

УДК 636.085.2:633.262:633.31

**ВЛИЯНИЕ ФАЗЫ ВЕГЕТАЦИИ ТРАВСТОЯ И ТЕХНОЛОГИИ
ЗАГОТОВКИ КОРМА НА РАСТВОРИМОСТЬ И
РАСЩЕПЛЯЕМОСТЬ СЫРОГО ПРОТЕИНА**

В. С. Токарев, доктор сельскохозяйственных наук

Л. И. Лисунова, доктор биологических наук

Н. В. Константинова, кандидат философских наук

Новосибирский ГАУ

630039, Россия, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, д. 160

E-mail: Lisunova2@mail.ru

Проблема рационального использования кормового протеина и современные исследования процессов переваривания и усвоения питательных веществ корма дали основание к корректировке существующих норм кормления и способов оценки кормов. В связи с этим была проведена оценка качества протеина по степени его растворимости и расщепляемости при заготовке сена, силоса и сенажа. Изучен кострецово-люцерновый агроценоз как наиболее распространённый в Западной Сибири. Использованы растения в следующих фазах вегетации: кущения злаков и ветвления бобовых, выхода в трубку злаков и стеблевания бобовых, колошения злаков и бутонизации бобовых, цветения и плодоношения. В исследуемые фазы из полученного растительного сырья была проведена заготовка силоса, сенажа и сена. Установлено снижение растворимости и расщепляемости сырого протеина в период от всходов и весеннего отрастания до начала плодоношения. Приготовление сенажа и сена из зелёной массы трав в фазу колошения костреца безостого и бутонизации люцерны способствовало уменьшению растворимости протеина по сравнению с исходным растительным сырьём. Технология

заготовки сена не оказала существенного влияния на расщепляемость сырого протеина, а технология заготовки сенажа способствовала снижению этого показателя до 73,7 %.

Ключевые слова: *кострецово-люцерновая травосмесь, сырой протеин, зелёная масса, силос, сенаж, сено, химический состав, растворимость протеина, расщепляемость протеина.*

Проблемы обоснованного применения кормов и устранения недостатка кормового протеина для крупного рогатого скота являются главными в животноводстве. Всемирный опыт подтверждает, что продуктивность животных на 50–60 % определяется научно обоснованным подходом в кормлении. Большое значение имеют исследования, разработки и применение целесообразных приёмов использования белковых резервов (Чекмарёв, 2011).

Изучение процессов переваривания и усвоения полезных веществ из корма, биосинтеза белка в тканях крупного рогатого скота дали базу для доработки существующих норм кормления и методов оценки кормов. Помимо процентной доли сырого или переваримого протеина, значимыми признаками качества белка являются его расщепляемость, растворимость и состав аминокислот протеина, нерасщепляемого в рубце (Сварич, 2007).

При нормировании используемого азота для микробиального синтеза нужно знать количество расщепляемой части кормового белка. Оставшийся белок в рубце является источником получения аминокислот из корма. Особенно важно качественное предохранение протеина от распада в рубце для высокопродуктивных животных (Попова, 2007).

Чтобы избежать распада протеина в рубце используются химические и технологические методы. Химические методы не всегда безопасны для крупного рогатого скота и могут ухудшить качество продукции (Токарев, 2013).

Вследствие этого у специалистов по кормлению возникают вопросы при подборе действенного способа заготовки кормов, позволяющего значительному количеству белка пройти транзитом через рубец в тонкий кишечник.

Целью исследований являлось определение оптимальной фазы вегетации кострцево-люцернового травостоя в сочетании с различными технологиями заготовки корма, обеспечивающими снижение растворимости и расщепляемости протеина.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи: определение химического состава кострцево-люцернового травостоя по фазам вегетации; определение фазы максимального накопления сырого протеина в исследуемом агроценозе; сравнение влияния технологий заготовки корма (силоса, сенажа, сена) на растворимость и расщепляемость сырого протеина.

Методика исследований. Для достижения поставленной цели в учебно-опытном хозяйстве Новосибирского ГАУ в 2014 году был исследован кострцево-люцерновый агроценоз (в соотношении 60 : 40) как наиболее часто встречающаяся травосмесь в Западной Сибири. Травостой заложен в 2010 году. В эксперименте использовался кострец безостый сорта Сибирский-7 и люцерна посевная сорта Изменчивая.

В ходе проведения исследований были использованы для изучения 5 фаз вегетации растений: 1 — кущение злаков и ветвление бобовых; 2 — выход в трубку злаков и стеблевание бобовых; 3 — колошение злаков и бутонизация бобовых; 4 — цветение; 5 — плодоношение.

Среднемесячная температура в период исследований (май–август) — 22,3⁰С, сумма осадков — 51, 5 мм.

Отбор проб проводили по общепринятой методике (ГОСТ 27262-87, 2002).

В перечисленные выше фазы вегетации была проведена консервация зелёной массы изучаемого травостоя на силос, сенаж и сено по общепринятым методикам (ГОСТ Р 55986-2014, 2014; ГОСТ Р 55452-2013, 2014).

Исследования химического состава кормов были проведены на инфракрасном спектрофотометре ИК-4250.

Расщепляемость и растворимость протеина в кормах определяли по ГОСТ 28075-89 (2015) и ГОСТ 28074-89 (2015).

Данные, полученные в опыте, обрабатывали методом вариационной статистики. Достоверность разницы между средними значениями двух выборочных совокупностей определялась с помощью критерия Стьюдента (* — $P < 0,05$; ** — $P < 0,01$; *** — $P < 0,001$) (Лакин, 1973).

Результаты исследований. Количество обменной энергии в растительной массе травостоя снижалось в процессе вегетации на 0,6 МДж/кг в фазу плодоношения по сравнению с фазой кущения злаков и ветвления бобовых (табл. 1).

Существенной причиной снижения энергетической ценности кострцово-люцернового агроценоза являлось увеличение содержания клетчатки в сухом веществе корма с 25,4 до 34,3 % в фазу плодоношения.

Уровень сырого протеина в сухом веществе увеличился в период от всходов и весеннего отрастания до колошения злаков и бутонизации бобовых на 10,2 %, а затем значительно снизился в фазу плодоношения.

Отмечена положительная тенденция снижения растворимости и расщепляемости сырого протеина соответственно до 51,44 и 73,64 % в фазу цветения. Фаза плодоношения характеризовалась повышением растворимости и расщепляемости сырого протеина по сравнению с фазой цветения.

Главной задачей при заготовке кормов является максимальное сохранение их качества (Тяпушин, 2008).

1. Влияние фазы вегетации на химический состав зелёной массы кострецово-люцернового травостоя (2014 г.)

Показатель	Фаза вегетации				
	кущение злаков и ветвление бобовых	выход в трубку злаков и стеблевание бобовых	колошение злаков и бутонизация бобовых	цветение	плодоноше- ние
Обменная энергия, МДж/кг	2,42	2,50	2,64	2,62	2,61
Сухое вещество, г/кг	270,9	281,5	298,4	300,2	311,3
Сырой протеин, г/кг	37,3	41,3	45,1	36,4	26,7
Растворимость протеина, %	64,50±0,58	60,41±0,68 **	53,45±0,64 ***	51,44±0,70 ***	60,28±0,71 **
Расщепляемость протеина, %	83,39±0,44	80,28±0,58 *	74,49±0,66 ***	73,64±0,61 ***	80,12±0,72 *
Сырой жир, г/кг	10,6	11,4	12,3	12,3	10,8
Сырая клетчатка, г/кг	68,8	76,4	83,4	84,5	106,8
Безазотистые экстрактивные в-ва, г/кг	134,6	131,4	137,1	142,5	139,6
в т. ч. сахар, г/кг	19,5	20,8	21,5	18,6	15,5
Каротин, мг/кг	17,9	23,2	30,4	28,4	17,2
Обменная энергия в 1 кг сухого вещества, МДж	8,9	8,9	8,9	8,7	8,3
Сырой протеин в 1 кг сухого вещества, г	137	146	151	121	85

Примечание: * — $P < 0,05$; ** — $P < 0,01$; *** — $P < 0,001$.

Силосование — один из наиболее распространённых способов консервирования зелёных растений. В настоящее время трудно представить зимние рационы сельскохозяйственных животных без силосованных кормов.

В период вегетации травостоя из полученной зелёной массы был приготовлен силос, в котором наибольшее количество обменной энергии, сырого протеина и каротина отмечено в фазу колошения костреца безостого и бутонизации люцерны (табл. 2).

2. Влияние фазы вегетации на химический состав силоса

Показатель	Фаза вегетации				
	кущение злаков и ветвление бобовых	выход в трубку злаков и стебление бобовых	колошение злаков и бутонизация бобовых	цветение	плодоноше ние
Обменная энергия, МДж/кг	2,26	2,35	2,55	2,53	2,52
Сухое вещество, г/кг	262,9	275,9	281,1	299,4	310,6
Сырой протеин, г/кг	36,0	39,9	40,9	35,5	25,4
Растворимость протеина, %	65,75±0,39	59,91±0,72 **	54,15±0,63 ***	55,63±0,61 ***	65,82±0,47
Расщепляемость протеина, %	84,34±0,41	79,90±0,63 **	75,87±0,62 ***	76,64±0,88 ***	84,39±0,58
Сырой жир, г/кг	10,3	9,8	11,2	11,4	10,7
Сырая клетчатка, г/кг	66,1	73,2	81,1	93,7	111,1
Безазотистые экстрактивные вещества, г/кг	131,2	132,3	135,8	134,7	138,5
в т. ч. сахар, г/кг	6,2	5,8	6,8	6,9	5,1
Каротин, мг/кг	16,1	21,2	27,9	24,1	15,3
Обменная энергия в 1 кг сухого вещества, МДж	8,5	8,5	9,0	8,4	8,1
Сырой протеин в 1 кг сухого вещества, г	136	144	146	118	88

Примечание: ** — $P < 0,01$; *** — $P < 0,001$.

Наименьшая растворимость и расщепляемость сырого протеина при заготовке силоса наблюдалась в фазу колошения костреца безостого и бутонизации люцерны.

Существенным недостатком данной технологии заготовки кормов является расход значительного количества сахара на образование органических кислот (Токарев, 2008).

При соблюдении технологических параметров процесса эти недостатки в меньшей степени выявлены в технологии заготовки сена как основного способа консервирования зелёного корма (табл. 3).

Наименьшая растворимость (50,10 %) и расщепляемость (74,14 %) сырого протеина при заготовке сена отмечены в фазу колошения костреца безостого и бутонизации люцерны.

По литературным данным, растворимость сырого протеина при заготовке сена в производственных условиях составляет 55 % (Калашников, 2003).

Сенаж используется как замена силоса и сена. Консервирование сенажа достигается за счёт физиологической сухости исходного сырья, хранящегося без доступа кислорода, в отличие от силоса (Токарев, 2012). По своим физико-химическим свойствам сенаж сходен и с силосом, и с сеном (Тяпушин, 2008).

Приготовление сенажа из трав кострецово-люцернового травостоя позволяет максимально сохранить обменную энергию и протеин, в то же время это достаточно концентрированный корм для высокопродуктивных животных (табл. 4).

3. Влияние фазы вегетации на химический состав сена

Показатель	Фаза вегетации				
	кущение злаков и ветвление бобовых	выход в трубку злаков и стеблевание бобовых	колошение злаков и бутонизация бобовых	цветение	плодоношение
Обменная энергия, МДж/кг	6,78	6,71	6,72	6,72	6,54
Сухое вещество, г/кг	842,3	833,2	834,9	844,9	838,7
Сырой протеин, г/кг	112,8	116,8	119,9	102,9	70,8
Растворимость протеина, %	67,11±0,59	55,44±0,62 ***	50,10±0,61 ***	55,77±0,70 ***	71,84±0,68 **
Расщепляемость протеина, %	85,37±0,66	76,51±0,81 **	74,14±0,79 ***	76,75±0,77 **	88,96±0,71 **
Сырой жир, г/кг	20,4	29,5	30,6	31,9	28,6
Сырая клетчатка, г/кг	214,4	224,6	233,3	233,8	261,8
Безазотистые экстрактивные вещества, г/кг	433,6	399,4	387,8	406,5	411,1
в т. ч. сахар, г/кг	20,1	20,5	19,4	16,4	14,2
Сырая зола, г/кг	61,1	62,9	63,3	69,8	66,4
Каротин, мг/кг	14,5	18,9	24,0	20,0	12,9
Обменная энергия в 1 кг сухого вещества, МДж	8,0	8,0	8,0	7,9	7,7
Сырой протеин в 1 кг сухого вещества, г	133	140	143	121	84

Примечание: ** — $P < 0,01$; *** — $P < 0,001$.

4. Влияние фазы вегетации на химический состав сенажа

Показатель	Фаза вегетации				
	кущение злаков и ветвление бобовых	выход в трубку злаков и стеблевание бобовых	колошение злаков и бутонизация бобовых	цветение	плодоношение
Обменная энергия, МДж/кг	4,04	4,47	4,48	4,30	4,30
Сухое вещество, г/кг	458,7	511,2	509,1	500,5	495,8
Сырой протеин, г/кг	62,8	73,9	77,3	62,2	42,1
Растворимость протеина, %	63,47±0,7 1	55,87±0,5 8***	51,80±0,6 7***	54,35±0,8 1**	64,45±0,7 3
Расщепляемость протеина, %	82,60±0,5 9	76,83±0,7 2**	73,73±0,6 8***	75,67±0,6 7**	83,35±0,6 6
Сырой жир, г/кг	18,2	18,1	21,1	21,6	15,9
Сырая клетчатка, г/кг	117,8	136,4	163,1	164,3	154,3
Безазотистые экстрактивные вещества, г/кг	226,7	244,7	249,9	247,8	244,1
в т.ч. сахар, г/кг	10,2	11,4	11,1	10,0	9,9
Сырая зола, г/кг	33,2	38,1	39,7	42,6	39,4
Каротин, мг/кг	15,4	20,8	28,0	23,7	14,1
Обменная энергия в 1 кг сухого вещества, МДж	8,8	8,8	8,8	8,6	8,6
Сырой протеин в 1 кг сухого вещества, г	136	144	144	124	84

Примечание: ** — $P < 0,01$; *** — $P < 0,001$.

Отмечена положительная тенденция снижения растворимости сырого протеина на 11,67 % в период от всходов и весеннего отрастания до колошения костреца безостого и бутонизации люцерны. Фаза цветения характеризовалась повышением растворимости сырого протеина. Аналогичная тенденция наблюдалась с процессом расщепления сырого протеина.

Химический состав кормов, приготовленных по различным технологиям из зелёной массы кострцево-люцернового травостоя в фазу колошения кострца безостого и бутонизации люцерны, представлен в таблице 5.

5. Химический состав кормов, приготовленных по различным технологиям

Показатель	Зелёная масса	Силос	Сенаж	Сено
Обменная энергия, МДж/кг	2,64	2,55	4,48	6,72
Сухое вещество, г/кг	298,4	291,1	509,1	834,9
Сырой протеин, г/кг	45,1	40,9	77,3	119,9
Растворимость протеина, %	53,45±0,45	54,15±0,48	51,80±0,38 *	50,10±0,55 **
Расщепляемость протеина, %	74,49±0,20	75,87±0,28 *	73,73±0,18 *	74,14±0,17
Сырой жир, г/кг	12,3	11,2	21,1	30,6
Сырая клетчатка, г/кг	83,4	81,1	163,1	233,3
Безазотистые экстрактивные вещества, г/кг	137,1	135,8	249,9	387,8
в т.ч. сахар, г/кг	21,5	6,8	11,1	19,4
Каротин, мг	30,4	27,9	28,0	24,0
Обменная энергия в 1 кг сухого вещества, МДж	8,9	8,7	8,8	8,0
Сырой протеин в 1 кг сухого вещества, г	151	141	144	143

Примечание: * — $P < 0,05$; ** — $P < 0,01$.

Наименьшие потери сырого протеина отмечены при заготовке сенажа и сена.

Установлено, что проявление свежей растительной массы и приготовление сенажа способствовало снижению растворимости протеина

на 3,1 % ($P < 0,05$), при заготовке сена этот показатель снижался ещё больше — на 6,3 % ($P < 0,01$).

Технология заготовки сена не оказывала существенного влияния на расщепляемость сырого протеина, в то время как заготовка сенажа способствовала снижению этого показателя на 0,76 % ($P < 0,05$), а силоса — увеличению на 1,38 % по сравнению с исходным растительным сырьём.

Заключение. При приготовлении сена и сенажа из полученного растительного сырья в фазу колошения злакового и бутонизации бобового компонента травостоя наблюдалось снижение растворимости протеина соответственно до 51,8 и 50,1 % ($P < 0,05–0,01$) по сравнению с исходной массой. При заготовке сена не отмечено значительного влияния технологии на расщепление белка, при заготовке сенажа, напротив, выявлено уменьшение разрушения сырого протеина до 73,7 % ($P < 0,05$) по сравнению с исходной зелёной массой.

Литература

1. Лакин Г. Ф. Биометрия: учебное пособие для университетов и педагогических институтов / Г. Ф. Лакин. — М.: Высшая школа, 1973. — 343 с.
2. Калашников А. П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие / Под ред. А. П. Калашникова, В. И. Фесина, В. В. Щеглова, Н. И. Клейменова. — 3-е изд. перераб. и доп. — М., 2003. — 437 с.
3. Попова С. А. Современные подходы к протеиновому питанию высокопродуктивных коров / С. А. Попова // Псковский регионологический журнал. — 2007. — № 7. — С.26–30.
4. Сварич Д. А. Продуктивность коров при различной распадаемости протеина в рубце / Д. А. Сварич, В. И. Трухачёв, Н. З. Злыднев // Проблемы биологии продуктивных животных. — 2007. — № 2. — С.123–130.
5. Токарев В. С. Использование «Новатана 50» в кормлении лактирующих коров / В. С. Токарев, Л. И. Лисунова, Н. И. Кузьмина // Доклады РАСХН. — 2013. — № 1. — С.44–46.

6. Токарев В. С. Влияние фазы вегетации на содержание протеина в кормах семейства бобовых / В. С. Токарев, Т. А. Зензина, Л. И. Лисунова // Вестник НГАУ. — 2012. — № 4. — С.63–65.
7. Токарев В. С. Кормовые средства Западной Сибири: учебное пособие / В. С. Токарев. — Новосибирск, 2008. — 253 с.
8. Тяпушин Е. А. Технология и технические средства, применяемые при заготовке сена, силоса и сенажа / Е. А. Тяпушин // Кормопроизводство. — 2008. — № 7. — С.26–29.
9. Чекмарёв П. А. Рациональные подходы к решению проблемы белка в России / П. А. Чекмарёв, А. И. Артюхов // Достижения науки и техники АПК. — 2011. — № 6. — С.5–8.
10. ГОСТ Р 55986-2014 Силос из кормовых растений. Общие технические условия. — М.: Стандартинформ, 2014. — 10 с.
11. ГОСТ Р 55452-2013 Сено и сенаж. Технические условия. — М.: Стандартинформ, 2014. — 9 с.
12. ГОСТ 27262-87 Комбикорма. Часть 7. Корма растительного происхождения. Методы анализа. — М.: Стандартов, 2002. — 9 с.
13. ГОСТ 28075-89. Корма растительные. Метод определения расщепляемого сырого протеина. — М.: Стандартов, 2015. — 4 с.
14. ГОСТ 28074-89 Корма растительные. Метод определения растворимости сырого протеина. — М.: Стандартов, 2015. — 4 с.