

ЛЮБОВЬ ПАВЛОВНА ЕВСТРАТОВА

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, врио директора, ФГБНУ «Карельская государственная сельскохозяйственная опытная станция» (Петрозаводск, Российская Федерация)

*levstratova@yandex.ru*

ческие условия позволяют значительно расширить ассортимент злаковых видов. Увеличение продуктивного долголетия травостоев может быть достигнуто за счет добавления корневищных злаков – костреца безостого (*B. inermis*) и мятылика лугового (*Poa pratensis* L.). Перспективно также использование интродуцированных видов – райграса пастбищного (*Lolium perenne* L.) и фестулиума (*Festulolium* F. Aschers. et Graebn). Последние два представителя наряду с положительными характеризуются некоторыми отрицательными особенностями, что обуславливает ограниченное их использование на территории Карелии. Так, райграс пастбищный, обладающий высокими кормовыми достоинствами, повышенной побегообразовательной способностью, хорошей отавностью, пастбищеустойчивостью, отличается слабой зимостойкостью, высокой чувствительностью к кислотности почвы, небольшим долголетием [5].

Фестулиум – межродовой гибрид, полученный при скрещивании различных видов овсяницы и райграса. При отборе в половом потомстве получены формы, сочетающие повышенную продуктивность, хорошую зимостойкость, высокое качество корма, способность быстро отрастать после скашивания или стравливания, выдерживать многократное отчуждение надземной массы в течение вегетационного периода. Однако некоторые гибриды имеют пониженную семенную продуктивность или вообще являются бесплодными [9].

На основе предварительного изучения сортов и гибридов вышеуказанных малораспространенных злаковых трав выделены сорта, пригодные для возделывания в условиях Карелии.

В созданных поливидовых агрофитоценозах злаковых трав каждый представитель характеризуется свойственными морфобиологическими особенностями, определяющими сложную внутриценотическую структуру взаимоотношений, которая, по мнению [12], [13], изменяется в зависимости от условий произрастания, режима использования, видового разнообразия и экологической индивидуальности компонентов травостоя. С приближением условий к экологическому оптимуму вида увеличивается способность последнего подавлять своих партнеров (цит. по [11]).

Конкурентные преимущества проявляются лишь по отношению к определенным представителям травостоя и в конкретных условиях среды. Для оценки способности вида подавлять другие компоненты используют коэффициент конкурентоспособности (CR), величина которого зависит от качественного состава, напряженности травосмеси, норм высева, возраста травостоя и др. Среди злаковых трав выявлена тенденция уменьшения значения коэффициента конкурентоспособности к третьему году жизни. Самым агрессивным видом считают ежу сборную (CR – 1,54 (среднее по годам жизни)), несколь-

ко ниже активность у костреца безостого (1,53) и овсяницы луговой (1,26) [10]. При сенокосном использовании мятылика лугового и некоторые низовые злаки относятся к неустойчивым видам [15]. Часто конкурентную способность определяют по соотношению урожая отдельных компонентов смеси [14].

Специфика взаимоотношений растений проявляется уже в первый год жизни трав и определяется, в первую очередь, густотой стояния, которая, по мнению [2], является одной из составляющих элементов продуктивности многолетних трав. При изменении условий произрастания год от года происходят сдвиги в количественном соотношении компонентов травостоя, вплоть до смены доминантов [1]. В первые 2–3 года превалируют злаки среднего долголетия (тимофеевка луговая, овсяница луговая), затем (до 5–6 лет) более долголетние (ежа сборная, мятылик луговой, лисохвост луговой и др.). Последующее формирование растительного сообщества (6–8 лет и более) зависит от режима использования и ухода [15]. Так, при двуукосном использовании доля тимофеевки сохраняется довольно высокой, при более частом скашивании ведущая роль переходит к овсянице луговой. Низовые злаки лучше развиты на участках с частым скашиванием [8].

В результате трансформации видового состава агрофитоценоза некоторые ценные злаковые кормовые растения быстро выпадают из травостоя, вызывая снижение его зоотехнической ценности.

Цель работы – изучить динамику ботанического состава и оценить внутреннюю структуру взаимосвязей тимофеевки луговой с другими видами злаковых травостоев.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Научные исследования проведены на опытном поле отдела кормопроизводства ФГБНУ «Карельская ГСХОС». При этом использованы методики, разработанные ФГБНУ ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса (1996, 1997, 2007). Агрохимический анализ почвенных образцов и оценка качества кормов проведены в ФГБУ «Станция агрохимической службы “Карельская”» согласно общепринятым методикам.

Полевой опыт по оценке продуктивного долголетия злаковых травостоя заложен на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, характеризующейся следующими агрохимическими показателями: pH – 5,10–5,35, ГК – 3,33–4,14 мг/100 г почвы, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 38,0–56,0 мг/100 г; K<sub>2</sub>O – 17,4–26,7 мг/100 г, N общий – 0,24–0,26 %.

Площадь учетной делянки 20 м<sup>2</sup>, повторность 4-кратная, размещение вариантов – рендомизированное. Посев беспокровный. Ежегодно вносили минеральные удобрения: азотные – в дозе N<sub>135</sub> дробно по 45 кг д. в. под каждый цикл использования, фосфорно-калийные – однократно в дозе P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>. Учет ботанического состава травостоя про-

водили в межфазный период кущения – начала выхода в трубку три раза за период вегетации.

В схему опыта включены двух- и трехкомпонентные травосмеси с участием сортов тимофеевки луговой Олонецкая местная, овсяницы луговой Суйдинская, райграса пастбищного Дуэт, фестуолиума ВИК 90, мяты лугового Дар, костреца безостого Факельный.

В годы исследований (2006–2015) метеорологические условия характеризовались неоднородностью показателей в течение полевых сезонов. Так, в первый год жизни растения испытывали недостаток влаги в период от всходов до кущения, в дальнейшем сложились относительно благоприятные условия для развития трав. В последующие годы (2007–2009), а также 2011, 2015 годы метеоусловия соответствовали биологическому оптимуму многолетних трав (гидротермический коэффициент (ГТК) составил 1,8–2,2). Вегетационные периоды растений 2010, 2012–2014 годов отличались повышенными показателями среднемесячной температуры воздуха и недостаточным количеством осадков (ГТК – 0,86–0,95) в сравнении со среднемноголетними значениями.

В вариантах опыта, каждый из которых включал *P. pratense* в сочетании с другими видами трав, изучали взаимоотношения тимофеевки луговой с прочими компонентами травостоя. Для оценки влияния условий полевого сезона и сроков скашивания трав на динамику ботанического состава применяли дисперсионный анализ, а особенностей связи между видами – корреляционный анализ [3]. Специфику отношений *P. pratense* с другими компонентами травостоя определяли с привлечением факторного анализа [4], [6]. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили на персональном компьютере с использованием программного пакета Excel и программы StatGraphics Centurion.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Интенсивное использование многолетних трав вызывает постепенную трансформацию травостоя: элиминацию отдельных кормовых видов и заполнение ниши несеянными видами и разнотравьем: пырей ползучий (*Agropyrum repens* L.), клевер ползучий (*Trifolium repens* L.), ежа сборная (*D. glomerata*), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.), трехреберник непахучий (*Tripleurospermum inodorum* L.), осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), крапива двудомная (*Urtica dioica* L.). Наибольшая массовая доля этих видов, составляющая более половины урожая, к 9-му году пользования отмечена в тимофеевочно-овсяничном травостое и в травостоях с включением райграса пастбищного и фестуолиума. В этих вариантах присутствовали единичные растения луговика дернистого (*Deschampsia caespitosa* L.). В травостоях с доминированием корневищного злака – костреца безостого внедрение несеянных видов и разно-

травья составило чуть более 20,0 %, а в варианте с мятым луковым было минимальным.

Уровень продуктивного долголетия созданных травостояев в значительной степени определялся их ботаническим составом.

В двухкомпонентном травостое соотношение видов по годам пользования трав сопровождалось снижением *P. pratense* и, в основном, доминированием *F. pratensis*. К 9-му году несеянные виды и разнотравье вытеснили на 52,1 % вышеуказанные компоненты травостоя.

Наиболее выраженный сдвиг в количественном соотношении видового состава установлен в травосмеси, включающей тимофеевку луговую и кострец безостый. Рост массовой доли (до 66,5 %) *P. pratense* продолжался лишь до третьего года жизни растений, а в дальнейшем происходил резкий спад участия этого вида в ботаническом составе травостоя. Кострец безостый, как более агрессивный злак, преобладал (44,2–68,3 %) в травостое и год от года вытеснял тимофеевку.

В трехвидовом травостое уже с третьего года пользования выявлена тенденция доминирования корневищного злака *P. pratensis*, который угнетал как *P. pratense*, так и *F. pratensis*. Последние два вида иначе развивались с участием *L. perenne*. На фоне преобладания овсяницы луговой (34,8–59,6 %) массовая доля ценного в кормовом отношении райграса пастбищного достигала 45,3–30,4 % в травостое лишь на протяжении первых трех лет пользования многолетних трав, а затем снижалась до минимума (2,5 %). Аналогичная тенденция в динамике ботанического состава по годам установлена при сочетании *P. pratense*, *F. pratensis* с *Festulolium*. Доля участия последнего 28,4 % сохранилась в агрофитоценозе до пятого года пользования.

Развитие тимофеевки луговой в поливидовом посеве происходило на фоне смены доминанта. Наибольшее увеличение доли (41,2 %) *P. pratense*, выявленное на третьем году жизни, сопровождалось последующим спадом участия вида. На протяжении девяти лет долевое участие райграса пастбищного в формировании урожая постепенно уменьшалось (с 69,2 до 1,1 %), а костреца безостого, наоборот, увеличивалось (15,8–69,3 %).

В условиях совместного произрастания *P. pratense* с *Festulolium* и *B. inermis* установлена аналогичная смена преобладания партнеров. При этом растения межродового гибрида более продолжительное время сохранялись в травостое, несмотря на присутствие агрессивного вида *B. inermis*.

С использованием дисперсионного анализа установлено достоверное влияние условий полевого сезона на состав травостоя. Как считают [7], метеорологические условия вегетационных периодов оказывают даже большее воздействие, чем экотопические, на конкурентную способность злаков при разных режимах использования травостоя. В нашем опыте доминирование

овсяницы луговой в травостое с тимофеевкой луговой особенно проявилось в условиях полевых сезонов 2010 и 2011 годов при повышенной среднемесячной температуре воздуха и недостаточном количестве осадков, а также на фоне метеорологических показателей, приближающихся к среднемноголетнему уровню. В аналогичных погодных условиях преимущество получили мятыник луговой в травостоях с тимофеевкой луговой и овсяницей луговой (2013–2015 годы), а также кострец безостый в сочетании с тимофеевкой луговой и райграсом пастбищным или фестулолиумом (2014–2015 годы). Преобладающее развитие овсяницы луговой отмечено в травостоях с участием тимофеевки луговой, райграса пастбищного или фестулолиума лишь в течение полевого сезона 2011 года с благоприятными погодными условиями.

Анализ ботанического состава при трехкратном отчуждении надземной массы многолетних трав показал, что содержание тимофеевки луговой во всех вариантах опыта снижалось от 1-го к 3-му укосу в 1,1–1,8 раза. Наименьшая массовая доля *P. pratense* (7,9...10,2 %) установлена при совместном ее произрастании с *F. pratensis* и *P. pratensis*. Долевое участие овсяницы луговой зависело от компонентного состава травосмеси. Так, на фоне незначительных колебаний массовой доли *F. pratensis* в травостое с *L. perenne* или *Festulolium*, в варианте совместного выращивания с *P. pratense* доля участия вида к 3-му укосу увеличилась в 1,1 раза. Добавление в соответствующую травосмесь *P. pratensis*, наоборот, вызвало снижение доли *F. pratensis* (с 19,8 до 14,4 %).

Корневищный злак *B. inermis*, как более конкурентный вид, ингибировал развитие других представителей травостоев: к 3-му укосу доля его участия возросла до 37,7–61,0 %.

С использованием корреляционного анализа установлены особенности связи по укосам между шестью видами многолетних трав в различных травостоях. Так, высокие и средние обратные связи, свидетельствующие о конкурентных отношениях, определены между тимофеевкой луговой с каждым из пяти изученных компонентов злаковых трав во всех вариантах опыта. Подобная связь выявлена между овсяницей луговой с

мятликом луговым (коэффициент корреляции по укосам варьировал от –0,97 до –0,64), с райгра-сом пастбищным (–0,70...–0,82) и фестулолиумом (–0,68...–0,80), а также между кострецом безостым и райграсом пастбищным (–0,71...–0,80).

На среднесуглинистой почве взаимоотношения между *P. pratense* и другими компонентами злаковых травостоев складывались неоднозначно. Так, на протяжении 3 укосов выявлены конкурентные отношения тимофеевки луговой с овсяницей луговой, а также кострецом безостым. В поливодовом агрофитоценозе на протяжении всего сезона отрицательная взаимосвязь установлена между сочетанием тимофеевки луговой и овсяницы луговой с мятыником луговым. При добавлении в травостой райграса пастбищного последний конкурировал как с тимофеевкой луговой, так и кострецом безостым с 1-го по 3-й укос. В первой половине вегетации растений конкурентные отношения складывались между тимофеевкой луговой и райграсом пастбищным, а в последующем – между последним и овсяницей луговой. Включение в состав смеси фестулолиума обусловило его антагонистические отношения с тимофеевкой луговой по результатам первого учета, овсяницей луговой – второго, а с сочетанием этих видов – третьего учета. Этот межродовой гибрид составил конкуренцию тимофеевке луговой и кострецу безостому лишь к последней дате учета.

Таким образом, при ежегодном трехкратном отчуждении надземной вегетативной массы долевое участие тимофеевки луговой, овсяницы луговой, райграса пастбищного и фестулолиума в основном сокращалось к 9-му году пользования. Мятыник луговой и, особенно, кострец безостый постепенно вытесняли другие злаковые травы, получая доминирующее развитие в травостое. С каждым последующим укосом на фоне снижения массовой доли тимофеевки луговой увеличивалось содержание костреца безостого, мятыника лугового, райграса пастбищного и фестулолиума независимо от видового состава травостоя. Возможно, выявленная тенденция изменения соотношения *P. pratense* в ботаническом составе травостоев связана с антагонистическим характером отношений тимофеевки луговой с другими представителями агрофитоценозов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев Н. Г., Тюльдюков В. А. Теория и практика луговодства. М.: Россельхозиздат, 1977. 220 с.
2. Бавилов П. П., Кондратьев А. А. Новые кормовые культуры. М.: Россельхозиздат, 1975. 349 с.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.
4. Дюк В. Обработка данных на ПК в примерах. СПб.: Питер, 1997. 240 с.
5. Забарная Д. Райграс пастбищный: описание и использование [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.syl.ru/article/205841/new\\_raygras-pastbischnyiy-opisanie-i-ispolzovanie](https://www.syl.ru/article/205841/new_raygras-pastbischnyiy-opisanie-i-ispolzovanie) (дата обращения 12.05.2017).
6. Ким Дж.-О., Мьюллер Ч. У., Клекка У. Р., Олдендерфер М. С., Блэшфилд Р. К. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ. М.: Финансы и статистика, 1989. 215 с.
7. Калинина С. И., Лайдинен Г. Ф. Биологические основы возделывания многолетних злаковых трав на Европейском Севере России. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1995. 212 с.
8. Козлов Л. Г., Михаилов А. И., Синкевич Е. И. Луговые агроценозы на мелиорированных землях. Л., 1982. 180 с.
9. Корышев Д. С. Фестулолиум (краткая информация) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.vgsa.ru/agroland/quest/page/2051/> (дата обращения 12.05.2017).
10. Кушаева Е. А. Оптимизация приемов формирования высокопродуктивных бобово-злаковых травостоев в Предгорной зоне Кабардино-Балкарии: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Нальчик, 2006. 22 с.

11. Мартемьянова А. А. Особенности конкурентных отношений многолетних растений в агрофитоценозах Предбайкалья: Дис. ... канд. биол. наук. Иркутск, 2009. 186 с.
12. Минвалиев С. В., Павлова О. В. Ценотическая активность многолетних трав в условиях Приморского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 9 (131). С. 26–30.
13. Работнов Т. А. Фитоценология. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983. 296 с.
14. Работнов Т. А. Экспериментальная фитоценология. М.: МГУ, 1987. 160 с.
15. Рекомендации по подбору многолетних трав при залужении осущенных торфяных почв / Сост. Л. Г. Козлов; М-во сельского хозяйства КАССР. Петрозаводск, 1981. 9 с.

**Evstratova L. P.**, Karelian State Agricultural Experimental Station (Petrozavodsk, Russian Federation)

**Evseeva G. V.**, Karelian State Agricultural Experimental Station (Petrozavodsk, Russian Federation)

**Smirnov S. N.**, Karelian State Agricultural Experimental Station (Petrozavodsk, Russian Federation)

**Nikolaeva E. V.**, Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)

**Evstratov I. V.**, Petrozavodsk State University (Petrozavodsk, Russian Federation)

## CHARACTERISTIC FEATURES OF STRUCTURAL INTERDEPENDENCES FOR *PHLEUM PRATENSE* L. WITH OTHER COMPONENTS OF PERENNIAL GRASS STANDS

The article is concerned with the results of the 9 year observation of the two and three-component grass stands, formed on the basis of different types of perennial grass, considering their long-term combined use. It was noted that the level of productive longevity of grass stands was largely determined by their botanical composition. Characteristic features of the structure of interdependences for timothy grass with other components are revealed. It was established that the mass share of *P. pratense* in the timothy-fern grass stands declined with the increasing period of the grass use, yielding the dominant position to *Festuca pratensis* Huds. In the grass stands with the brome grass, timothy grassland predominated (66,5 %) only until the third year of life, and later *Bromopsis inermis* Leyss gradually depressed its development. In a three-component grass stand, the meadow grassland, beginning from the third year of its use, dynamically increased the mass fraction (up to 93,0 %), replacing timothy grass and meadow fescue. The introduced species – perennial ryegrass and festulolium influenced the grass stand development only during the first three to five years of use. Practically, in all studied variants of the experiment, a clearly expressed regularity of the decrease in the mass share of timothy grass from the 1st to the 3rd cut was observed irrespective of the year of grass use. It is probably conditioned by the antagonistic nature of the relations of *P. pratense* with other representatives of grass stands.

Key words: timothy grass, perennial grasses, botanical composition, competitive relati

## REFERENCES

1. Andreev N. G., Tjul'djukov V. A. *Teoriya i praktika lugovodstva* [Theory and practice of grassland farming]. Moscow, Rossel'khozizdat Publ., 1977. 220 p.
2. Vavilov P. P., Kondrat'ev A. A. *Novye kormovye kul'tury* [New fodder crops]. Moscow, Rossel'khozizdat Publ., 1975. 349 p.
3. Dospekhov B. A. *Metodika polevogo opyta* [Methods of field experiment]. Moscow, Kolos Publ., 1979. 416 p.
4. Djuk V. *Obrabotka dannyykh na PK v primerakh* [Data processing on PC in examples]. St. Petersburg, Piter Publ., 1997. 240 p.
5. Zabarnaja D. *Raygras pastbishchnyy: opisanie i ispol'zovanie* [Perennial ryegrass: description and use]. Available at: [https://www.syl.ru/article/205841/new\\_raygras-pastbischnyy-opisanie-i-ispolzovanie](https://www.syl.ru/article/205841/new_raygras-pastbischnyy-opisanie-i-ispolzovanie) (accessed 12.05.2017).
6. Kim Dzh.-O., Mjuller Ch. U., Klekka U. R., Oledenderfer M. S., Bljeshfield R. K. *Faktornyy, diskriminantnyy i klasternyy analiz* [Factor, Discriminant, and Cluster Analysis]. Moscow, Finansy i statistika Publ., 1989. 215 p.
7. Kalinina S. I., Lajdinen G. F. *Biologicheskie osnovy vozdeleyvaniya mnogoletnikh zlakovykh trav na Evropeyskom Severe Rossii* [Biological basis of cultivation of perennial grasses in the European North of Russia]. Petrozavodsk, 1995. 212 p.
8. Kozlov L. G., Mikhalev A. I., Sin'kevich E. I. *Lugovye agrotsenozy na meliorirovannykh zemlyakh* [Meadow agro-ecosystems on reclaimed lands]. Leningrad, Nauka Publ., 1982. 180 p.
9. Kornyshev D. S. *Festulolium (kratkaya informatsiya)* [Festulolium (abstract)]. Available at: <http://www.vgsa.ru/agroland/question/page/2051/> (accessed 12.05.2017).
10. Kusheva E. A. *Optimizatsiya priemov formirovaniya vysokoproduktivnykh bobovo-zlakovykh travostoev v Predgornoy zone Kabardino-Balkarii: Aftoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk* [Optimization of methods of formation of highly productive legume-grass swards in the Foothill zone of the Kabardino-Balkar Republic. Author's abst. PhD. agr. sci. diss.]. Nalchik, 2006. 22 p.
11. Martem'janova A. A. *Osobennosti konkurentnykh otnosheniya mnogoletnikh rasteniy v agrofitotsenozakh Predbaykal'ya: Dis. ... d-ra biol. nauk* [Features of the competitive relationship of perennial plants in the agrophytocenosis of the Baikal region]. Irkutsk, 2009. 186 p.
12. Minvaliev S. V., Pavlova O. V. Coenotic activity of perennial grasses in the conditions of Primorsky Krai [Tsenoticheskaya aktivnost' mnogoletnikh trav v usloviyah Primorskogo kraja]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2015. № 9 (131). P. 26–30.
13. Rabinov T. A. *Fitotsenologiya* [Phytocenology]. Moscow, MGU Publ., 1983. 296 p.
14. Rabinov T. A. *Eksperimental'naya fitotsenologiya* [Experimental Phytocenology]. Moscow, MGU Publ., 1987. 160 p.
15. *Rekomendatsii po podboru mnogoletnikh trav pri zaluzhenii osushennykh torfyanykh pochv* [Recommendations for the selection of perennial grasses for the draining of drained peat soils]. Sost. L. G. Kozlov. Petrozavodsk, 1981. 9 p.

Поступила в редакцию 20.11.2017