

АГРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЗДАНИЯ И ДОЛГОЛЕТНЕГО ИНТЕНСИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАННИХ И СРЕДНЕСПЕЛЫХ ЗЛАКОВЫХ ТРАВСТОЕВ

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-2021-26-74-24-29>

Агроэнергетическая оценка показала высокую эффективность создания и долголетнего трехукосного использования злаковых травостоев. Сбор обменной энергии на разнопоспевающих агроценозах составил 58–69 ГДж/га в среднем за 27 лет. В структуре его производства основная часть (60–66 %) обеспечивается за счет природных факторов.

Ключевые слова: *разнопоспевающие злаковые травостои, три укоса, долголетие, агроэнергетическая эффективность, природные факторы.*

Введение. Для повышения продовольственной безопасности России необходимо увеличивать производство мясной и молочной продукции [1; 2]. Успешное развитие животноводства этого направления зависит от полной обеспеченности животных качественными объемистыми кормами — сенажом, силосом, сеном. В связи с этим перед луговодством стоит задача перехода от экстенсивных к интенсивным технологиям использования травостоев [3; 4]. Это требует дополнительных ресурсных и энергетических затрат. Однако в условиях рыночной экономики и при постоянном повышении цен ограничены возможности вложения средств в луговое кормопроизводство. Поэтому следует разрабатывать и применять в производстве энерго- и ресурсосберегающие технологии. Решение проблемы энергосбережения, в частности, возможно за счет целенаправленного создания травостоев для длительного многоукосного использования лугов [5]. Агроценозы, сформированные на основе корневищных злаковых трав, не нуждаются в частом перезалужении благодаря реализации биологического потенциала долголетия этих видов. При этом в 3–5 раз и более сокращаются капитальные вложения на коренное улучшение [6; 7].

Комплексная оценка разрабатываемых энергосберегающих приемов и технологий должна завершаться определением их агроэнергетической эффективности и выявлением роли природных факторов при производстве обменной энергии на лугах. Это позволит наиболее обоснованно рекомендовать научные разработки в производство [8; 9].

Цель исследований — определение агроэнергетической эффективности затрат антропогенной энергии при создании и долголетнем использовании ранних и среднеспелых злаковых травостоев. Оценка энергетической эффективности технологии долголетнего многоукосного использования травостоев проведена на основе результатов полевого опыта, в котором подобраны перспективные виды трав и травосмеси для формирования разнопоспевающих агроценозов [10; 11].

Условия и методика исследований. Полевой опыт выполнен в ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» в 1993–2019 гг. Опытный участок относится к суходолу временно избыточного увлажнения с дерново-подзолистой среднесуглинистой почвой. В результате известкования в предшествующие годы $pH_{\text{сол}}$ перед залужением составил 5,7.

Подготовку почвы к посеву провели химико-механическим способом. Выродившийся травостой участка уничтожили гербицидом сплошного действия (раундап, 4 л/га). Последующая обработка почвы состояла из фрезерования в два следа и прикатывания до и после посева. Посев трав осуществили беспокровно летом 1993 г. Травостои создавали на основе наиболее долголетних корневищных злаков и рыхлокустового вида (ежа сборная). Для залужения использовали районированные сорта трав: лисохвост луговой Серебристый, ежу сборную ВИК 61, коострец безостый Моршанский 760 и двухкосточник тростниковый Первенец. В травосмеси добавляли виды-уплотнители: мятлик луговой Ыыгева 1 и тимофеевку луговую ВИК 9. Тип скороспелости травостоев, состав и нормы высева семян представлены в таблице 1.

В первый год провели одно скашивание агроценозов. Со второго года жизни трав, с целью получения качественной сырьевой массы для заготовки сенажа, разнопоспевающие травостои убирали три раза за сезон. В первом укосе скашивание агроценозов осуществляли в соответствии с типом скороспелости в начале фазы колошения доминанта травостоя. Последующие укосы убирали в той же последовательности при высоте трав 50 см и более. Ежегодная подкормка агроценозов удобрениями в среднем за 27 лет жизни трав составила $N_{175}P_{40}K_{150}$. Аммиачную селитру и хлористый калий применяли дробно, равными частями под каждый укос, суперфосфат — один раз весной.

Наблюдения, учеты и анализы проводились в соответствии с методиками, принятыми в луговодстве. Агроэнергетическая оценка технологии создания и долголетнего многоукосного использования травостоев для заготовки сенажа выполнена по принятой в луговодстве методике, утвержденной РАСХН [8; 9]. Оценивая энергетическую эффективность интенсивной укосной технологий, учитывали 20 % неизбежных технологических потерь урожайности, обменной энергии и сырого протеина при заготовке сенажа.

Результаты исследований. В таблице 1 показаны приведенные затраты (капитальные в сумме с текущими) антропогенной энергии при трехукосном режиме скашивания рекомендуемых агроценозов раннего и среднего звеньев сырьевого конвейера для заготовки сенажа.

1. Затраты антропогенной энергии на создание, уход и интенсивное использование разнопоспевающих травостоев (1993–2019 гг.)

Тип скороспелости, состав травостоя и норма высева семян (кг/га)	Затраты антропогенной энергии, ГДж/га				
	капитальные в среднем за 27 лет	текущие производственные			приведенные
		всего	в т. ч. удобрения, %	в т. ч. использование, %	
<i>Раннеспелые</i>					
Лисохвост луговой (11) + ежа сборная (6)	0,30	22,83	80	20	23,13
Ежа (12) + лисохвост (5) + мятлик луговой (4)	0,31	22,85	80	20	23,16
<i>Среднеспелые</i>					
Кострец безостый (14) + тимофеевка луговая (4)	0,31	23,09	79	21	23,40
Двукосточник тростниковый (10)	0,27	23,24	78	22	23,51

Капитальные затраты антропогенной энергии в среднем за 27 лет жизни (л. ж.) трав составили 0,30–0,31 ГДж/га на ранних травостоях с лисохвостом луговым и ежой сборной и на среднеспелом агроценозе с кострецом безостым. Они были меньше — 0,27 ГДж/га — на среднем травостое с двукосточником тростниковым из-за низкой нормы высева семян (10 кг/га) этого вида. В структуре капитальных вложений на залужение основную долю (67–77 %) составляли затраты на подготовку почвы к посеву. В том числе на применение гербицида приходилось 10–12 %, а на фрезерование и прикатывание 57–65 %. Доля затрат на посевной материал, его подготовку и посев была наименьшей в варианте с двукосточником — 23 %. На остальных травостоях она составила 29–33 % и зависела от нормы высева семян.

В ежегодных производственных затратах (22,8–23,2 ГДж/га) основная часть, 78–80 %, приходилась на внесение удобрений (N₁₇₅P₄₀K₁₅₀). Однако без подкормки злаковых агроценозов удобрениями (в первую очередь азотными) многоукосное использование и выращивание качественной сырьевой массы для приготовления объемистых кормов невозможно [12]. Доля текущих затрат на использование (кошение, ворошение, подбор, транспортировка массы и закладка сенажа) была 20–22 %, это в 3,7–4,0 раза меньше, чем затраты на внесение удобрений.

Среднегодовые приведенные (совокупные) энергетические затраты на создание и длительное трехукосное использование разнопоспевающих травостоев существенно не различались и составили 23,1–23,5 ГДж/га (табл. 1). В структуре приведенных затрат доля капитальных вложений (из расчета на 27 л. ж. трав) была всего 1 %.

Долголетние многоукосные агроценозы, при соблюдении рекомендуемой агротехники, обеспечили получение с одного гектара 58 ГДж обменной энергии (ОЭ) на ранних и 65–69 ГДж ОЭ на среднеспелых травостоях (с учетом 20 % технологических потерь) в среднем за 1993–2019 гг. (табл. 2). При этом качество травяного сырья составило на ранних агроценозах с лисохвостом луговым и ежой сборной 0,80–0,81 корм. ед. и 10,0–10,1 МДж ОЭ, а на среднеспелых травостоях с коострецом безостым и двукисточником тростниковым 0,74–0,75 корм. ед. и 9,6–9,7 МДж ОЭ в 1 кг сухого вещества.

2. Агроэнергетическая оценка эффективности создания и использования разнопоспевающих трехукосных агроценозов в среднем за 27 лет

Тип и состав агроценоза	Сбор ОЭ, ГДж/га	Затраты антропогенной энергии, ГДж/га	Природные факторы в структуре производства ОЭ с 1 га		АК, %	Удельные затраты, МДж	
			ГДж*	доля, %		на 1 ГДж ОЭ	на 1 кг СП
<i>Раннеспелые</i>							
Лисохвост луговой + ежа сборная	58,00	23,13	34,87	60	251	399	25,3
Ежа + лисохвост + мятлик луговой	58,40	23,16	35,24	60	252	397	25,0
<i>Среднеспелые</i>							
Кострец безостый + тимофеевка	64,96	23,40	41,56	64	278	360	26,3
Двукисточник тростниковый	69,20	23,51	45,69	66	294	340	23,9

*Природные факторы — это разница сбора ОЭ и приведенных энергозатрат.

Благодаря высокой продуктивности перспективных травостоев агроэнергетический коэффициент (АК) окупаемости затрат антропогенной энергии за счет сбора обменной энергии на раннеспелых агроценозах был 251–252 %, на среднеспелых — 278–294 % (табл. 2). Удельные затраты энергии на производство 1 ГДж ОЭ соответственно составили 397–399 и 340–360 МДж, а на 1 кг сырого протеина (СП) — 25,0–25,3 и 23,9–26,3 МДж.

В продукционном процессе луговые агроэкосистемы используют

как антропогенные (приведенные) затраты, так и природные факторы (табл. 2). При трехукосном использовании травостоев возобновляемые природные факторы обеспечили получение с 1 га в среднем за 27 л. ж. трав 35 ГДж на ранних и 42–46 ГДж обменной энергии на среднеспелых агроценозах. Это составило соответственно 60 и 64–66 % в структуре производства обменной энергии и в 1,5–1,9 раза превышало приведенные затраты антропогенной энергии.

В исследованиях, проведенных во ВНИИ кормов в последние годы, установлено, что мобилизация природных факторов на сеяных лугах возрастает за счет разных приемов создания и использования травостоев: обработки почвы, интенсификации технологий и др. [13; 14]. В нашем опыте высокая доля природных факторов в структуре производства обменной энергии — результат долголетнего использования самовозобновляющихся агроценозов с доминированием корневищных видов злаков и применения подкормки минеральными удобрениями.

Заключение. Агроэнергетическая оценка создания целенаправленно сформированных разнопоспевающих злаковых травостоев показала высокую эффективность их долголетнего трехукосного использования для заготовки качественного сенажа. При сборе с 1 га 58–69 ГДж обменной энергии приведенные затраты антропогенной энергии окупаются в 2,5–2,9 раза. При 27-летнем использовании рекомендуемых ранних и среднеспелых агроценозов производство обменной энергии на 60–66 % осуществлялось за счет мобилизации природных факторов. Благодаря продуктивному долголетию самовозобновляющихся корневищных видов злаков (лисохвоста лугового, костреца безостого и двукисточника тростникового) экономятся капитальные энергетические вложения в результате исключения трех–четырёх повторных залужений.

Литература

1. Алтухов А. И. Возможные риски и угрозы национальной продовольственной безопасности и независимости // АПК: экономика и управление. – 2016. – № 5. – С. 4–15.
2. Шпаков А. С., Бычков Г. Н. Специализация лесной зоны на производстве молочно-мясной продукции и ее средообразующая роль в агроэкосистемах // 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. 69–77.
3. Кутузова А. А. Актуальные направления исследований по разработке эффективных технологий приготовления высококачественных объемистых кормов // Адаптивное кормопроизводство. – 2010. – № 1. – С. 20–25 (URL: <http://www.adaptagro.ru/>).
4. 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.

5. Конструирование целевых фитоценозов для пастбищ и сенокосов на основе новых сортов трав и кормовых культур, районированных по природно-экономическим регионам РФ / А. А. Кутузова [и др.] // Программа и методика проведения научных исследований по луговодству на 2011–2015 гг. / ГНУ ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса. – М. : ФГУ РЦСК, 2011. – С. 44–48.
6. Жезмер Н. В. Биологические особенности корневищных злаков при долголетнем интенсивном использовании агрофитоценозов // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр. / ГНУ «ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса». – М. : Угрешская типография, 2011. – С. 68–76.
7. Тебердиев Д. М., Родионова А. В. Агроэнергетическая и экономическая эффективность создания долголетних сенокосов // Кормопроизводство. – 2011. – № 10. – С. 12–14.
8. Методическое пособие по агроэнергетической оценке технологий и систем ведения кормопроизводства / Б. П. Михайличенко [и др.]. – М. : Россельхозакадемия, 2000. – 52 с.
9. Методика оценки потоков энергии в луговых агроэкосистемах / А. А. Кутузова [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Угрешская типография, 2015. – 32 с.
10. 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.
11. 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.
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. Кутузова А. А., Алтунин Д. А., Степанищев И. В. Агроэнергетическая и экономическая оценки эффективности технологических систем освоения выбывшей из оборота пашни под пастбища // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство : сб. науч. тр., вып. 7 (55) / ФГБНУ «ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса». – М. : Угрешская типография, 2015. – С. 47–53.
14. Кутузова А. А., Тебердиев Д. М., Родионова А. В. Эффективность антропогенных затрат и природных факторов на долголетнем сенокосе // Кормопроизводство. – 2016. – № 10. – С. 8–12.

AGRO-ENERGY EFFICIENCY OF CREATION AND LONG-TERM INTENSIVE USE OF EARLY- AND MEDIUM-RIPENING CEREALS GRASS STANDS

N. V. Zhezmer

The agro-energy assessment showed the high efficiency of the creation and long-term three-mowing use of cereal grass stands. The collection of metabolizable energy on agro-cenoses of different ripening was 58–69 GJ/ha on average over 27 years. In the structure of its production, the main part (60–66%) is provided by natural factors.

Keywords: *different-ripening cereal grass stands, three mowings, longevity, agro-energy efficiency, natural factors.*