

соответственно). О высокой функциональной зависимости между переменными в этой модели свидетельствуют коэффициенты детерминации  $d_{xy} = 0,85; 0,95$  соответственно (таблица 4).

### Выводы

На формирование мощного продуктивного стеблестоя сильное влияние оказало количество осадков, выпавших в период кущение – колошение ( $r = 0,94$ ), что подтверждается высоким коэффициентом детерминации ( $d_{xy} = 0,88$ ). Выявлено, что масса зерна с колоса находится в средней положительной зависимости от количества осадков в период кущение – колошение ( $r = 0,52$ ) и в средней отрицательной ( $r = -0,56$ ) в период колошение – созревание.

Установлено, что наибольшей стабильностью проявления продуктивной кустистости обладали сортообразцы № 1328-2-3 ( $Hom = 198,9; V = 5,2 \%$ ), № 1228-4-1 ( $Hom = 196,5; V = 5,2 \%$ ) и № 1391 ( $Hom = 146,9; V = 5,2 \%$ ). Индекс условий среды ( $I_j$ ) варьировал в зависимости от агрометеорологических условий от  $-0,28$  до  $0,14$ .

Самый продуктивный колос ( $1,54-1,94$  г) генотипы формировали в 2017 г., когда индекс условий среды изменялся от  $I_j = 0,26$  до  $0,33$ . Наибольшей устойчивостью проявления признака «масса зерна с колоса» характеризовались сортообразцы № 1339-1-1 ( $Hom = 27,23; V = 14,9 \%$ ), № 1338-1-1 ( $Hom = 25,52; V = 15,6 \%$ ), № 1128-4-11 ( $Hom = 24,82; V = 16,1 \%$ ) и № 1228-4-1 ( $Hom = 20,57; V = 16,1 \%$ ).

### Литература

1. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: пособие / О. С. Корзун, А. С. Бруйло. – Гродно: ГГАУ, 2011. – 140 с.
2. Хангильдин, В. В. Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях / В. В. Хангильдин, С. В. Бирюков // Генетико-цитологические аспекты в селекции с.-х. растений. – 1984. – № 1. – С. 67–76.
3. Лакин, Г. Ф. Биометрия: учебное пособие для биологических специальностей вузов / Г. Ф. Лакин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва, 1990. – 351 с.
4. Ковтун, В. И. Озерненность, масса зерна с колоса и масса 1000 зёрен в повышении урожайности озимой пшеницы / В. И. Ковтун, Л. Н. Ковтун // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 3 (53). – С. 27–29.

УДК 633.31:631.584.5:581.19

## Протеиновая и энергетическая ценность зеленой массы при выращивании люцерны в одновидовых и смешанных посевах

Н. Ф. Надточаев, кандидат с.-х. наук, А. З. Богданов, научный сотрудник  
Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Дата поступления статьи в редакцию 23.02.2023)

*В 2020–2022 гг. на связносупесчаной почве с повышенным содержанием гумуса, фосфора и калия изучены питательная ценность и продуктивность люцерны посевной в одновидовых и смешанных посевах, на основании чего сделан вывод о том, что наибольшую продуктивность с хорошими качественными показателями зеленой массы обеспечивает вариант ее весеннего подсева с нормой высева 6 млн всхожих семян на 1 га в горохо-ячменную смесь (0,8 млн шт./га + 3,0 млн шт./га) или одновидового ранневесеннего посева (12 млн шт./га). Совместный посев люцерны с фестулолиумом (по 6 млн семян на 1 га) формирует наименьший сбор протеина и энергии, а смесь скороспелой ежи сборной с люцерной имеет самую низкую питательную ценность зеленой массы по причине несовпадения сроков укосной спелости.*

*In 2020–2022, the nutritional value and productivity of alfalfa in single-species and mixed crops were studied on connective-sandy soil with an increased content of humus, phosphorus and potassium, on the basis of which it was concluded that the greatest productivity with good quality indicators of green mass is provided by the option of its spring sowing with a seeding rate of 6 million germinating seeds per 1 ha in a pea-barley mixture (0,8 million/ha + 3,0 million/ha) or a single-species early spring sowing (12 million/ha). Joint sowing of alfalfa with festulolium (6 million seeds per 1 ha) forms the smallest collection of protein and energy, and the mixture of a fast-growing cock's-foot grass hedgehog with alfalfa has the lowest nutritional value of the green mass due to the mismatch of the timing of oblique ripeness.*

### Введение

Люцерна отличается целым рядом несомненных достоинств: засухоустойчивостью, зимостойкостью, многоукосностью, продуктивным долголетием, относительной неприхотливостью к почвам, способностью к высокой азотфиксации [1]. По содержанию сырого протеина, сбор которого может достигать  $1,5-2,6$  т/га, люцерна превосходит остальные многолетние бобовые травы [2, 3]. К тому же эта культура богата минеральными соединениями и витаминами, а белок относится к фи-

зиологически активным, поэтому он не только хорошо усваивается животными, но и способствует усвоению белка, получаемого из других культур [4]. Важным биологическим свойством люцерны является быстрый темп роста, обеспечивающий при благоприятных режимах влажности, питания и температуры до 4–5 укосов за вегетационный период [5]. Люцерна обладает высокой способностью к фиксации атмосферного азота. В надземной массе она накапливает до  $200$  кг/га азота ежегодно [6]. После ее трехлетнего выращивания в почве остается от  $40$  до  $192$  кг/га азота [7].

Весьма эффективно возделывание люцерны в одновидовых посевах. Вместе с тем в первый год жизни использовать люцерну практически невозможно из-за низкой урожайности и высокой засоренности посева сорняками [8]. В этой связи рекомендуется выращивание люцерны в совместных посевах со злаками, а также посев под покровную культуру [9, 10, 11]. Лучшими покровными культурами являются те, которые рано освобождают поле [12, 13].

### Методика и условия проведения исследований

Полевой опыт был заложен на опытном участке РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» со следующей агрохимической характеристикой: рН – 5,87, гумус – 2,78 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 199 мг/кг, K<sub>2</sub>O – 366 мг/кг почвы. Сев проводили 4 мая: люцерна посевная сорта Медиана, кострец безостый Усходні, фестулолиум Пуня, овсяница луговая Зорка, тимофеевка луговая Волна, ежа сборная Магутная, райграс однолетний Полланум и Элюнэриа в равном количестве, горох полевой (пелюшка) Марат, ячмень Мустанг. Площадь опытных деленок составляла 22 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная. Предшественник озимое тритикале, обработка почвы традиционная. Осенью под вспашку и затем в последующие годы вносились минеральные удобрения (P<sub>60</sub>K<sub>120</sub>) в виде аммонизированного суперфосфата и хлористого калия. Учет урожая осуществляли с помощью кормоборочного селекционного комбайна Nege 212.

Расчет кормовых единиц проведен по А. П. Дмитроченко и др. [14], обменной энергии – по формулам, предложенным шведскими учеными [15]. Для свежей травы ОЭ (МДж) = 0,181ПП % + 0,328ПЖ % + 0,122ПК % + 0,155ПБЭВ %, где ПП, ПЖ, ПК, ПБЭВ – переваримые протеин, жир, клетчатка, БЭВ в %. Коэффициенты переваримости установлены по М. Байеру и др. [16] с учетом фазы развития растений и содержания питательных веществ в корме.

В 2020 г. высокие температуры воздуха и достаточное количество осадков (151 мм) в июне благоприятствовали

хорошему росту растений, в том числе сорных. Июль оказался прохладным и умеренно влажным, а две первые засушливые декады августа (1/3 осадков от нормы) при температуре, превысившей норму на 0,8 °С, сдерживали активный прирост зеленой массы многолетних трав третьего укоса.

В мае 2021 г. прохладная, влажная погода способствовала формированию высокого урожая зеленой массы трав, хотя растения значительно отставали в развитии. Июнь оказался теплым и дождливым, поэтому во втором укосе сформировался хороший урожай люцерны, а жаркая, засушливая погода июля, напротив, не позволила нарастить достаточно зеленой массы этой культуры в третьем укосе.

Подобно двум предыдущим годам, в апреле и мае 2022 г. зафиксирована холодная погода (на 2,1 °С ниже многолетнего значения). Продолжительный недостаток тепла привел к задержке в развитии растений. В то же время обильные осадки способствовали хорошему наращиванию урожая зеленой массы трав. Теплая погода в июне (+2,7 °С к норме) с умеренными осадками (81 % от нормы) также благоприятствовала их росту и во втором укосе. Погода в июле соответствовала многолетним значениям, а в августе оказалась чрезвычайно жаркой с существенным дефицитом осадков (1/4 от нормы), что вызвало усыхание растений третьего укоса и в дальнейшем отсутствие прироста отавы четвертого укоса.

### Результаты исследований и их обсуждение

Питательная ценность трав, как известно, зависит от фазы развития растений, которая, в свою очередь, связана с содержанием сухого вещества (СВ) в растениях. Между тем, как показали исследования, этот показатель в зависимости от очередности укоса и погодных условий колебался в значительных пределах. В первый год жизни средневзвешенный показатель содержания СВ в урожае смеси люцерны со скороспелой ежой был самым высоким – 21,1 % при доле участия злака 47 % (таблица 1). Фестулолиум и райграс однолетний,

Таблица 1 – Содержание сухого вещества в растениях в зависимости от условий года и долевого участия компонентов

Культура и норма высева семян млн шт./га	Содержание СВ, %			Доля злаков в урожае СВ, %		
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
1. Люцерна, 12 млн шт./га	19,5	20,3	20,6	0	0	0
2. Люцерна, 6 млн шт./га + кострец безостый, 6 млн шт./га	19,6	20,8	21,1	28	23	5
3. Люцерна, 6 млн шт./га + фестулолиум, 6 млн шт./га	19,3	20,6	21,3	83	39	23
4. Люцерна, 6 млн шт./га + овсяница луговая, 6 млн шт./га	20,5	21,0	20,8	31	30	8
5. Люцерна, 6 млн шт./га + тимофеевка луговая, 6 млн шт./га	20,3	20,1	20,9	9	16	4
6. Люцерна, 6 млн шт./га + ежа сборная, 6 млн шт./га	21,1	21,5	22,3	47	44	39
7. Люцерна, 12 млн шт./га + райграс однолетний, 6 млн шт./га	19,6	20,3	20,6	89	21	0
8. Люцерна, 6 млн шт./га + пелюшка, 0,8 млн шт./га + ячмень, 3,0 млн шт./га	16,9	20,6	20,7	68*	0	0

Примечание – \*Пелюшко-ячменная смесь.

занимая в смеси с люцерной 83–89 %, накопили лишь 19,3–19,6 % СВ, что близко к среднему показателю одновидового посева люцерны (19,5 %). А самый низкий показатель СВ наблюдался в подпокровном посеве бобовой культуры – 16,9 %, что обусловлено значительной долей в урожае пелюшко-ячменной смеси, имеющей высокую влажность.

Во второй год жизни многолетние злаки присутствовали преимущественно в первом укосе – от 29 (тимофеевка) до 78 % (фестулолиум). Райграс однолетний занимал 39 % в урожае СВ в ценнозе с люцерной. В третий год жизни доля злаков в урожае СВ в смешанных с люцерной посевах в первом укосе составляла от 8–14 % (с тимофеевкой, кострцом и овсяницей) до 29–48 % (с фестулолиумом и ежой). Корреляционный анализ показал, что если в первый год жизни трав между долей злаков в урожае СВ и содержанием СВ в нем отмечена обратная зависимость ( $r = -0,36$ ), то во второй и третий годы жизни – прямая ( $r = 0,65$  и  $0,96$ ).

Средневзвешенный показатель содержания протеина в первый год жизни трав составил от 135 г/кг СВ в смешанном посеве люцерны с райграсом до 171 г – с тимофеевкой и до 182 г/кг СВ в одновидовом посеве (таблица 2). Между содержанием протеина и долей люцерны в урожае первого года жизни трав (за исключением варианта с пелюшко-ячменной смесью) установлена тесная корреляционная связь ( $r = 0,98$ ).

Во второй и третий год жизни трав сохранилась та же закономерность, когда с увеличением доли злаков содержание протеина в урожае зеленой массы падало ( $r = 0,98$  и  $r = 0,85$  соответственно). В итоге самым низким оно оказалось в смешанном посеве люцерны с ежой (155 г/кг СВ), далее следовали варианты посева

люцерны с фестулолиумом, овсяницей, тимофеевкой и кострцом (161–166 г), а в одновидовом посеве было получено 177 г сырого протеина на 1 кг СВ.

Что касается энергетической ценности, то здесь отмечаются другие закономерности. Если в первый год жизни содержатся протеина самым низким было в вариантах с райграсом и фестулолиумом, то по накоплению энергии они занимают верхнюю позицию – 0,93–0,96 к. ед. и 10,10–10,22 МДж обменной энергии в 1 кг СВ. Высокую энергетическую ценность имел также вариант подпокровного посева люцерны в пелюшко-ячменную смесь (0,91 к. ед. и 10,00 МДж). Самые низкие значения получены в одновидовом посеве люцерны (0,83 и 9,41) и смешанном с тимофеевкой (0,83 и 9,35 соответственно), где ее доля в урожае сухого вещества была самой низкой из всех злаков.

Во второй год жизни самое низкое содержание энергии отмечено в урожае смеси люцерны с ежой – 0,82 к. ед. и 9,25 МДж ОЭ в 1 кг СВ против 0,89–0,90 к. ед. и 9,79–9,89 МДж во всех других вариантах, что было обусловлено первым укосом, когда питательность массы в первом случае составляла 0,79 к. ед. и 8,96 МДж, во втором – 0,92–0,94 к. ед. и 9,94–10,10 МДж. В целом аналогичная закономерность отмечена и в третий год жизни трав.

В итоге в среднем за 3 года, возделывание люцерны в чистом виде или под покровом пелюшко-ячменной смеси обеспечило не только максимальное содержание протеина в урожае зеленой массы – 173–178 г/кг СВ, но и наибольший его сбор – 13,4–13,9 ц/га (таблица 3). Выход кормопротеиновых единиц (КПЕ) в этих вариантах также самый высокий – 100–106 ц/га. Наименьший сбор протеина получен в варианте с совместным посевом

Таблица 2 – Содержание протеина и энергии в 1 кг СВ в одновидовых и смешанных посевах люцерны

№ варианта	Сырой протеин, г			Кормовые единицы			Обменная энергия, МДж		
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
1	182	177	177	0,83	0,89	0,90	9,41	9,82	9,88
2	164	160	166	0,87	0,90	0,89	9,61	9,89	9,86
3	144	151	161	0,96	0,90	0,89	10,22	9,87	9,82
4	162	153	163	0,86	0,90	0,88	9,55	9,86	9,78
5	171	169	165	0,83	0,90	0,88	9,35	9,88	9,79
6	154	139	155	0,88	0,82	0,84	9,67	9,25	9,41
7	135	163	177	0,93	0,89	0,90	10,10	9,80	9,87
8	162	176	177	0,91	0,89	0,90	10,00	9,79	9,86

Таблица 3 – Продуктивность и питательная ценность трав, выращиваемых в совместных посевах с люцерной посевной (среднее за 3 года жизни)

№ варианта	Сбор с 1 га				Содержание в 1 кг СВ		
	СП, ц	к. ед., ц	ОЭ, ГДж	КПЕ, ц	СП, г	к. ед.	ОЭ, МДж
1	13,4	66,7	73,7	100	178	0,88	9,77
2	11,9	65,4	72,0	92	163	0,89	9,84
3	10,3	61,4	66,8	82	153	0,91	9,94
4	11,8	65,9	72,6	92	159	0,89	9,78
5	12,5	66,1	73,1	96	167	0,88	9,76
6	11,8	66,6	74,7	92	148	0,84	9,38
7	11,8	66,5	72,8	92	161	0,90	9,90
8	13,9	71,8	79,2	106	173	0,90	9,88
НСР <sub>05</sub>	1,3	6,9	7,6	9			

люцерны с фестулолиумом (10,3 ц/га). Вариант посева люцерны с ежой характеризовался самыми низкими показателями содержания протеина (148 г и 153–178 г в остальных вариантах) и энергии в сухом веществе полученного урожая (0,84 к. ед. против 0,88–0,91 к. ед. в 1 кг СВ всех других вариантов опыта и 9,38 МДж и 9,76–9,94 МДж). Совместный посев люцерны с фестулолиумом оказался самым низкопродуктивным не только по сбору протеина, но и энергии. Таким образом, подпокровный посев люцерны в пелюшко-ячменную смесь или чистый ее посев без покрова являются наиболее продуктивными вариантами ее выращивания, обеспечивающими высокие качественные показатели получаемого урожая.

### Выводы

1. Подпокровный посев люцерны (6 млн всхожих семян на 1 га) в пелюшко-ячменную смесь (0,8 + 3,0 млн шт./га) или чистый ее посев без покрова (12 млн шт./га), в отличие от смешанных посевов со злаками, по выходу кормопротеиновых единиц (100–106 ц/га против 82–96 ц/га) являются наиболее продуктивными вариантами ее выращивания, обеспечивающими высокие качественные показатели получаемого урожая (173–178 г СП и 9,77–9,88 МДж в 1 кг СВ).

2. Совместный посев люцерны с фестулолиумом (по 6 млн семян на 1 га), в среднем за 3 года жизни, формирует самый низкий сбор протеина (10,3 ц/га) и энергии (66,8 ГДж/га) при их содержании 153 г и 9,94 МДж ОЭ в 1 кг СВ.

3. Скороспелая ежа сборная по причине несовпадения с люцерной посевной сроков укосной спелости является наименее подходящей для совместного возделывания культурой из-за самой низкой питательности получаемого корма: 148 г СП и 9,38 МДж ОЭ в 1 кг СВ при их сборе 11,8 ц и 74,7 ГДж с 1 га соответственно.

### Литература

1. Лазарев, Н. Н. Люцерна в системе устойчивого кормопроизводства / Н. Н. Лазарев, О. В. Кухаренкова, Е. М. Куренкова // Кормопроизводство. – 2019. – № 4. – С. 18–23.
2. Привалов, Ф. Многолетние травы – основной источник белка / Ф. Привалов, П. Васько // Белорусское сельское хозяйство. – 2019. – № 5. – С. 12–15.
3. Тиво, П. Ф. Качество урожая люцерны, возделываемой в условиях Поозерья / П. Ф. Тиво, Л. А. Саскевич, Д. А. Постнико-

4. ва // Земледелие и растениеводство. – 2020. – № 4. – С. 7–12.
4. Долголетнее использование люцерны изменчивой сорта Пастбищная 88 в одновидовых посевах и травосмесях / Н. Н. Лазарев [и др.] // Кормопроизводство. – 2010. – № 1. – С. 9–12.
5. Алтунин, Д. А. Увеличение производства белковых кормов / Д. А. Алтунин // Достижение науки и техники АПК. – 2001. – № 8. – С. 13–15.
6. Лазарев, Н. Н. Луговые травы в Нечерноземье: урожайность, долголетие, питательность / Н. Н. Лазарев, А. Н. Исаков, А. М. Стародубцева. – М.: Издательство РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2015. – 165 с.
7. Alfalfa, Wildlife and the Environment / D. Putnam [et al.] // The Importance and Benefits of Alfalfa in the 21<sup>st</sup> Century. – 2001. – 24 p.
8. Лазарев, Н. Н. Урожайность люцерны изменчивой (*Medicago varia* Martin) в одновидовых посевах и травосмесях с бобовыми и злаковыми травами / Н. Н. Лазарев, А. М. Стародубцева, Д. В. Пятинский // Кормопроизводство. – 2013. – № 11. – С. 10–12.
9. Авдеев, Л. Б. Урожайность травостоев с участием люцерны гибридной / Л. Б. Авдеев, Т. Н. Ахтель // Стратегия и тактика экономически целесообразной адаптивной интенсификации земледелия: материалы Межд. науч.-практ. конф. / Земледелие и растениеводство. – Минск: ИВЦ Минфина, 2004. – Т. 1. – С. 175–178.
10. Пикун, П. Т. Формирование урожая семян люцерны с подсевом злаковых трав / П. Т. Пикун, М. М. Коротков // Стратегия и тактика экономически целесообразной адаптивной интенсификации земледелия: материалы Межд. науч.-практ. конф. / Земледелие и растениеводство. – Минск: ИВЦ Минфина, 2004. – Т. 1. – С. 171–174.
11. Урожайность травосмесей на основе люцерны посевной и лядвенца рогатого // П. Ф. Тиво [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2015. – № 2. – С. 3–6.
12. Чекель, Е. И. Возделывание люцерны на минеральных почвах / Е. И. Чекель, М. Н. Крицкий // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», – 3-е изд., доп. и перераб. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – С. 360–373.
13. Донских, Н. А. Создание укосных травостоев с люцерной изменчивой в условиях Ленинградской области / Н. А. Донских, В. В. Владимирова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – № 5. – С. 193–195.
14. Дмитроченко, А. П. Практикум по кормлению сельскохозяйственных животных / А. П. Дмитроченко, В. М. Крылов, А. В. Тоичкина. – М.: Колос, 1972. – 351 с.
15. Григорьев, Н. Г. Определение обменной энергии кормов / Н. Г. Григорьев // Кормопроизводство. – 1992. – № 1. – С. 6–9.
16. Новая система оценки кормов в ГДР / М. Байер [и др.]. Перевод с немецкого Г. Н. Мирошниченко. – М.: Колос, 1974. – 248 с.

УДК 633.367.1:631.526.32.001.4

## Оценка сортообразцов люпина желтого различного направления использования в конкурсном сортоиспытании

Д. В. Гатальская, ассистент, Е. В. Равков, Ю. С. Малышкина, кандидаты с.-х. наук  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Дата поступления статьи в редакцию 16.03.2023)

В полевых условиях селекционного опытного поля кафедры селекции и генетики УО «БГСХА» были созданы, отобраны на инфекционном антракнозном фоне и оце-

In the field conditions of the breeding experimental field of the Department of Breeding and Genetics of the EE «BSAA» were created, selected against an infectious an-