

СРЕДООБРАЗУЮЩАЯ РОЛЬ АГРОЭКОСИСТЕМ С ДОЛГОЛЕТНИМИ РАЗНОПОСПЕВАЮЩИМИ МНОГОУКОСНЫМИ ЗЛАКОВЫМИ ТРАВСТОЯМИ

Н. В. Жезмер, кандидат сельскохозяйственных наук

*ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса»,
г. Лобня Московской области, Россия, vik_lugovod@bk.ru*

Приведены показатели накопления корневой массы и закрепления в ней питательных веществ на 28-й год многоукосного использования разноспевающих злаковых травостоев. Установлено изменение и повышение плодородия почвы под долголетними агроценозами.

Ключевые слова: *злаковые агроценозы, три укоса, долголетие, накопление корневой массы, плодородие почвы.*

Введение. Интенсификация лугового кормопроизводства обеспечивает повышение качества и объемов заготовки сенажа и силоса [1–3]. Для снижения себестоимости объемистых кормов необходимо целенаправленно создавать долголетние разноспевающие злаковые травостои для укосного конвейера [4; 5]. При долголетнем произрастании луговых агроэкосистем изменяется их среда обитания в результате потребления (выноса из почвы) элементов питания с урожайностью и закрепления их в почве под действием корневой системы [6; 7]. Многолетние травы оказывают многообразное влияние на почвенную среду в процессе накопления подземной массы и ее разложения [8]. Исследованиями, выполненными во ВНИИ кормов в длительных опытах по изучению дернового процесса под луговыми агроценозами, доказано, что наиболее активное накопление корневой массы происходит в первые 13 лет жизни трав. Затем процесс образования растениями корней, их частичное отмирание и минерализация стабилизируются, и наступает равновесие. В последующие годы при длительном использовании травостоев в почве происходит активное накопление гумуса и азота [9; 10]. Это прямая средообразующая функция луговых агроэкосистем, позволяющая решать важную экологическую задачу — повышение плодородия почвы.

Цель исследования — установить средообразующую роль перспективных долголетних разноспевающих многоукосных злаковых травостоев по накоплению корневой массы и изменению почвенного плодородия.

Условия и методика проведения исследований. Работа выполнена на Центральной экспериментальной базе ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» в Московской области в соответствии с тематическим планом ФНЦ. Полевой опыт проведен на суходоле временно избыточного увлажнения. Почва опытного участка дерново-подзолистая средне-суглинистая. Перед закладкой опыта в слое почвы 0–20 см содержалось 1,74 % гумуса, 118 мг/кг подвижного фосфора и 57 мг/кг обменного калия, $pH_{\text{сол}} = 5,7$.

Залужение проведено беспокровно летом 1993 г. Травостои создавали на основе наиболее долголетних корневищных видов злаков районированных сортов: лисохвоста лугового (сорт Серебристый), костреца безостого (Моршанский 760) и двукосточника тростникового (Первенец). В травосмеси добавляли рыхлокустовые виды — ежу сборную (ВИК 61) и тимофеевку луговую (ВИК 9). Скороспелость травостоев, состав агроценозов и норма высева семян трав приведены в таблице 1.

1. Накопление корневой массы долголетними разноспелевающими трехукосными травостоями за 28 лет пользования (слой почвы 0–20 см)

Тип скороспелости и состав травостоя, норма высева семян (кг/га)	Накопление массы корней, ц/га СВ		Урожайность травостоя в 28-ом г.п., ц/га СВ	Коэффициент продуктивного действия корней
	за 28 лет пользования	за 1 год		
Раннеспелый				
Лисохвост луговой (11) + ежа сборная (6)	210,0	7,5	76,1	0,36
Среднеспелый				
Кострец безостый (14) + тимофеевка луговая (4)	196,9	7,0	84,5	0,43
Двукосточник тростниковый (10)	209,8	7,5	80,5	0,38
НСР ₀₅			6,6	

В год посева проведено одно скашивание травостоев. Со второго года жизни трав применяли трехукосный режим использования агроценозов по принципу раннего и среднего звеньев укосного конвейера. В первом укосе каждый тип травостоя убирали в начале фазы колошения доминирующего вида. Второй и третий укосы скашивали в той же последовательности. Подкормка травостоев минеральными удобрениями в среднем за 28 лет трехукосного использования составила за сезон $N_{180}P_{40}K_{155}$. Дозы фосфора и калия периодически уточняли в связи с высоким выносом этих питательных веществ с урожаем трав.

Все наблюдения, учеты и анализы осуществляли по принятым в луговодстве методикам. В частности, определение накопления травами корневой массы, расчет в ней и в почве запаса питательных веществ сделано по методикам ВНИИ кормов [11; 12]. Агрохимические анализы почвенных образцов дерново-подзолистой почвы проведены в лаборатории массовых анализов ВНИИ кормов: содержание гумуса сделано по Тюрину (ГОСТ 26213-91), общий азот — по ГОСТ 26107-84, подвижные формы фосфора и калия — по Кирсанову (ГОСТ 54650-2011), $pH_{\text{кол}}$ — потенциометрически (ГОСТ 26483-85).

Результаты исследований. Под долголетними трехкосными ранне- и среднеспелыми травостоями с доминированием корневищных видов злаков при ежегодном внесении $N_{180}P_{40}K_{155}$ на 28-й год пользования (г.п.) накопление корневой массы в слое почвы 0–20 см различалось по агроценозам незначительно и составило 197–210 ц/га сухого вещества (СВ) (табл. 1). Это в 2,3–2,8 раза выше по сравнению с урожайностью травостоев. Темпы среднегодового прироста подземной массы были 7,0–7,5 ц/га СВ. Коэффициент полезного действия корней, определяемый отношением надземной массы (урожайности) к величине подземной массы (корней), составил на 28-й г.п. (2021 г.) 0,36–0,43 (табл. 1). В 2021 г. показатели урожайности травостоев с лисохвостом луговым (76,1 ц/га СВ) и кострцом безостым (84,5 ц/га) были на уровне средне-многолетних данных (соответственно 76,5 и 87,7 ц/га), а у агроценоза с двухкосточником тростниковым — на 13,2 ц/га ниже (80,5 против 93,7 ц/га СВ).

Корневая система многолетних трав осуществляет поступление питательных веществ из почвы в надземную часть луговых растений. При этом в корневой массе перспективных злаковых травостоев закрепляется значительное количество элементов питания (табл. 2). Так, при концентрации азота 1,7 % его содержание в подземной массе агроценозов с кострцом и лисохвостом составило соответственно 341 и 355 кг/га. В фитоценозе с двухкосточником из-за более низкого содержания азота в корнях (1,4 %) его закрепление в корневой массе было 287 кг/га. Следует отметить, что полученные данные согласуются и объясняются результатами ранее заложенных во ВНИИ кормов опытов [6; 13], в которых установлено, что ежегодная подкормка травостоев азотными удобрениями при длительном использовании (18 и 53 года) способствует увеличению подземной массы злаковых агроценозов, повышает интенсивность дернового процесса на лугах и закрепление азота в корнях соответственно до 284 и 372–390 кг/га.

В корневой массе долголетних разнопоспевающих травостоев 28-го г.п. содержалось 0,44–0,55 % фосфора (табл. 2) Закрепление его в подземной массе составило 92–116 кг/га. При этом более высокие пока-

затели, как и по азоту, получены на агроценозах с лисохвостом луговым и кострцом безостым.

2. Содержание питательных веществ в корневой массе разноспевающих травостоев на 28-й год пользования в слое почвы 0–20 см

Тип скороспелости и состав травостоя	Азот		P ₂ O ₅	
	%	кг/га	%	кг/га
Раннеспелый				
Лисохвост + ежа	1,69	354,9	0,55	115,5
Среднеспелый				
Кострец + тимopheевка	1,73	340,6	0,55	108,3
Двукосточник	1,37	287,4	0,44	92,3

Почва опытного участка (слой 0–20 см) в исходном состоянии характеризовалась близким к нейтральному уровню кислотности, повышенной обеспеченностью подвижным фосфором и низким содержанием обменного калия и гумуса (табл. 3).

3. Изменение агрохимических показателей почвы при долголетнем использовании травостоев на 28-й год пользования (слой почвы 0–20 см)

Травостой	pH _{сол}	Подвижный фосфор, мг/кг	Обменный калий, мг/кг	Общий азот, %	Гумус, %
Исходное состояние почвы	5,70	117,5	57,0	0,123	1,74
Раннеспелый					
Лисохвост + ежа	4,78	77,6	47,9	0,145	2,78
Среднеспелый					
Кострец + тимopheевка	5,00	67,1	43,3	0,142	2,52
Двукосточник	4,96	81,3	42,1	0,156	2,44

Долголетнее трехукосное использование травостоев с внесением за сезон в среднем за 28 лет пользования N₁₈₀P₄₀K₁₅₅ оказало существенное влияние на агрохимические свойства почвы. За 28-летний срок показатели кислотности почвы снизились на всех травостоях до уровня среднекислой реакции (pH_{сол} = 4,8–5,0). Содержание зольных элементов в почве (фосфора и калия) зависело от внесения их с удобрениями и выноса из почвы с высоким урожаем трав (вследствие применения азотных удобрений в дозе N₁₈₀). Содержание подвижного фосфора в почве

на 28-й г.п. значительно уменьшилось до 67–81 мг/кг, так как ежегодная подкормка P_{40} была ниже среднегодового выноса P_2O_5 (60–67 кг/га) с урожайностью долголетних злаковых травостоев. Содержание обменного калия в почве при длительном многоукосном использовании агроценозов снизилось с исходного 57 мг/кг до 42–48 мг/кг. При высоком выносе K_2O с урожаем 205–223 кг/га доза K_{155} оказалась недостаточной. В результате вышеизложенного установлено, что запас питательных веществ в почве под перспективными травостоями с 1994 по 2021 гг. снизился по фосфору на 38–49 %, по калию на 24–33 % (табл. 4). Следовательно, при продолжении исследований необходимо повысить дозы внесения фосфорных и калийных удобрений.

4. Изменение запаса питательных веществ в почве при долголетнем использовании трехукосных злаковых травостоев на 28-й год пользования (слой почвы 0–20 см)

Травостой	P_2O_5	K_2O	Общий азот	Гумус, т/га	Среднегодовое накопление гумуса, кг/га
	кг/га				
Исходное состояние почвы	294	142	3075	43,5	—
Раннеспелый					
Лисохвост + ежа	175	108	3262	62,6	682
Среднеспелый					
Кострец + тимофеевка	151	97	3195	56,7	471
Двукосточник	183	95	3510	54,9	407

Учеными ВНИИ кормов на долголетнем двухукосном сенокосе выявлено, что в ходе дернового процесса в дерново-подзолистой почве сохраняются аэробные условия и наличие в почвенном воздухе достаточного количества кислорода [9; 10; 14]. Поэтому минерализация отмерших частей подземных органов трав идет активно и непрерывно. В результате этого повышается плодородие почвы в основном за счет накопления гумуса и азота. В нашем опыте содержание общего азота в слое почвы 0–20 см повысилось с 0,123 % (исходное состояние) до 0,142–0,156 %, а его запас в почве увеличивался на 120–435 кг/га (табл. 3 и 4).

В воспроизводстве почвенного плодородия важная роль принадлежит гумусу — в нем закрепляется значительное количество питательных веществ, которые при минерализации переходят в усвояемую для растений минеральную форму [15]. Гумус также участвует в создании почвенной структуры и активизации в почве биохимических процессов

[16]. За 28-летний период использования многоукосных злаковых травостоев содержание гумуса повысилось с исходного 1,74 до 2,44–2,78 % (табл. 3). Запас гумуса в почве (слой 0–20 см) увеличился соответственно с 44 до 55–63 т/га или на 26–44 % (табл. 4). Более высокие показатели по гумусу получены у раннеспелого травостоя из короткокорневищного лисохвоста лугового (59 % в фитоценозе в среднем за 28 лет пользования) и рыхлокустового вида ежа сборная (23 %) по сравнению со среднеспелыми агроценозами с доминированием длиннокорневищных злаков — костреца безостого (73 %) и двукисточника тростникового (76 %). Так, среднегодовое накопление гумуса соответственно составило 682, 471 и 407 кг/га.

Заключение. Средообразующая роль перспективных ранних и среднеспелых долголетних трехукосных злаковых агроэкосистем при ежегодном внесении $N_{180}P_{40}K_{155}$ в течение 28 лет пользования проявляется:

- в накоплении 197–210 ц/га СВ подземной массы растений с закреплением в ней питательных веществ: 287–355 кг/га азота и 92–116 кг/га фосфора (P_2O_5);
- в повышении плодородия почвы за счет дополнительного запаса 120–435 кг/га общего азота (по сравнению с исходным при закладке опыта) и увеличении содержания на 11–19 т/га гумуса в результате дернового процесса при разложении отмерших частей подземных органов и их минерализации.

Литература

1. Основные направления развития лугового кормопроизводства в России / А. А. Кутузова, Д. М. Тебердиев, К. Н. Привалова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32, № 2. – С. 17–20.
2. Инновационный ресурс производства высококачественных объемистых кормов на природных сенокосах / А. А. Кутузова, Д. М. Тебердиев, А. В. Родионова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32, № 2. – С. 40–43.
3. Жезмер Н. В. Качество травяного сырья разнопоспевающих многоукосных агроценозов для заготовки сенажа // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр., вып. 29(77). Материалы Междунар. конгресса по кормам, посвящ. 100-летию ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». Ч. II. – М.: ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2022. – С. 32–38.
4. Экономическая эффективность усовершенствованных технологий создания и использования сеяных сенокосов / А. А. Кутузова, Д. М. Тебердиев, А. В. Родионова [и др.] // Кормопроизводство. – 2020. – № 3. – С. 3–8.
5. Жезмер Н. В. Экономическая эффективность долголетнего многоукосного использования разнопоспевающих злаковых травостоев для заготовки сенажа // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. Вып. 25(73) / ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». – М. : ФГБОУ ДПО РАКО АПК, 2021. – С. 87–93.

6. Трофимова Л. С., Кулаков В. А. Современное экспериментальное обоснование развития дернового процесса на лугах // Кормопроизводство. – 2003. – № 11. – С. 11–14.
7. Тебердиев Д. М., Родионова А. В. Продуктивность и средообразующая роль долголетних агрофитоценозов // Адаптивное кормопроизводство. – 2017. – № 4. – С. 43–50. URL: <http://www.adaptagro.ru/>.
8. Кутузова А. А. Средообразующие функции луговых экосистем // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: средообразующие функции кормовых растений и экосистем : сб. науч. тр., вып. 1(49) / Всероссийский научно-исследовательский институт кормов им. В. Р. Вильямса. – М. : Угрешская типография, 2014. – С. 72–81.
9. Ромашов П. И., Ахламова Н. М. Интенсивность дернового процесса и эффективность удобрений при длительном использовании сенокосов : тр. XII Международного конгресса по луговодству. – М., 1974. – Т. 7. – С. 446–451.
10. Интенсивность дернового процесса и эффективность удобрений при длительном использовании сенокосов / Н. М. Ахламова, Л. Д. Федорова, В. В. Гудков, Г. П. Зятчина // Эффективные приемы повышения продуктивности природных кормовых угодий по зонам страны : сб. науч. тр., вып. 39 / ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса. – М., 1988. – С. 121–132.
11. Методика опытов на сенокосах и пастбищах. Ч. 1 / Под ред. В. Г. Игловикова, Н. С. Конюшкова, В. П. Мельничука [и др.]. – М. : Печатно-множительная группа ВИК, 1971. – 232 с.
12. Методика оценки потоков энергии в луговых агроэкосистемах. 3-е изд., перераб. и дополн. / А. А. Кутузова, Л. С. Трофимова, Е. Е. Проворная. – М. : Угрешская типография, 2015. – 32 с.
13. Привалова К. Н. Средообразующая роль разновозрастных пастбищных травостоев // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: средообразующие функции кормовых растений и экосистем : сб. науч. тр., вып. 1(49) / Всероссийский научно-исследовательский институт кормов им. В. Р. Вильямса. – М. : Угрешская типография, 2014. – С. 81–87.
14. Гудков В. В. Повышение продуктивного долголетия сеяных сенокосов в Центральном районе Нечерноземной зоны : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса. – М., 1984. – 16 с.
15. Смирнов П. М., Муравин Э. А. Агрехимия. – М. : Колос, 1977. – 240 с.
16. Кононова М. М. Органическое вещество почвы, его природа, свойства и методы изучения. – М. : АН СССР, 1963. – 314 с.

**ENVIRONMENT-FORMING ROLE OF AGROECOSYSTEMS
WITH LONG-YEAR-OLD DIFFERENT RIPENING
MULTICUT CEREALS HERBAGE**

N. V. Zhezmer

The accumulation of the root mass and the consolidation of the nutrient substances in it for 28 years of multidimensional use of high-speed cereal herbages are given. A change and increase in soil fertility under longevity agricultural focus has been established.

Keywords: *cereal awnless brome, three mowing, longevity, the accumulation of root mass, soil fertility.*