

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАТРАТ АНТРОПОГЕННОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ СОЗДАНИИ И ДОЛГОЛЕТНЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗНОПОСПЕВАЮЩИХ ЗЛАКОВЫХ СЕНОКОСОВ

Н. В. Жезмер, кандидат сельскохозяйственных наук

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

DOI: <https://doi.org/10.33814/МАК-2021-26-74-18-23>

Представлены результаты агроэнергетической оценки создания и долголетнего сенокосного использования (в течение 27 лет) разнопоспевающих злаковых травостоев. Приведенные затраты антропогенной энергии окупались сбором обменной энергии в 2,8–3,3 раза. В структуре производства обменной энергии на возобновляемые природные факторы приходилось 64–70 %.

Ключевые слова: *злаковые сенокосы, разнопоспевающие травостои, долголетие, обменная энергия, природный фактор, агроэнергетическая эффективность.*

Введение. Продуктивное долголетие сеяных сенокосов обеспечивает энерго- и ресурсосбережение в луговом кормопроизводстве за счет экономии капитальных вложений (затрат антропогенной энергии) на перезалужение кормовых угодий [1–5]. Анализируя данные по разработке новых приемов и технологий необходимо давать оценку их агроэнергетической эффективности [6; 7]. Энергетический метод анализа, в соответствии с международной системой СИ, позволяет сравнивать в единых показателях (джоулях — Дж) продуктивность кормовых угодий и приведенные затраты антропогенной энергии. При этом выявляются наиболее затратные звенья в технологии и роль природных факторов в структуре производства обменной энергии на лугах [7; 8].

Исследования по оценке эффективности затрат антропогенной энергии при создании и длительном (в течение 27 лет) использовании злаковых сенокосов проведены на основе обобщенных результатов полевого опыта, в котором установлены составы травосмесей для формирования разнопоспевающих агроценозов [9; 10].

Целью исследований является определение агроэнергетической эффективности перспективных долголетних травостоев для раннего и среднего звеньев укосного конвейера, обеспечивающего заготовку качественного сена.

Методика и условия проведения исследований. В 1993–2019 гг. в полевом опыте на ЦЭБ ВНИИ кормов проводили целенаправленный подбор разнопоспевающих травостоев для длительного укосного ис-

пользования. Опытный участок относится к типичному для Центрального района НЗ суходолу временно избыточного увлажнения с дерново-подзолистой среднесуглинистой почвой. Перед залужением $pH_{\text{сол}}$ составил 5,7 в результате известкования в предшествующие годы.

Почву к посеву подготовили химико-механическим способом. Для уничтожения выродившегося травостоя применяли гербицид сплошного действия (раундап, 4 л/га). Затем провели фрезерование в два следа и прикатывание почвы (до и после посева). Травы высели беспокровно в летний период 1993 г. Агрофитоценозы создавали на основе долготлетних корневищных видов злаков. При залужении использовали районированные сорта трав: лисохвост луговой Серебристый, кострец безостый Моршанский 760 и двухкосточник тростниковый Первенец. В травосмеси добавляли ежу сборную ВИК 61 и тимофеевку луговую ВИК 9. Тип скороспелости агроценозов и нормы высева семян приведены в таблице 1.

В год посева проведено одно скашивание травостоев. Со второго года жизни трав, для получения сырьевой массы, обеспечивающей заготовку качественного сена, разнопоспевающие агроценозы скашивали два раза за сезон. Первый укос каждого разнопоспевающего травостоя проводили в фазе полного колошения доминирующего в фитоценозе вида. В среднем за 27 лет жизни трав ежегодная подкормка агроценозов удобрениями составила $N_{100}P_{25}K_{105}$. Аммиачную селитру и хлористый калий вносили равными частями под каждый укос, суперфосфат — весной. Дозы фосфора и калия периодически уточняли в соответствии с содержанием P_2O_5 и K_2O в почве.

Учеты, наблюдения, анализы и расчеты проводили согласно принятым в луговодстве методикам.

Агроэнергетическую оценку создания и сенокосного использования злаковых травостоев осуществляли на основе типовых технологических карт и методических пособий, утвержденных РАСХН [8; 11]. В капитальные затраты антропогенной энергии включали подготовку почвы к посеву, семена и посев. Ежегодные текущие производственные затраты энергии на уход и использование агроценозов состояли из подкормки удобрениями, скашивания, ворошения, валкования, прессования сена ПРФ-145 и перевозки рулонов (погрузка, транспортировка, укладка) в хранилище. Приведенные (совокупные) затраты антропогенной энергии определяли как сумму капитальных (распределенных на 27 лет жизни трав) и среднегодовых производственных затрат за 1993–2019 гг. (табл. 1). Оценивая энергетическую эффективность сенокосной технологии, учитывали 25 % неизбежных технологических потерь урожайности, обменной энергии (ОЭ) и сырого протеина, полученных с 1 гектара луга.

Результаты исследований. На основе комплексной оценки полученных данных, включающей агроэнергетическую, разработана энерго-сберегающая сенокосная технология создания и долголетнего использования травостоев с доминированием корневищных видов злаков для организации раннего и среднего звеньев укосного конвейера.

Капитальные затраты антропогенной энергии на создание разно-поспевающих травостоев существенно не различались по агроценозам и составили 0,27–0,31 ГДж/га в среднем за 27 лет жизни трав (табл. 1). В структуре совокупных капитальных вложений основная часть затрат приходилась на подготовку почвы к посеву (68–77 %). При этом использование гербицида перед механической обработкой почвы составило 10–12 %, а фрезерование и прикатывание — 58–65 %. Доля затрат на семена, их подготовку и посев была 23–32 % и в основном зависела от нормы высева семян трав.

1. Структура приведенных затрат антропогенной энергии на создание, уход и использование разнопоспевающих злаковых сенокосов в 1993–2019 гг.

Тип и состав агроценоза, норма высева семян (кг/га)	Затраты, ГДж/га			Структура приведен- ных затрат, %	
	капиталь- ные в среднем за 27 лет	текущие производ- ственные	приведен- ные	капиталь- ные	текущие
<i>Раннеспелый</i> Лисохвост луговой (11) + ежа сборная (6)	0,30	15,99	16,29	2	98
<i>Среднеспелый</i> Кострец безостый (14) + тимopheевка луговая (4)	0,31	16,69	17,00	2	98
Двукосточник тростни- ковый (10)	0,27	16,86	17,13	2	98

В ежегодных производственных затратах основную часть (64–67 %) составляла подкормка травостоев удобрениями. Следует отметить, что без применения удобрений использование злаковых агроценозов (тем более долголетнее) и получение качественного травяного сырья для заготовки кормов невозможно [12]. Текущие затраты на скашивание, ворошение и валкование были 12–13 %, на прессование сена — 8–10 % и 12–14 % приходилось на перевозку рулонов.

Среднегодовые приведенные затраты (капитальные и текущие) на создание, уход и использование травостоев составили 16,3 ГДж/га на раннем и 17,0–17,1 ГДж/га на среднеспелых агроценозах. В связи с долголетним использованием травостоев при распределении капитальных

вложений на 27 лет их доля в ежегодных приведенных затратах антропогенной энергии была всего 2 %.

Соблюдение агротехнических приемов — внесение за вегетационный сезон N₁₀₀P₂₅K₁₀₅ и проведение уборки травостоев в оптимальные для двуукосного использования сроки — обеспечило получение с одного гектара 45,8–56,6 ГДж обменной энергии (с учетом 25 % технологических потерь) в среднем за 1993–2019 гг. (табл. 2). Качество травяного сырья, полученного на ранних и среднеспелых агроценозах, составило 9,2–9,4 МДж ОЭ и 0,67–0,71 корм. ед. в 1 кг сухого вещества (СВ). Это значительно выше, чем при традиционном одноукосном использовании в производстве: 7,2–7,4 МДж ОЭ и 0,40–0,44 корм. ед. в 1 кг СВ [13].

2. Агроэнергетическая эффективность создания и использования злаковых сенокосов в среднем за 27 лет жизни трав

Тип скороспелости и состав травостоя	Сбор ОЭ с учетом потерь, ГДж/га	Затраты антропогенной энергии, ГДж/га	Доля природных факторов в структуре производства ОЭ с 1 га		АК*, %	Затраты на производство, МДж	
			ГДж	%		1 ГДж ОЭ	1 кг СП
<i>Раннеспелый</i> Лисохвост луговой + ежа сборная	45,82	16,29	29,53	64	281	356	31,3
<i>Среднеспелый</i> Кострец безостый + тимофеевка	54,52	17,00	37,52	69	321	312	31,8
Двукосточник тростниковый	56,62	17,13	39,49	70	331	303	29,8

*АК — агроэнергетический коэффициент — это отношение сбора ОЭ к приведенным затратам энергии.

Долю природных факторов в продукционном процессе на злаковых травостоях рассчитывали по разнице сбора обменной энергии и приведенных затрат антропогенной энергии (табл. 2). Установлено, что за счет возобновляемых природных факторов с одного гектара получено в среднем за 27 лет 29,5 ГДж ОЭ на раннем и 37,5–39,5 ГДж на среднеспелых агроценозах. В структуре производства обменной энергии травостоями это составляет соответственно 64 и 69–70 %. При сенокосном использовании производство энергии за счет природных факторов на разноспелеющих агроценозах в 1,8–2,3 раза превышало приведенные антропогенные затраты энергии.

Оценка агроэнергетической эффективности антропогенных затрат на создание и долготелное использование перспективных травостоев

показала, что окупаемость приведенных энергозатрат сбором обменной энергии (АК) составила 281 % на раннем и 321–331 % на среднеспелых агроценозах (табл. 2). Удельные затраты антропогенной энергии на производство 1 ГДж обменной энергии соответственно типам травостоев были 356 и 312–303 МДж, а на 1 кг сырого протеина (СП) они составили 31,3 и 31,8–29,8 МДж. В результате мобилизации возобновляемых природных факторов (на фоне рекомендуемой агротехники) и их преобладающей доли в структуре производства обменной энергии получена высокая энергетическая эффективность приведенных затрат антропогенной энергии.

Заключение

1. Агроэнергетическая оценка создания и долголетнего использования травостоев с корневищными видами злаков обосновывает высокую эффективность сенокосной технологии для заготовки качественного сена. Благодаря сбору 46–57 ГДж/га обменной энергии среднегодовые приведенные затраты антропогенной энергии окупаются в 2,8–3,3 раза.

2. При длительном (в течение 27 лет) двуукосном использовании рекомендуемых раннего и среднеспелых агроценозов выявлена ведущая роль в продукционном процессе природных факторов. В структуре производства обменной энергии на возобновляемые природные факторы приходится 64–70 %.

3. За счет продуктивного долголетия самовозобновляющихся разнопоспевающих злаковых сенокосов отпадает необходимость в трех–четырех повторных залужениях. Это экономит 22–33 ГДж/га капитальных энергетических вложений, 30–72 кг/га семян трав на создание луговых агроценозов и позволит увеличивать площади улучшенных кормовых угодий.

Литература

1. Кутузова А. А., Привалова К. Н. Приоритетные направления развития лугопастбищного кормопроизводства // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2012. – № 2. – С. 56–58.
2. Справочник по кормопроизводству. 5-е изд. перераб. и доп. / Под ред. В. М. Косолапова, И. А. Трофимова. – М. : Россельхозакадемия, 2014. – 715 с.
3. Кутузова А. А., Тебердиев Д. М., Родионова А. В. Эффективность антропогенных затрат и природных факторов на долголетнем сенокосе // Кормопроизводство. – 2016. – № 10. – С. 8–12.
4. Жезмер Н. В. Агроэнергетическая эффективность технологий создания и долголетнего укосного использования разнопоспевающих агроценозов // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр., вып. 14 (62) / ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса». – М. : Угрешская типография, 2017. – С. 68–73.

5. 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.
6. Жученко А. А. Ресурсоэнергоэкономичность и природоохранность интенсификации процессов в растениеводстве // Адаптивная стратегия устойчивого развития сельского хозяйства России в XXI веке. Теория и практика. Т. II. – М. : Агрорус, 2009–2011. – С. 80–85.
7. Кутузова А. А., Проворная Е. Е., Цыбенко Н. С. Эффективность затрат антропогенной энергии при создании и использовании бобово-злаковых травостоев для культурного пастбища // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр., вып. 21 (69) / ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса». – М. : Угреша Т, 2019. – С. 62–69.
8. Методическое пособие по агроэнергетической и экономической оценке технологий и систем кормопроизводства / Б. П. Михайличенко [и др.]. – М. : Типография Россельхозакадемии, 1995. – 175 с.
9. Жезмер Н. В. Раннеспелые злаковые долголетние агроценозы для укосного конвейера на лугах // Продовольственная безопасность сельского хозяйства России в XXI веке. Жученковские чтения II : сб. науч. тр., вып. 11 (59) / ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса». – М. : Угрешская типография, 2016. – С. 96–101.
10. Жезмер Н. В., Лысиков А. В. Среднеспелые злаковые долголетние агроценозы для укосного конвейера на лугах Нечерноземной зоны РФ // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр., вып. 15 (63) / ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса». – М. : Угрешская типография, 2017. – С. 69–75.
11. Методическое пособие по агроэнергетической оценке технологий и систем ведения кормопроизводства / Б. П. Михайличенко, А. С. Шпаков, А. А. Кутузова. – М. : Россельхозакадемия, 2000. – 53 с.
12. Рекомендации по созданию и интенсивному укосному использованию луговых травостоев в лесной зоне европейской части СССР / Н. М. Ахламова [и др.]. – М. : Колос, 1982. – 48 с.
13. Практическое руководство по ресурсосберегающим технологиям и приемам улучшения сенокосов и пастбищ в Волго-Вятском регионе / А. А. Кутузова [и др.]. – М. : Типография Россельхозакадемии, 2014. – 75 с.

EFFICIENCY OF ANTHROPOGENIC ENERGY COSTS IN THE CREATION AND LONG-TERM USE OF DIFFERENT-RIPENING CEREAL HAYFIELDS

N. V. Zhezmer

The results of the agro-energy assessment of the creation and long-term haymaking use (for 27 years) of different-ripening cereal grasses are presented. The total costs of anthropogenic energy were recouped by the collection of metabolic energy by 2,8–3,3 times. In the structure of metabolic energy production, renewable natural factors accounted for 64–70%.

Keywords: *cereal hayfields, different-ripening grass stands, longevity, metabolic energy, natural factor, agro-energy efficiency.*