

ЭКОНОМИКО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО В СИСТЕМЕ СЫРЬЕВОГО КОНВЕЙЕРА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПОЧВЕННОЙ ВЛАГОЙ

Ю. В. АЛЁХИНА, Д. А. ДРОЗД

0/12. 5

15.09.2020)

/.

8

71,22

273 . 3 , - ' ,

412,99 6. 100
- ' ,

-3.

13 /6

100 5. 100
22,38 14 16

-3.

17 /. 39,20 %.

Ключевые слова:

Red clover is a universal and widespread forage crop in the territory of the Republic of Belarus. Mono-species clover crops are distinguished by a relatively low permissible duration of harvesting high-quality forage, often not exceeding 10 days from the onset of mowing ripeness phase, after which there is a sharp decrease in their nutritional value. It is possible to solve the problem of storing feed by organizing raw material conveyors, which make it possible to extend the procurement time of high-quality and fully balanced feed in terms of nutrient content and metabolic energy through the use of technologically compatible feed crops.

In the present studies, a comparison was made between two options for a raw material conveyor from an economic and energy point of view. The first version of the conveyor consisted of the following varieties of Belarusian meadow clover: the early ripening Tsudouny variety, the mid-ripening Vitebsk variety and the late-ripening Mereia variety. In the second variant, the mid-early Iantarnyi variety was used together with the early ripening variety, and all other components were left unchanged.

It was found that the greatest economic and energy effect (the level of profitability was 71.22 % with net income in the amount of 495.05 rubles / ha) can be achieved using the second option of raw material conveyor in conditions of natural moisture supply when sowing under the cover of spring barley. If the meteorological conditions of the growing season require the use of irrigation, then in order to preserve the nutritional value of feed and its collection, one can maintain, although it is less cost-effective, the optimal moisture reserves within 80 100 % of the minimum water capacity with a sprinkler DD-50 (net income with a profitability of 35.18 % amounted to 412.99 rubles / ha).

When using fodder from meadow clover for feeding cattle and obtaining dairy products, it is economically justified to cultivate the second option of a raw material conveyor using a cover crop in the first year of life under natural conditions of moisture intake into the soil. With the maintenance of soil moisture reserves within 80-100% of the minimum water capacity and 70-100% of the minimum water capacity with the sprinkler DD-50, it becomes possible to obtain additional 22.38 36.38 tons of milk, with a level of profitability of net income in the range of 39.10 39.20 %.

Key words: meadow clover, irrigation, raw material conveyor, energy efficiency, economic efficiency.

Введение

Одним из основных целевых показателей Государственной программы развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы [1] является достижение среднегодового удоя молока в объеме 9,2 млн. т. Однако, исходя из анализа официальных статистических данных [2], в период с 2016 по 2019 годы среднегодовой удой возрос чуть более чем на 200 тыс. тонн и составил 7,394 млн. т.

Недобор молока возникает в следствии нехватки качественного и сбалансированного по питательным веществам корма, а так же слабой оснащённости АПК современной высокопроизводительной и энергосберегающей сельскохозяйственной техникой. Организация сырьевых конвейеров, из различ-

ных по скороспелости одновидовых или широкого спектра поливидовых посевов схожих по технологии возделывания и пригодных для скармливания КРС позволит заготавливать качественные корма с высоким уровнем питательности и минимальной потребностью в сельскохозяйственной технике.

В качестве эксперимента, автором настоящего исследования ранее было разработано 2 варианта организации сырьевого конвейера из различных по скороспелости сортов клевера лугового белорусской селекции, которые возделывались в различных условиях по обеспеченности почвенной влагой [3]. Реструктурирование использования пахотных земель, по предлагаемым автором моделям сырьевого конвейера позволит осуществлять заготовку качественного сенажа на протяжении 83–85 суток, что превышает стандартные сроки заготовки трав почти в три раза.

Несущественное различие в сроках заготовки кормов не дает возможности объективного и явного выбора лучшего варианта сырьевого конвейера, и в связи с этим возникает вопрос о сравнении эффективности их применения по экономическим и энергетическим показателям.

Предлагаемые варианты сырьевого конвейера разработаны в условиях Северо-восточной части Республики Беларусь (Могилевской области) на дернового-подзолистых легкосуглинистых почвах учебно-опытного поля БГСХА «Гушкого-1».

Биологические особенности клевера лугового, а именно его малолетие потребовало выполнения двух закладок полевого опыта. Первый опыт был заложен в 2016 году без использования покровной культуры, а при закладке второго полевого опыта в 2017 году было принято решение об использовании культурного покрова из ярового ячменя.

Объектом исследования являлись различные по скороспелости сорта клевера лугового белорусской селекции: раннеспелый сорт Цудоуны, среднеранний сорт Янтарный, среднеспелый сорт Витебчанин и позднеспелый сорт Меря. Посев выполнен нормой высева 8 кг/га, для каждого из сортов, из расчета 100 % посевной годности. Глубина заделки семян 1,5 см, ширина междурядий 15 см. Покровная культура высеяна нормой в 180 кг/га и глубиной заделки семян в 3 см. Ширина междурядий принята аналогичной как у клеверов [4, 5].

Агрохимические показатели почвы опыта первой закладки следующие: обменный фосфор 203,0 мг/кг, подвижный калий 251,0 мг/га, pH = 5,78. Водно-физические показатели почвы для расчетного слоя почвы 0–30 см составили: плотность сложения почвы 1,39 г/см³, наименьшая влагоемкость – 23,76 %. Почвы опыта второй закладки характеризовались следующими показателями: обменный фосфор 320,0 мг/кг, подвижный калий 423,0 мг/га, pH = 5,7. Водно-физические показатели почвы для расчетного слоя почвы 0–30 см составили: плотность сложения почвы 1,40 г/см³, наименьшая влагоемкость – 23,82 %. Подкормка минеральными удобрениями выполнялась в начале вегетационного периода дозой Р₆₀К₉₀. В дополнении к основному фону был внесен минеральный азот дозой N₉₀ при посеве клевера под покров.

При закладке полевых опытов, была принята двухфакторная схема:

Фактор А – Пределы регулирования почвенных влагозапасов:

1. Без дополнительного увлажнения;
2. Орошение при снижении почвенных влагозапасов до уровня 80 % от наименьшей влагоемкости;
3. Орошение при снижении почвенных влагозапасов до уровня 70 % от наименьшей влагоемкости.

Фактор В – различные по срокам наступления фаз укосной спелости сорта клевера лугового:

1. Цудоўны;
2. Янтарный;
3. Витебчанин;
4. Меря.

Поддержание почвенных влагозапасов в заданных выше пределах осуществлялось орошением методом дождевания барабанно-шланговыми дождевальными установками Bauer Rainstar T-61 и Irriland Raptor. Поливные нормы определены расчетным путем исходя из водно-физических показателей почв и составили 20 мм и 30 мм для фонов 80 % от наименьшей влагоемкости и 70 % от наименьшей влагоемкости соответственно [6].

Основная часть

Оценка энергетической эффективности возделывания клевера лугового в системе сырьевого конвейера выполняется на основании технологической карты, в которой определена очередность и полный состав всех рабочих операций необходимых для заготовки кормов [7]. Для каждой технологической операции определялась энергоемкость сельскохозяйственных машин и прицепленных к ним агрегатов, которая вычисляется по следующей формуле:

$$= \frac{\cdot (\quad + \quad) \cdot}{100 \cdot \quad \cdot},$$

где $\mathcal{E}_m$ – энергоемкость трактора, автомобиля или сельскохозяйственной машины, МДж; М – масса энергетического средства, кг; А – норма амортизации, %; Р – норма ремонта, %; $\mathcal{E}_s$ – энергетический эквивалент используемого трактора, автомобиля, сельхозмашины; Π_p – производительность агрегата, га, т, ткм/ч; Γ_3 – годовая загрузка трактора или сельхозмашины, ч.

Перевод затрат ГСМ, пестицидов, гербицидов, минеральных удобрений и электроэнергии в энергию осуществляется с помощью специальных энергетических эквивалентов путем перемножения эквивалента на фактический расход ГСМ или например пестицида. После определения по всем искомым показателям их суммируют, что и дает полные затраты энергии на заготовку кормов из клевера лугового в системе сырьевого конвейера (табл. 1).

Таблица 1. Энергетическая эффективность возделывания различных по скороспелости сортов клевера лугового в системах сырьевого конвейера при заготовке сенажа

Фон увлажнения	Марка дождевальной техники	Вариант сырьевого конвейера	Показатели				
			Сбор СВ, т/га	Выход обменной энергии, ГДж/га	Затраты энергии, ГДж/га	Удельные затраты энергии, МДж на 1 ГДж/га ОЭ	АК (по обменной энергии)
1	2	3	4	5	6	7	8
Контроль	–	1	9,38	88,46	8,18	92	10,81
			11,73	108,46	7,28	67	14,90
		2	10,65	98,97	8,45	85	11,71
			12,72	117,62	7,49	64	15,70
0,8НВ	Bauer Rainstar T-61	1	14,25	132,38	19,07	144	6,94
			15,18	141,89	15,05	106	9,43
		2	15,36	143,69	18,26	127	7,87
			16,66	155,27	15,17	98	10,24
	Irriland Raptor	1	14,25	132,38	16,83	127	7,87
			15,18	141,89	13,57	96	10,46
		2	15,36	143,69	17,03	119	8,44
			16,66	155,27	13,70	88	11,33
	Lindsay-Europe Omega	1	14,25	132,38	17,34	131	7,63
			15,18	141,89	13,91	98	10,20
		2	15,36	143,69	17,55	122	8,19
			16,66	155,27	14,04	90	11,06
	ДД-50	1	14,25	132,38	18,42	139	7,19
			15,18	141,89	14,62	103	9,71
		2	15,36	143,69	18,62	130	7,72
			16,66	155,27	14,74	95	10,53
0,7НВ	Bauer Rainstar T-61	1	15,53	142,77	16,72	117	8,54
			18,20	168,86	15,95	94	10,59
		2	17,30	159,00	17,13	108	9,28
			19,31	179,88	16,00	89	11,24
	Irriland Raptor	1	15,53	142,77	16,07	113	8,88
			18,20	168,86	15,37	91	10,99
		2	17,30	159,00	16,48	104	9,65
			19,31	179,88	15,42	86	11,67
	Lindsay-Europe Omega	1	15,53	142,77	17,86	125	7,99
			18,20	168,86	16,85	100	10,02
		2	17,30	159,00	18,27	115	8,70
			19,31	179,88	16,89	94	10,65
	ДД-50	1	15,53	142,77	18,46	129	7,73
			18,20	168,86	17,47	103	9,67
		2	17,30	159,00	18,86	119	8,43
			19,31	179,88	17,51	97	10,27

Примечание:

1. В числителе – данные опыта первой закладки, в знаменателе – данные опыта второй закладки.

2. Вариант 1 – Цудоуны + Витебчанин + Меря; вариант 2 – Янтарный + Витебчанин + Меря

Клевер луговой в первый год жизни практически не формирует зеленую массу, в следствии чего затраты энергии в первый год жизни переносят на второй и последующие годы жизни, путем деления их на равные части в зависимости от продолжительности использования травостоев [8, 9].

Широкий спектр дождевальной техники имеющейся на учебно-опытном поле «Тушково-1» позволил выполнить расчет энергетической эффективности не только для использованных в опытах дождевальных установок барабанно-шланговых дождевальных установок (далее БШДУ) Bauer Rainstar T-61 и Irriland Raptor, но и для дождевальной установки Lindsay-Europe Omega и дождевального аппарата ДД-50. В результате было установлено, что в условиях фонов 0,8НВ и 0,7НВ затраты энергии

составляли 13,57–19,07 ГДж/га и 15,37–18,86 ГДж/га соответственно и зависели не только от варианта конвейера, но и от способа посева и применяемой дождевальной техники. Поддержание почвенных влагозапасов в оптимальных пределах независимо от фона увлажнения с использованием БШДУ Irriland Raptor потребует наименьших затрат энергии по сравнению с другими дождевальными установками и аппаратами (13,57–17,03 ГДж/га на фоне 0,8НВ и 15,37–16,48 ГДж/га на втором орошаемом фоне).

Вторая особенность при возделывании клевера лугового возникает только в следствии возделывания его совместно с покровной культурой. В результате, все затраты энергии на общие для обеих культур операции, например вспашку или внесение удобрений делятся пропорционально полученному от них урожаю. В итоге, значительная часть затрат энергии переходит на покровную культуру [7]. В подтверждении к вышесказанному, можно сравнить конвейеры полученные на опытах первой и второй закладок. Можно отметить, что несмотря на возрастание урожайности второго варианта сырьевого конвейера на фоне 0,8НВ с 15,36 т/га до 16,66 т/га, отмечалось снижение затрат энергии при орошении БШДУ Bauer Rainstar T-61 с 18,26 ГДж/га до 15,17 ГДж/га. Для остальных дождевальных установок и аппаратов, а так же фонов опыта тенденция имела аналогичный характер и не требует детального анализа.

Вывод об энергетической эффективности вариантов сырьевого конвейера делается с помощью агроэнергетического коэффициента (АК), который отражает отношение валового сбора обменной энергии к затраченной на получение продукции энергии и определяется по формуле:

$$= \frac{ПОЭ}{E_1 + E_2},$$

где ПОЭ – продуктивность 1 га площади, в ГДж обменной энергии; E_1 – затраты энергии на выращивание культуры или травосмеси, ГДж/га; E_2 – затраты на заготовку корма, ГДж/га.

Все варианты сырьевого конвейера независимо от фона увлажнения и применяемой дождевальной техники являются энергетически эффективными, так как АК составляет больше 1. Среди всех вариантов опыта, наиболее эффективным является второй вариант сырьевого конвейера на контрольном фоне, который при беспокровном способе возделывания имеет АК равным 11,71, а в случае возделывания под покровом ярового ячменя величина АК возрастает до 15,70.

В условиях орошения наибольшей эффективностью отличается второй вариант сырьевого конвейера при поддержании почвенных влагозапасов в пределах 70–100 % от НВ БШДУ Irriland Raptor. Агроэнергетический коэффициент в этом случае колебался от 9,65 при беспокровном посеве до 11,67 при совместных посевах клевера лугового и ярового ячменя. Следует отметить, что данный вариант сырьевого конвейера очень сильно уступает своему аналогу на контрольном фоне и применение орошения возможно только в случае высокой экономической эффективности.

Низкой энергетической эффективностью (АК составлял 6,94–9,43 в зависимости от способа возделывания), отличался первый вариант сырьевого конвейера на фоне с нижним пределом регулирования почвенных влагозапасов 80% от НВ при орошении БШДУ Bauer Rainstar T-61.

Расчет экономической эффективности возделывания клевера лугового так же осуществлялся на основании технологических карт отличных по форме и содержанию от карт применяемых для расчета энергетической эффективности. Из них устанавливалась величина заработной платы с соответствующими надбавками, стоимость затраченных ГСМ и электроэнергии. Кроме того, в общую сумму производственных затрат включаются:

- затраты на обязательные отчисления из заработной платы рабочих и механизаторов;
- затраты на приобретение минеральных удобрений и средств защиты;
- затраты на посевной материал;
- амортизационные отчисления, а так же затраты на хранение, технический уход и капитальный ремонт;
- затраты на полив для фонов с дополнительным увлажнением;
- затраты на организацию производства и прочие прямые затраты.

Две особенности распределения затрат энергии, применяемые для расчета энергетической эффективности можно использовать в полной мере и для расчета экономической эффективности.

Расчет экономической эффективности выполнялся в двух направлениях. В первом случае определялся чистый и маржинальный доходы, рентабельность [10] при заготовке сенажа из клевера лугового в системе сырьевого конвейера (табл. 2).

Таблица 2. Экономическая эффективность возделывания различных по скороспелости сортов клевера лугового в системах сырьевого конвейера при заготовке сенажа

Фон увлажнения	Марка дождевальной техники	Вариант сырьевого конвейера	Показатели									
			Сбор СВ, т/га	Сбор кормовых единиц, тыс. к. ед./га	Сбор ЭКЕ, Г/Дж/га	Производственные затраты, руб./га	Себестоимость 1 т СВ, руб.	Себестоимость 1 тыс. к. ед., руб.	Себестоимость 1 тыс. ЭКЕ, руб.	Маржинальный доход, руб./га	Чистая прибыль, руб./га	Рентабельность, %
Контроль	—	1	9,38	6,69	8,85	758,25	80,84	113,34	85,68	461,96	154,77	20,41
			11,73	8,05	10,84	667,06	56,87	82,86	61,54	709,24	431,78	64,73
		2	10,65	7,37	9,90	794,03	74,56	107,74	80,21	535,92	211,52	26,64
			12,72	8,72	11,76	695,06	54,64	79,71	59,10	785,57	495,05	71,22

Bauer

0,8HB

Сравнивая беспокровный и подпокровный способы посева по чистому доходу и рентабельности можно заметить, что беспокровный способ посева является нежелательным как без орошения, так и с ним. Однако если на контроле беспокровный посев приносит 154,77–211,52 руб./га, то в условиях орошения прибыль отмечалась только при использовании дождевального аппарата ДД-50, составляя 56,86 руб./га на фоне 0,8НВ и 36,32–150,59 руб./га на втором фоне с дополнительным увлажнением. При посеве под покровом ярового ячменя прибыль контрольного фона возрастала до 431,78–495,05 руб./га, а на орошении от 74,70 до 440,83 руб./га. Но несмотря на это, рентабельность орошаемых фонов, колебавшаяся в пределах 5,41–35,18 %, очень сильно уступала контрольному фону, на котором данный показатель достигал 64,73–71,22 %. Делая вывод об экономической эффективности предлагаемых сырьевых конвейеров, предпочтение следует отдать второму варианту сырьевого конвейера, который возделывается в условиях контрольного фона с посевом под покровом ярового ячменя. Возделывание клевера лугового по данной схеме обеспечит землепользователя чистым доходом в размере 495,05 руб./га и уровнем рентабельности в 71,22 %.

Если же возникнет необходимость в применении орошения, то следует отдать предпочтение второму варианту сырьевого конвейера и поддерживать почвенные влагозапасы в пределах 80–100 % от НВ дождевальным аппаратом ДД-50. В таком случае 1 гектар пахотных земель будет приносить до 412,99 руб. при рентабельности в 35,18 %. Следует так же акцентировать внимание и на том, что фон 0,7НВ хоть и формировал наибольший урожай сухого вещества и имел наибольшую величину чистого дохода уступал по уровню рентабельности фону 0,8НВ, что делает его менее предпочтительным к использованию. Вторым направлением расчета экономической эффективности, стало определение величины чистой прибыли и рентабельности при скормлении заготовленного корма КРС и получении от него молока (табл. 3).

Таблица 3. Экономическая эффективность возделывания различных по скороспелости сортов клевера лугового в системах сырьевого конвейера при получении молочной продукции

Фон увлажнения	Марка дождевальной техники	Вариант конвейера	Показатели				
			Сбор кормовых единиц, тыс. к. ед./га	Получено молока, т	Производственные затраты, тыс. руб.	Чистая прибыль, тыс. руб.	Рентабельность, %
Контроль	—	1	6,69	51,46	22,17	8,57	38,70
			8,05	61,92	26,39	10,59	40,10
		2	7,37	56,69	24,38	9,48	38,90
			8,72	67,08	28,56	11,51	40,30
0,8НВ	Bauer Rainstar T-61	1	9,84	75,69	33,38	11,83	35,40
			10,67	82,08	35,59	13,43	37,70
		2	10,77	82,85	36,41	13,08	35,90
			11,63	89,46	38,67	14,76	38,20
	Irriland Raptor	1	9,84	75,69	33,19	12,02	36,20
			10,67	82,08	35,46	13,56	38,20
		2	10,77	82,85	36,21	13,27	36,60
			11,63	89,46	38,55	14,89	38,60
	Lindsay-Europe Omega	1	9,84	75,69	33,25	11,96	36,00
			10,67	82,08	35,51	13,52	38,10
		2	10,77	82,85	36,28	13,21	36,40
			11,63	89,46	38,59	14,84	38,50
	ДД-50	1	9,84	75,69	32,92	12,29	37,30
			10,67	82,08	35,31	13,71	38,80
		2	10,77	82,85	35,94	13,54	37,70
			11,63	89,46	38,40	15,04	39,20
0,7НВ	Bauer Rainstar T-61	1	10,52	80,92	35,46	12,88	36,30
			12,59	96,85	41,91	15,93	38,00
		2	11,73	90,23	39,37	14,52	36,90
			13,45	103,46	44,69	17,11	38,30
	Irriland Raptor	1	10,52	80,92	35,35	12,98	36,70
			12,59	96,85	41,82	16,03	38,30
		2	11,73	90,23	39,27	14,63	37,30
			13,45	103,46	44,59	17,20	38,60
	Lindsay-Europe Omega	1	10,52	80,92	35,40	12,94	36,50
			12,59	96,85	41,85	16,00	38,20
		2	11,73	90,23	39,31	14,58	37,10
			13,45	103,46	44,62	17,18	38,50
	ДД-50	1	10,52	80,92	35,07	13,26	37,80
			12,59	96,85	41,64	16,21	38,90
		2	11,73	90,23	38,99	14,91	38,20
			13,45	103,46	44,41	17,38	39,10

Примечание: 1. В числителе – данные опыта первой закладки, в знаменателе – данные опыта второй закладки.
2. Вариант 1 – Цудоўны + Витебчанин + Мерея; вариант 2 – Янтарны + Витебчанин + Мерея

Учет основных производственных затрат осуществлялся на основании данных годовых отчетов хозяйств Могилевской области. Таким образом была установлена величина заработной платы рабочих и механизаторов, затрат на обслуживание основных средств, на ГСМ и электроэнергию и др. видов затрат приведенных на 1 тонну молока. В дополнение ко всему была определена стоимость кормового рациона, который позволит получать годовой удой с одной коровы в размере 7 т молока.

В результате было установлено, что наиболее рентабельным является получение молока при скормлении корма заготовленного на втором варианте сырьевого конвейера контрольного фона опыта второй закладки. В таком случае чистая прибыль составит 11,51 тыс. руб., а рентабельность будет достигать 40,30 %. Если же использовать корма полученные с использованием орошения, то наиболее рентабельным (39,20 %) является стимулирование ростовых процессов клеверов второго варианта сырьевого конвейера опыта второй закладки на фоне 0,8НВ при поддержании влаготемпературного режима дождевальным аппаратом ДД-50. Корм, полученный при таком способе возделывания даст возможность получения 89,46 т молока, а чистая прибыль при этом составит 15,04 тыс. руб. Немного менее рентабельным (39,10 %) является поддержание оптимальной почвенной влажности данным аппаратом на втором орошаемом фоне на аналогичной варианте сырьевого конвейера, но при этом величина чистой прибыли составляет 17,38 тыс. руб.

Заключение

Результаты расчета экономико-энергетической эффективности возделывания клевера лугового в системе сырьевого конвейера позволяют сделать вывод о целесообразности возделывания кормового конвейера состоящего из среднераннего сорта Янтарного, среднеспелого сорта Витебчанин и позднеспелого сорта Мерей. Максимальная экономическая эффективность при возделывании данного сырьевого конвейера наблюдается в условиях естественного увлажнения при посеве под покров ярового ячменя. В результате этого, 1 гектар пахотных земель будет приносить землепользователю 495,05 руб. чистой прибыли при уровне рентабельности в 71,22 %. При применении орошения, самым оптимальным считаем поддержание влажности почвы в пределах 80–100 % от НВ дождевальным аппаратом ДД-50 на аналогичной схеме сырьевого конвейера. За счет орошения хозяйство сможет получить до 412,99 руб./га и рентабельность при этом составит 71,22 %.

Использование вышеуказанного варианта сырьевого конвейера откроет возможность получения 67,08 т молока при получении кормов без орошения, а чистый доход и рентабельность составят 11,51 тыс. руб. и 40,10 %. В условиях орошения, оптимальным окажется возделывание клевера лугового при регулировании влажности почвы в пределах 80–100 % от НВ и орошений дождевальным аппаратом ДД-