

6. Клыга, Е.Р. Фестуолиум агробиологические аспекты возделывания: аналитический обзор / Е.Р. Клыга, П.П. Васько. – Минск: ИВЦ Минфина, 2016. – 68 с.
7. Лазарев, Н.Н. Урожайность и ботанический состав бинарных и многокомпонентных травосмесей с клевером ползучим (*Trifolium repens* L.) при интенсивном использовании / Н.Н. Лазарев, Т.В. Костикова // Изв. ТСХА. –2013. – № 4. – С. 85-94.
8. Листков, В.Ю. Продуктивность бинарной травосмеси на основе люцерны в зависимости от фона минерального питания / В.Ю. Листков, А.Ф. Петров // Вестник НГАУ. – 2019. – № 1 (50). – С. 133-138.
9. Методика опытов на сенокосах и пастбищах / В.Г. Игловиков [и др.]. – М: ВИК, 1971. – 233 с.

FORMATION OF GREEN MASS YIELD OF CEREAL AND LEGUME-CEREAL GRASS STANDS ON VARIOUS BACKGROUNDS OF NITROGEN NUTRITION OVER THE YEARS OF USE
E.R. Klyga, N.B. Olshevskaya, T.M. Nikitina

The article presents the results of the studies on the formation of green mass yield of single-species, binary and multi-component cereal and legume-cereal grass stands on various backgrounds of nitrogen nutrition, as well as the uniformity of green mass supply over the years of use for 2015-2018. The least productive were cereal grass stands, forming from 132.6–147.5 c/ha without application of mineral nitrogen to 332.2–357.5 c/ha of green mass against the background of N_{180} (60 kg/ha of active ingredient of nitrogen for each mowing). The highest yield was observed in the option of a multi-component grass mixture with alfalfa and red clover, which formed on average over the period of research from 410.1 c/ha against the background of N_0 to 584.4 c/ha of green mass against the background of N_{180} .

УДК 633.3:631.5

**ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ НА СКОРОСТЬ
ВЛАГООТДАЧИ ПРИ ПРОВЯЛИВАНИИ МНОГОЛЕТНИХ
БОБОВЫХ ТРАВ**

**Н. С. Яковчик¹, доктор с.-х. наук, доктор экон. наук, Н. Н. Зенькова²,
канд. с.-х. наук, О. Ф. Ганущенко², канд. с.-х. наук, О. В. Зенькова²**

¹Белорусский государственный аграрный технический университет

²Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной
медицины»

(Дата поступления статьи в редакцию 16.06.2025)

Рецензент: Лужинский Д.В., кандидат с.-х. наук

Аннотация. В статье приводятся результаты исследований по установлению влияния технологических приемов (плющение стеблей) бобовых трав специальными устройствами и способов скашивания (в рассыпку и валок) на

скорость влагоотдачи зеленой массы для ускорения провяливания до минимально необходимого уровня.

Введение. Климат Беларуси характеризуется повышенным увлажнением, где получение высококачественного корма из проявленных трав затруднительно из-за частых кратковременных дождей, утренней росы. Сочетание типичных параметров погодных условий и существующих технологий заготовки кормов (традиционное скашивание бобовых трав в валок без плющения) в нашей республике не позволяет достигнуть в течение одного светового дня необходимого минимального уровня СВ (CB_{min}), тем более при скашивании бобовых в фазе стеблевания при уровне СВ 10–12 % [1, 2].

Быстрое провяливание бобовых трав проблематично в производственных условиях по целому ряду причин: очень высокая исходная влажность зеленой массы – до 88–90 %. В результате этого уже на стадии транспортировки измельченная масса в фазе стеблевания за счет изобилия не связанной воды начинает выделять сок. Высокое содержание белка у бобовых неизменно сопровождается повышенным количеством связанной в коллоидах воды, в результате чего динамика влагоотдачи при их провяливании резко снижается по сравнению со злаками в условиях благоприятной устойчивой погоды. При высокой урожайности зеленой массы бобовых трав в ранние фазы вегетации (300–350 ц/га) даже при скашивании в расстил на 1 м² приходится 3–3,5 кг массы, что неизбежно снижает скорость их провяливания (оптимум – до 1,5 кг/м²) [1, 2].

Необходимо оптимальное сочетание различных параметров погодных условий (повышенная инсоляция, температура и скорость движения воздуха, отсутствие дождей в предпредшествующие и последующие сутки, низкая относительная влажность воздуха и т.д.), что в погодных условиях нашей республики довольно проблематично.

Цель исследований – изучение влияния фазы вегетации растений и технологических приемов на скорость влагоотдачи при провяливании многолетних бобовых трав для заготовки консервированных кормов.

Методика исследований. Проведено исследование, в ходе которого определили продолжительность и скорость провяливания многолетних бобовых трав 1 укоса в зависимости от применяемых технологических приемов. Научно-хозяйственный эксперимент проходил в 2023 г. В первый укос клевер луговой, люцерну посевную и галегу восточную убирали в фазу стеблевания и бутонизации. Использовали также различные технологические приемы предварительной обработки зеленой массы: скашивание в расстил с плющением стеблей (первый вариант), скашивание в расстил без плющения стеблей (второй вариант), скашивание в валок с плющением стеблей (третий вариант) и скашивание в валок без плющения стеблей (четвертый вариант).

При проведении исследования контролировали содержание СВ (влажность) в свежескошенном и проявленном сырье, а также продолжительность его сушки до достижения уровня СВ 35, 40 и 45 % (соответственно варианты А,

Б и В по степени провяливания бобовых трав, приемлемые для производства). Длительность провяливания растений учитывали исключительно в световых (дневных) часах. Скапивали после полного схода росы в 11.00. Влажность зеленой массы определяли во второй и в последующие световые дни в период с 9.00 до 21.00, то есть контролировали этот показатель на протяжении 12 часов.

Скорость влагоотдачи (%/ч) рассчитывали с учетом длительности провяливания в световых часах и разницы в содержании СВ в массе за соответствующий период. Для оперативного получения данных по уровню СВ в свежескошенном и провяленном сырье использовали портативный анализатор кормов.

Результаты исследований. Расчеты показали, что в первом укосе урожайность зеленой массы клевера лугового, люцерны посевной и галеги восточной, убранных в фазы стеблевания и бутонизации, составляла соответственно 68 и 115, 124 и 168 и 180 и 228 п/га. Сравнительно невысокая урожайность сырья была обусловлена практически полным отсутствием дождей в период вегетации (май – начало июня).

На основании проведенных исследований был сделан вывод о том, что на скорость влагоотдачи повлияли как степень провяливания сырья, так и вид предварительной механической обработки растений (таблицы 1–3). Установлено, что у всех изучаемых бобовых трав скорость влагоотдачи снижалась по схеме:

первый вариант → второй вариант → третий вариант → четвертый вариант;

вариант А → вариант Б → вариант В.

В ходе исследования была выявлена высокая обратная корреляционная связь (r) между фактическим уровнем СВ в провяливаемом сырье и скоростью влагоотдачи культур, убранных в фазы стеблевания и бутонизации в условиях длительной засухи: клевера лугового – от r 0,85115 до -0,93461 и от r 0,86452 до -0,92541, люцерны посевной – от r 0,85913 до -0,9601 и от -0,83386 до -0,90783), галеги восточной – от r 0,704 до -0,91031 и от -0,734 до -0,91654.

Максимальная скорость влагоотдачи зафиксирована при провяливании клевера лугового (из-за наименьшей урожайности среди изучаемых культур), а средняя и минимальная – при просушивании люцерны посевной и галеги восточной.

Например, в фазу стеблевания в течение первых световых часов скорость провяливания зеленой массы убранных клевера лугового, люцерны посевной и галеги восточной (скшивание в расстил с плющением стеблей) составляла соответственно 4,68; 2,93 и 2,45 %/час (таблицы 1–3). Таким образом, установлено, что в фазу стеблевания клевер луговой подсыхал гораздо быстрее (благодаря меньшей исходной урожайности), чем люцерна посевная и галега восточная в 1,6 и 1,9 раза соответственно.

Таблица 1. Продолжительность провяливания в световых часах и скорость влагоотдачи клевера лугового

Технологический прием и время сушки	Содержание СВ, %	Скорость влагоотдачи, %/ч	Технологический прием и время сушки	Содержание СВ, %	Скорость влагоотдачи, %/ч
Фаза стеблевания			Фаза бутонизации		
В расстил с плющением: при скашивании	13,2	—	В расстил с плющением: при скашивании	17	—
5 часов	36,6	4,68 (в первые 5 часов)	6 часов	35,9	3,15 (в первые 6 часов)
9 часов	41	1,1 (с 6-го по 9-й час)	12 часов	41,2	0,88 (с 7-го по 12-й час)
15 часов	46,6	0,93 (с 10-го по 15-й час)	19 часов	45,7	0,64 (с 13-го по 19-й час)
За весь световой период	46,6	2,22 (15 час)		45,7	1,51 (19 час)
В расстил без плющения: при скашивании	13,2	—	В расстил без плющения: при скашивании	17	—
6 часов	35,4	4,44 (в первые 6 часов)	6 часов	35,4	3,06 (в первые 6 часов)
11 часов	40,9	0,91 (с 7-го по 11-й час)	12 часов	40,8	0,77 (с 7-го по 12-й час)
19 часов	45,4	0,56 (с 12-го по 19-й час)	19 часов	45,6	0,6 (с 13-го по 19-й час)
За весь световой период	45,4	1,69 (19 час)		45,6	1,36 (21 час)
В валок с плющением: при скашивании	13,2	—	В валок с плющением: при скашивании	17	—
6 часов	34,8	3,6 (в первые 6 часов)	7 часов	35,9	2,7 (в первые 7 часов)
13 часов	40,6	0,83 (с 7-го по 13-й час)	15 часов	41,2	0,66 (с 8-го по 15-й час)
23 часа	45,6	0,5 (с 14-го по 23-й час)	23 часа	45,3	0,51 (с 16-го по 23-й час)
За весь световой период	45,6	1,40 (23 час)		45,3	1,36 (23 час)

В валок без плющения:			В валок без плющения:		
при скашивании	13,2	—	при скашивании	17	—
7 часов	34,8	3,09 (в первые 7 часов)	8 часов	35,7	2,34 (в первые 8 часов)
15 часов	40,6	0,73 (с 8-го по 15-й час)	16 часов	40,3	0,58 (с 9-го по 16-й час)
25 часов	45,2	0,46 (с 16-го по 25-й час)	27 часов	45,7	0,49 (с 17-го по 27-й час)
За весь световой период	45,2	1,28 (25 час)		45,7	1,06 (27час)

Максимальную скорость влагоотдачи изучаемых бобовых трав (предельно быстрое повышение уровня СВ в провяливаемом сырье) регистрировали в первый световой день в течение первых часов после уборки. К концу первого светового дня скорость влагоотдачи растений заметно снижалась. В следующие световые дни этот процесс влагоотдачи заметно снижался. Например, при просушивании галеги восточной, убранной в фазу бутонизации (скшивание в расстил без плющения стеблей), скорость влагоотдачи в первый световой день составила 1,85 %/ч, во второй – 0,43, а в третий – 0,37 %/ч (таблица 3). Очевидно, это объясняется уменьшением доли свободной воды в клетках растений и повышением в них удельного веса связанной (коллоидной) воды по мере увеличения продолжительности и степени провяливания трав, а также выпадением росы в ночной период ко второму и последующим световым дням провяливания.

При уборке клевера лугового в фазу стеблевания со скшиванием в расстил и плющении стеблей, в варианте В (по степени провяливания сырья), содержания СВ около 45 % (фактически было 46,6 %) достигали в течение 15 световых часов, а при скшивании его с формированием валка без плющения стеблей (фактически 45,2 % СВ) – за 25 световых часов (таблица 1).

Таким образом, при формировании валка без плющения стеблей (4 вариант) продолжительность провяливания в световых часах была в 1,7 раза выше по сравнению со скшиванием этой культуры в расстил с предварительной механической обработкой растений (1 вариант).

Показатели, характеризующие продолжительность провяливания и скорость влагоотдачи зеленой массы клевера лугового, убранного в разные фазы вегетации, представлены в таблице 1.

Данные наших исследований свидетельствуют о том, что даже в солнечную погоду в течение первого светового дня не удалось достичь уровня СВ не менее 45 % (значение, при котором все бобовые культуры силосуются без образования масляной кислоты). СВ составляло около 35 % как при скшивании растений в фазу стеблевания, так и при их уборке в фазу бутонизации. Из такого сырья можно получить качественный силаж только при внесении в зеленую массу бактериальных консервантов и соблюдении технологии заготовки корма.

Показатели, характеризующие продолжительность провяливания и скорость влагоотдачи люцерны посевной, убранной в разные фазы вегетации, представлены в таблице 2.

Для закладки лабораторных емкостей к подбору провяленной массы (по варианту А с СВ около 35 %) клевера лугового в фазу стеблевания приступали во второй половине первого светового дня: при первом варианте – с 16.00, при четвертом – с 18.00. Подбор провяленной массы (вариант А) скщенного в фазу бутонизации клевера лугового выполняли на один час позже: при первом варианте – с 17.00, при четвертом – с 19.00. К подбору провяленной массы люцерны посевной (уровень СВ достигал 35 %), убранной как в фазу стеблевания, так и в

Таблица 2. Продолжительность провяливания в световых часах и скорость влагоотдачи люцерны посевной

Технологический прием и время сушки	Содержание СВ, %	Скорость влагоотдачи, %/ч	Технологический прием и время сушки	Содержание СВ, %	Скорость влагоотдачи, %/ч
Фаза стеблевания					
В расстил с плющением:			В расстил с плющением:		
при скашивании	14,8	—	в момент скашивания	17,2	—
7 часов	35,3	2,93 (в первые 7 часов)	7 часов	36,4	2,74 (в первые 7 часов)
13 часов	40,1	0,8 (с 7-го по 13-й час)	13 часов	40,6	0,7 (с 8-го по 13-й час)
21 час	45,8	0,71 (с 14-го по 21-й час)	22 часа	46,1	0,61 (с 14-го по 22-й час)
За весь световой период	45,8	1,48 (21 час)		46,1	1,31 (22 час)
В расстил без плющения:			В расстил без плющения:		
при скашивании	14,8	—	при скашивании	17,2	—
8 часов	36,3	2,69 (в первые 8 часов)	8 часов	36,4	2,4 (в первые 8 часов)
15 часов	41,1	0,69 (с 9-го по 15-й час)	15 часов	40,6	0,6 (с 9-го по 15-й час)
22 часа	45,7	0,67 (с 16-го по 22-й час)	25 часов	46,1	0,55 (с 16-го по 25-й час)
За весь световой период	45,7	1,40 (22 час)		46,1	1,16 (25 час)
В валок с плющением:			В валок с плющением:		
при скашивании	14,8	—	при скашивании	17,2	—
9 часов	36,3	2,39 (в первые 9 часов)	9 часов	36,4	2,13 (в первые 9 часов)
17 часов	41,1	0,6 (с 10-го по 17-й час)	17 часов	40,6	0,53 (с 10-го по 17-й час)
25 часов	45,8	0,59 (с 18-го по 25-й час)	28 часов	46,1	0,5 (с 18-го по 28-й час)
За весь световой период	45,8	1,24 (25 час)		46,1	1,03 (28 час)

В валок без плющения:		В валок без плющения:	
при скашивании	14,8	—	при скашивании
10 часов	35,9	2,11 (в первые 10 часов)	10 часов
22 часов	41,9	0,5 (с 11-го по 22-й час)	21 час
32 часа	45,3	0,34 (с 23-го по 32-й час)	32 часа
За весь световой период	45,3	0,95 (32 час)	
			45,3
			0,88 (32 час)

фазу бутонизации, приступали к концу первого светового дня: при первом варианте – с 18.00, при четвертом – с 21.00.

При уборке галеги восточной в фазы стеблевания и бутонизации особенно актуально использовать такие технологические приемы, как скашивание в расстил с плющением стеблей и без него (первый и второй варианты). Исследования показали, что скашивание галеги в валок, как с плющением стеблей, так и без него (третий и четвертый варианты) менее эффективно, поскольку в первый световой день невозможно провялить сырье до минимально необходимого уровня СВ 35 %, а поэтому получить из него качественный силаж невозможно (без использования очень дорогих химических консервантов) даже при соблюдении требований по заготовке корма.

Показатели, характеризующие продолжительность провяливания и скорость влагоотдачи галеги восточной, убранной в разные фазы вегетации, представлены в таблице 3.

Для закладки лабораторных емкостей к подбору галеги, убранной в фазы стеблевания и бутонизации, приступали в конце первого светового дня, когда уровень СВ в провяливаемой массе достигал около 35 % (вариант А): в 1 варианте (при скашивании в расстил с плющением стеблей) – в 20.00, во 2 варианте (при скашивании в расстил без плющения) – в 21.00.

Если в проявленных бобовых травах 1 укоса содержание СВ составляет около 40 %, заготовить качественный корм можно и без консервантов. Однако следует учитывать, что в течение первого светового дня такое сырье получилось в условиях нашего опыта только при провяливании клевера лугового, убранного исключительно в фазу стеблевания. При уборке этой культуры в фазу бутонизации высушить массу до содержания в ней СВ 40% можно лишь на второй световой день, что неизбежно приводит к существенным потерям наиболее ценных питательных веществ в ночное время, когда процесс провяливания полностью прекращается. При использовании малоэффективных технологических приемов (скшивание в валок как с плющением, так и без него) в процессе уборки люцерны посевной и галеги восточной период их провяливания даже в солнечную погоду увеличивается до 3–4 световых дней.

Заключение

Плющение (направленное механическое повреждение) стеблей бобовых трав специальными устройствами при их скашивании в расстил способствует повышению скорости влагоотдачи зеленой массы и ускорению провяливания до содержания минимально необходимого уровня СВ около 35 %.

Литература

1. Зенькова, Н. Н. Научно-практические рекомендации по планированию и производству кормов для дойного стада : методические рекомендации / Н. Н. Зенькова, В. Г. Микуленок. – Витебск : ВГАВМ, 2018. – 35 с.
2. Практическое руководство по использованию кормовых ресурсов в кормопроизводстве : практическое руководство / Н. Н. Зенькова [и др.]; под общ. ред. Н. Н. Зеньковой, О. Ф. Ганущенко. – Витебск : ВГАВМ, 2021. – 176 с.

Таблица 3. Продолжительность провяливания в световых часах и скорость влагоотдачи галеги восточной

Технологический прием и время сушки	Содержание СВ, %	Скорость влагоотдачи, %/ч	Технологический прием и время сушки	Содержание СВ, %	Скорость влагоотдачи, %/ч
Фаза стеблевания			Фаза бутонизации		
В расстил с плющением:			В расстил с плющением:		
при скашивании	14,2	—	при скашивании	17,2	—
9 часов	36,3	2,45 (в первые 9 часов)	9 часов	35,4	2,02 (в первые 9 часов)
18 часов	41,1	0,53 (с 10-го по 18-й час)	19 часов	40,2	0,48 (с 10-го по 19-й час)
28 часов	45,9	0,48 (с 19-го по 28-й час)	31 час	45,3	0,42 (с 20-го по 31-й час)
За весь световой период	45,9	1,13(28 час)		45,3	0,91 (31 час)
В расстил без плющения:			В расстил без плющения:		
при скашивании	14,2	—	при скашивании	17,2	—
10 часов	35,8	2,16 (в первые 10 часов)	10 часов	35,7	1,85 (в первые 10 часов)
21 час	40,9	0,46 (с 11-го по 21-й час)	22 часа	40,9	0,43 (с 11-го по 22-й час)
31 час	45,2	0,43 (с 22-го по 31-й час)	34 часа	45,3	0,37 (с 23-го по 34-й час)
За весь световой период	45,2	1,00 (31 час)		45,3	0,83(34 час)
В валок с плющением:			В валок с плющением:		
при скашивании	14,2	—	при скашивании	17,2	—
12 часов	36,6	1,87(в первые 12 часов)	11 часов	36,9	1,7 (в первые 11 часов)
23 часа	41	0,4 (с 13-го по 23-й час)	25 часов	41,2	0,38 (с 12-го по 25-й час)
38 часов	46,6	0,37 (с 24-го по 38-й час)	40 часов	45,7	0,3 (с 26-го по 40-й час)
За весь световой период	46,6	0,85(38 час)		45,7	0,71(40 час)

В валок без плющения:			В валок без плющения:		
при скашивании	14,2	—	при скашивании	17,2	—
12 часов	35,8	1,8 (в первые 12 часов)	12 часов	35,7	1,54 (в первые 12 часов)
25 часов	40,9	0,39 (с 13-го по 25-й час)	26 часов	40,9	0,37 (с 13-го по 26-й час)
39 часов	45,2	0,31 (с 26-го по 39-й час)	42 часа	45,3	0,28 (с 27-го по 42-й час)
За весь световой период	45,2	0,79 (39 час)		45,3	0,67 (42 час)

3. Сырьевая база кормопроизводства и оптимизация приемов заготовки кормов : [Электронный ресурс] / Н. Н. Зенькова [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2021. – 356 с. Режим доступа: <https://www.vsavm.by/kafedra-kormoproizvodstva-i-proizv/literatura>. – Дата доступа: 15.07.2022.

4. Научно-технологические основы производства и использования кормов в молочном скотоводстве : монография Н. С. Яковчик [и др.] ; под общ. ред. И. В. Брило. – Минск, 2022. – 492 с.

***INFLUENCE OF TECHNIQUES ON THE RATE OF MOISTURE LOSS
DURING PERENNIAL LEGUME GRASSES DRYING***

N. S. Yakovchik, N. N. Zenkova, O. F. Ganushchenko, O. V. Zenkova

The article presents the results of the studies to establish the influence of techniques (flattening of stems) of legume grasses with special devices and mowing methods (in a spreading and roll) on the rate of moisture loss of green mass to accelerate drying to the minimum required level.