

# Энергосберегающая укосная технология

## Создание и использование долголетних разноспевающих злаковых травостоев

Наталья ЖЕЗМЕР, кандидат сельскохозяйственных наук  
ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса»

DOI: 10.25701/ZZR.2022.07.07.005

**В создании устойчивой кормовой базы ведущую роль играет луговое кормопроизводство. Формирование долголетних многоукосных разноспевающих агроценозов на основе корневищных видов злаковых трав позволяет поддерживать продуктивное долголетие лугов и получать качественное травяное сырье для заготовки энергонасыщенных и высокопитательных объемистых кормов — сенажа и силоса.**

При длительном интенсивном использовании травостоев без пезерезалужения капитальные затраты на создание агроценозов уменьшаются в несколько раз. При этом снижается себестоимость кормов и повышается энергетическая эффективность укосной технологии (Кутузова А.А., Тебердиев Д.М., Родионова А.В. и др., 2020; Жезмер Н.В., 2021). В современных условиях ученые ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» при завершении исследований проводят экономическую и энергетическую оценку научных разработок и дают рекомендации по сокращению затрат ресурсов и энергии в процессе производства кормов на сенокосах и пастбищах (Тебердиев Д.М., Родионова А.В., Шанникова М.А., Запывалов С.А., 2021; Жезмер Н.В., 2021).

Агроэнергетическая оценка приемов и технологий позволяет определить затраты антропогенной энергии (живого и овеществленного труда) в единых показателях (джоулях) в соответствии с международной системой СИ (Михайличенко Б.П., Шпаков А.С., Кутузова А.А., 2000), оценить эффективность таких затрат и установить роль природных факторов в производственном процессе (Кутузова А.А., Трофимова Л.С., Проворная Е.Е., 2011).

Природные факторы, участвующие в формировании урожайности травостоев и производстве энергии агроэкосистемами, весьма разнообразны. Это — видо-

вой состав и возраст популяции луговых трав, энергия солнца, погода, активное и потенциальное плодородие почвы, запас в ней влаги и т.д. (Кутузова А.А., 2014). Данные научно-хозяйственных экспериментов ученых ВНИИ кормов свидетельствуют о том, что при применении разработанных энерго- и ресурсосберегающих технологий создания и использования травостоев антропогенные затраты энергии в значительной мере снижаются за счет мобилизации природных факторов (Кулаков В.А., Седова Е.Г., Алтунин Д.А., 2015; Кутузова А.А., Алтунин Д.А., Степаннищев И.В., 2015; Кутузова А.А., Тебердиев Д.М., Родионова А.В., 2016).

По результатам проведенных автором статьи исследований сделана оценка энергетической эффективности создания и долголетнего интенсивного использования укосной технологии, а также установлена роль антропогенных затрат и природных факторов при производстве обменной энергии (ОЭ) травостоями. Полевой опыт проводили в Московской области с 1994 по 2019 г. на травостоях посева 1982 г.

Предметом изучения служили ранне-спелые и среднеспелые одновидовые посева долголетних злаковых трав и травосмеси с их доминированием 12–37-го годов использования при трехукосном режиме скашивания. Площадь делянки составляла 40 м<sup>2</sup>, размещение вариантов — систематическое со смещением по по-

вторностям. Опытный участок относится к суходольному типу луга с временно избыточным увлажнением. Почва — дерново-подзолистая среднесуглинистая. При подготовке почвы к залужению в нее внесли известковую муку в дозе 3 т/га. На 12-й год пользования в слое почвы 0–20 см содержалось 1,8% гумуса, 109 мг/кг подвижного фосфора, 44 мг/кг обменного калия. Реакция почвы (рН<sub>сол</sub>) — 5,7.

Травы районированных сортов высевали весной 1982 г. под покров горохоовсяной смеси. Для залужения использовали корневищные злаки — лисохвост луговой (*Alopecurus pratensis* L.) сорта Серебристый, кострец безостый (*Bromopsis inermis* L.) сорта Моршанский 760, двукосточник тростниковый (*Phalaroides arundinacea* L.) сорта Первенец и рыхлокустовую ежу сборную (*Dactylis glomerata* L.) сорта ВИК 61. В качестве видов-уплотнителей в травосмеси включали короткорневищный мятлик луговой (*Poa pratensis* L.) сорта Йыгева 1 и рыхлокустовые злаки — тимофеевку луговую (*Phleum pratense* L.) сорта ВИК 9 и овсяницу тростниковую (*Festuca arundinacea* Schreb.) сорта Балтика. Состав агроценозов и их скороспелость, нормы высева семян трав, а также продуктивность травостоев и качество травяного сырья в среднем за 1994–2019 гг. представлены в таблице 1.

Для получения травяной массы, обеспечивающей заготовку качественного сенажа, травостои со второго года жизни (1983 г.) скашивали по системе сырьевого конвейера три раза за сезон. Первый укос проводили в начале фазы колошения доминирующего в травостое вида, второй и третий укосы — в период, когда высота трав превышала 50 см. В среднем за 1994–2019 гг. за сезон вносили N180P40K155.

Таблица 1

## Продуктивность травостоев и качество травяного сырья

Состав травостоя	Норма высева семян, кг/га	Урожайность СВ, ц/га	Доля сеяных видов, %	Произведено из расчета на 1 га		Содержание	
				ОЭ, ГДж	СП, кг	ОЭ, МДж/кг СВ	ПП, г/к. ед.
<i>Раннеспелый агроценоз</i>							
Лисохвост луговой	16	68,6	65	69	1129	10,1	142
Ежа сборная	18	69	51	70	1089	10,1	133
Лисохвост луговой + ежа сборная	11 + 6	71,4	74	72	1148	10,1	138
Ежа сборная + тимopheевка луговая + мялик луговой	12 + 4 + 4	70,9	74	71	1108	10,1	133
<i>Среднеспелый агроценоз</i>							
Кострец безостый	20	83,7	70	82	1115	9,7	116
Кострец безостый + тимopheевка луговая	14 + 4	85,6	72	84	1149	9,8	116
Двукосточник тростниковый	10	87,5	65	84	1188	9,6	122
Двукосточник тростниковый + овсяница тростниковая	7 + 6	91,2	68	88	1260	9,6	125
НСР <sub>05</sub>		6,1					

Аммиачную селитру и хлористый калий применяли дробно — равными частями под каждый укос. Весной травостой подкармливали суперфосфатом. Дозы фосфора и калия периодически изменяли в зависимости от содержания в почве подвижного фосфора и обменного калия.

Исследования проведены в соответствии с методиками, принятыми в луговодстве, агроэнергетическая оценка укосной технологии — согласно разработанной во ВНИИ кормов и утвержденной РАСХН методике (Михайличенко Б.П., Кутузова А.А., Новоселов Ю.К. и др., 2011; Кутузова А.А., Трофимова Л.С., Проворная Е.Е., 2011). Расчет капитальных (единовременных) вложений на создание агроценозов и текущих (ежегодных) производственных затрат на уход и использование травостоев выполнен с применением данных типовых технологических карт.

Полученные результаты показали, что при долголетнем трехукосном использовании целенаправленно сформированные

смешанные агроценозы по продуктивности превосходили одновидовые посевы трав. Так, травосмеси характеризовались более высокими и выровненными по годам урожайностью и содержанием сеяных видов трав. Смешанные травостои за счет компенсационного эффекта меньше реагируют на ухудшение погодных условий и устойчивы к внедрению в агроценоз дикорастущих видов. Для создания раннего травостоя укосного конвейера перспективной оказалась двухкомпонентная травосмесь, состоящая из лисохвоста лугового и ежи сборной. В среднем с 12-го по 37-й годы использования с 1 га травостоя собрали 71 ц сухого вещества (СВ), 72 ГДж ОЭ и 1148 кг сырого протеина (СП) при содержании 10,1 МДж ОЭ в 1 кг СВ и 138 г переваримого протеина (ПП) в пересчете на 1 к. ед.

При организации среднего звена сырьевого конвейера достигли повышения продуктивности долголетних агроценозов путем залужения участков тра-

восемьями, содержащими кострец безостый и тимopheевку луговую, двукосточник тростниковый и овсяницу тростниковую. В среднем за 26 лет использования продуктивность 1 га двухкомпонентных травостоев составила 86 и 91 ц СВ, 84 и 88 ГДж ОЭ, 1149 и 1260 кг СП при содержании 9,8 и 9,6 МДж ОЭ в 1 кг СВ, 116 и 125 г ПП в пересчете на 1 к. ед.

Агроэнергетическую оценку технологии создания и длительного трехукосного использования разнопоспевающих злаковых травостоев выполнили с учетом 20% неизбежных технологических потерь СВ, ОЭ и СП при заготовке сенажа.

Показатели, характеризующие степень антропогенных затрат энергии на создание и использование на сенаж злаковых травостоев 13–38-го года жизни, представлены в таблице 2.

Единовременные капитальные затраты энергии на создание 1 га разнопоспевающих агроценозов колебались в диапазоне 29,4–30,7 ГДж. Согласно методике затраты распределили на 38 лет жизни трав. Этот показатель варьировал от 0,77 до 0,81 ГДж в год, что намного меньше, чем среднегодовые затраты при краткосрочном использовании лугов (4,9–5,12 ГДж/га в среднем за шесть лет). В структуре капитальных вложений затраты на известкование почвы составили 49–51%, на ее обработку — 22–23%, на покупку семян трав и покровной культуры — 26–29%.

В текущих производственных затратах (23,6–24 ГДж/га в среднем за 1994–2019 гг.) основная доля — 79–81% — приходилась на трехкратное внесение удобрений. Ежегодные затраты на использование травостоев (кошение, ворошение, подбор подвяленной массы кормоуборочным комбайном, транспортировка сырья и закладка сенажа) варьировали от 19 до

## Антропогенные затраты энергии на создание и использование злаковых травостоев

Таблица 2

Состав травостоя	Антропогенные затраты энергии				
	капитальные в среднем за 38 лет, ГДж/га	производственные — текущие			совокупные, ГДж/га
		ГДж/га	в том числе, %		
			удобрение	использование	
<i>Раннеспелый агроценоз</i>					
Лисохвост луговой	0,79	23,55	81	19	24,34
Ежа сборная	0,79	23,56	80	20	24,35
Лисохвост луговой + ежа сборная	0,79	23,61	80	20	24,4
Ежа сборная + тимopheевка луговая + мялик луговой	0,8	23,6	80	20	24,4
<i>Среднеспелый агроценоз</i>					
Кострец безостый	0,81	23,88	79	21	24,69
Кострец безостый + тимopheевка луговая	0,8	23,93	79	21	24,73
Двукосточник тростниковый	0,77	23,97	79	21	24,74
Двукосточник тростниковый + овсяница тростниковая	0,77	24,05	79	21	24,82

## Энергетическая эффективность антропогенных затрат и роль природных факторов при использовании травостоев

Состав травостоя	Сбор ОЭ с учетом потерь, ГДж/га	Антропогенные энергозатраты, ГДж/га	Природные факторы в структуре производства ОЭ		Агроэнергетический коэффициент, %	Удельные затраты на производство, МДж	
			ГДж/га*	%		1 ГДж ОЭ	1 кг СП
<i>Раннеспелый агроценоз</i>							
Лисохвост луговой	55,4	24,3	31,1	56	228	439	26,9
Ежа сборная	56	24,4	31,6	56	230	436	28
Лисохвост луговой + ежа сборная	57,7	24,4	33,3	58	236	423	26,6
Ежа сборная + тимфеевка луговая + мятлик луговой	57	24,4	32,6	57	234	428	27,5
<i>Среднеспелый агроценоз</i>							
Кострец безостый	65,2	24,7	40,5	62	264	379	27,7
Кострец безостый + тимфеевка луговая	66,9	24,7	42,2	63	271	369	26,9
Двукосточник тростниковый	67,1	24,7	42,4	63	272	368	26
Двукосточник тростниковый + овсяница тростниковая	70	24,8	45,2	65	282	354	24,6

Примечание. Природные факторы определяли по разности показателей «сбор ОЭ» и «совокупные затраты антропогенной энергии».

21%, что в 3,7–4,2 раза меньше, чем величина затрат на подкормку трав удобрениями (N180P40K155 за сезон). Однако следует учитывать, что достичь высокого продуктивного долголетия интенсивных злаковых агроценозов и получить энергонасыщенное, обеспеченное ПП травяное сырье для заготовки объемистых кормов можно только путем внесения минеральных удобрений в оптимальных дозах (Ахламова Н.М., Коротков Б.И., Лавров С.С. и др., 1982).

Среднегодовые совокупные затраты антропогенной энергии на создание, уход и использование раннеспелых травостоев составили 24,3–24,4 ГДж/га, среднеспелых — 24,7–24,8 ГДж/га. При долголетнем (38 лет жизни) использовании травостоев на долю капитальных энергетических вложений в структуре среднегодовых совокупных затрат приходилось 3%.

Показатели, характеризующие энергетическую эффективность антропогенных затрат и роль природных факторов при долголетнем использовании на сенаж разнопоспевающих травостоев в среднем за 26 лет, представлены в **таблице 3**.

Установлено, что энергетическая эффективность интенсивной технологии долголетнего трехукосного использования перспективных разнопоспевающих злаковых травостоев для производства сенажа оказалась высокой. Так, агроэнергетический коэффициент (окупаемость антропогенных затрат за счет сбора ОЭ) раннеспелого двувидового агроценоза с доминированием лисохвоста лугового составил 236% при сборе 58 ГДж/га ОЭ. Агроэнергетический коэффициент среднеспелых смешанных травостоев с кострецом безостым и двукосточником тростниковым варьировал от 271 до 282% при сборе 67–70 ГДж/га ОЭ. Удельные затра-

ты антропогенной энергии на производство 1 ГДж ОЭ составили соответственно 423 и 354–369 МДж, а на производство 1 кг СП — 26,6 и 24,6–26,9 МДж.

Методика оценки агроэнергетической эффективности приемов и технологий в луговом кормопроизводстве позволяет определить роль природных факторов в производстве ОЭ травостоями (Кутузова А.А., Трофимова Л.С., Проворная Е.Е., 2011; Кутузова А.А., Алтунин Д.А., Степанищев И.В., 2015). При соблюдении рекомендованной технологии создания и долголетнего использования перспективных многоукосных агроценозов 13–38-го года жизни трав только за счет природных факторов с 1 га раннеспелого травостоя было получено 33 ГДж ОЭ, а с 1 га среднеспелых травостоев — 42–45 ГДж ОЭ. В структуре производства ОЭ доля этих затрат составила соответственно 58 и 63–65%, что в 1,4–1,8 раза больше, чем антропогенные затраты энергии на создание агроценозов, уход за ними и использование. Следовательно, в производственном процессе долголетних трехукосных луговых агроэкосистем ведущую роль играют возобновляемые природные факторы.

В ходе исследований, проводившихся учеными ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, было установлено, что при разработке энергосберегающих сенокосных и пастбищных технологий уровень использования природных факторов необходимо повышать путем обработки почвы, подбора трав для залужения и т.д. (Кулаков В.А., Седова Е.Г., Алтунин Д.А., 2015; Кутузова А.А., Алтунин Д.А., Степанищев И.В., 2015; Кутузова А.А., Тебердиев Д.М., Родионова А.В., 2016). Это способствует увеличению продуктивности травостоев и снижению затрат антропогенной энергии в луговодстве.

Результаты проведенных автором статьи исследований свидетельствуют о том, что большая доля природных факторов в структуре производства ОЭ обусловлена продуктивным долголетием (до 38-го года жизни) самовозобновляющихся корневищных видов трав при внесении N180P40K155 за сезон и уборкой злаковых травостоев в оптимальные сроки.

На основе комплексной оценки показателей, полученных в ходе многолетних исследований, была разработана энергосберегающая технология создания разнопоспевающих злаковых травостоев и их длительного трехукосного скашивания для заготовки объемистых кормов. Использование рекомендованных раннеспелого (лисохвост луговой и ежа сборная) и среднеспелого (с доминированием костреца безостого или двукосточника тростникового) агроценозов дает возможность получать энергонасыщенное и питательное травяное сырье для заготовки сенажа, содержащее 9,6–10,1 МДж ОЭ в 1 кг СВ и 116–138 г ПП в пересчете на 1 к. ед.

Продуктивное долголетие целенаправленно сформированных злаковых самовозобновляющихся травостоев для раннего и среднего звеньев укосного конвейера — главный фактор, позволяющий отказаться от 4–6 повторных залужений. Благодаря этому можно сэкономить 117–182 ГДж/га капитальных энергетических затрат и на 52–108 кг/га снизить расход семян многолетних трав, высеваемых с целью коренного улучшения агроценозов. Кроме того, увеличиваются площади сеяных луговых угодий, совершенствуется система организации производства кормов, а их качество повышается за счет уборки трав в ранние и оптимальные сроки.

ЖР

Московская область