Fokin I.V. Izmeneniye khimicheskogo sostava festuloliuma VIK 90 v protsesse vegetatsii na torfyanikakh severo-vostoka Rossii [Changes in the chemical composition of VIK 90 festulolium

- during the growing season on peat bogs in the north-east of Russia]. *Kormoproizvodstvo [Fodder production]*, 2012, no. 2, pp. 18–19.
12. Shchedrina D.I., Obratsov V.N., Dmitrieva O.V., Kondratov V.V. Osobennosti rosta i razvitiya festuloliuma v raznyye gody zhizni v usloviyakh Tsentral'nogo Chernozem'ya [Features of growth and development of festulolium in different years of life in the conditions of the Central Black Earth Region]. *Agrarnyy vestnik Urala [Agrarian Bulletin of the Urals]*, 2011, no. 3 (82), pp. 15–17.
  13. Lukin G.L. Otdalennaya gibrizatsiya v selektsii mnogoletnikh zlakovykh trav [Remote hybridization in the breeding of perennial cereal grasses]. *Vestnik KrasGAU [Bulletin of Krasnoyarsk SAU]*, 2007, no. 2, pp. 86–94.
  14. Meerovskiy A.S., Makarov V.M., Rutkovskaya L.S., Gavrikov S.V. Otsenka produktivnosti i pitatel'nosti korma razlichnykh vidov mnogoletnikh zlakovykh trav pri senokosnom ispol'zovanii [Evaluation of the productivity and nutritional value of forage of various types of perennial grasses during haymaking]. *Melioratsiya [Melioration]*, 2014, no. 1 (71), pp. 100–104.
  15. 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.
  16. Mashyanov M.A., Ganicheva V.V. Zavisimost' urozhaynosti travostoyev ot vklyuchennykh v nikh vidov lugovykh rasteniy v pochvenno-klimaticheskikh usloviyakh Vologodskoy oblasti [The dependence of the yield of grass stands on the species of meadow plants included in them in the soil and climatic conditions of the Vologda region]. *Molochnokhozyaystvennyy vestnik [The Dairy Farming Bulletin]*, 2012, no. 1 (5), pp. 21–27.
  17. Shaykova T.V., Baeva V.S., Rogozina N.S. Bobovo-zlakovyie travosmesi s uchastiyem festuloliuma [Legume-cereal grass mixtures with the participation of festulolium]. *Izvestiya Velikolukskoy GSKHA [News of the Velikie Luki State Agricultural Academy]*, 2016, no. 4, pp. 25–28.
  18. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta [Field experiment technique]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1985, 351 p.
  19. Metodicheskiye ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami [Guidelines for conducting field experiments with fodder crops]. All-Russian Williams Fodder Research Institute. Moscow, 1987, 197 p.