

Расщепляемость протеина донника желтого

Владимир СЕМЕНЮТИН, доктор биологических наук, профессор
Юрий ЛИТВИНОВ
Андрей МАНОХИН, кандидаты биологических наук
Белгородский ГАУ

DOI: 10.25701/ZZR.2022.02.02.009

По мере интенсификации животноводства все больше внимания необходимо уделять полноценному сбалансированному кормлению животных. Высокую продуктивность и эффективное использование питательных веществ можно обеспечить путем применения научно обоснованных систем кормления. Поедаемость кормов зависит от их качественных показателей, аппетита животного, оборудования кормоместа, зоны отдыха и особенностей технологии (частота кормления, рационы, формирование групп и др.).

Общая потребность жвачного животного в протеине складывается из потребности микроорганизмов рубца в азоте (удовлетворяется за счет легко распадающихся фракций протеина корма и небелковых форм азота) и потребности животного в аминокислотах (покрывается благодаря синтезируемому в рубце микробному белку, а также нераспавшемуся протеину корма и белку эндогенного происхождения). Только часть всего ПП, поступающего с кормом, удерживается в организме в виде белка. Она и определяет биологическую ценность протеина корма. Именно поэтому ученые обращают большое внимание на вопрос расщепляемости протеина корма в рубце. Ее уровень и скорость — важный фактор, от которого зависит эффективность биосинтеза микробного белка в рубце, общая переваримость питательных веществ и использование азота корма в организме животного.

Молочная продуктивность на фермах разных стран мира заметно растет, и перед специалистами встает задача обеспечения скота необходимым количеством качественного кормового белка. В зависимости от удоя коров уровень синтеза белка в молочной железе может быть выше, чем во всех других органах. Доказана важная роль растворимости и степени распада белков в рубце. Установлено, что степень рас-

творимости кормового белка находится в прямой корреляционной зависимости от количества аммиака, высвобождающегося в рубце. Чтобы достичь высокой продуктивности, нужны белки, аминокислоты которых всасываются в тонком отделе кишечника. Для обеспечения высокоудойных коров азотистыми веществами важна степень расщепляемости кормового протеина. Необходимо определенное соотношение между расщепляемым и нерасщепляемым протеином в рационе, при котором биосинтез микробного белка в рубце и пищеварение в кишечнике будут оптимальными.

Эффективный способ сохранения питательных веществ и повышения качества сочных кормов — консервирование растений с помощью химических препаратов. Их применение позволяет заготавливать силос из трудноsilосуемых растений, к которым относится донник. Возделывание этой культуры имеет хорошие перспективы во многих районах нашей страны, особенно в засоленных почвах. Так, скармливание бычкам донникового силоса, для заготовки которого использовали бензойную кислоту, положительно влияет на переваримость энергии рациона и повышает эффективность использования ОЭ на 18,6%.

Ценность донника как кормовой культуры заключается в том, что он

служит надежным и дешевым источником белка. При обычном урожае выход зеленой массы превышает 10 ц/га. В ранние фазы развития растений донник содержит больше белка, чем другие лугопастбищные травы. Неприученный скот вначале отказывается поедать свежую зеленую массу донника, поскольку он содержит кумарин — ароматическое вещество, придающее корму сильный запах и горький вкус. Через 2–4 дня животные привыкают к нему и охотно поедают растения. При использовании донника на зеленый корм необходимо применять укусный способ, повышающий эффективность производства в 2–3 раза благодаря предотвращению вытаптывания растений и улучшению их поедаемости. Если донник зацвел (перестоял), скот на пастбище выбирает лишь одни листья.

В литературе приведены сведения о сильном противоглистном и антисептическом действии кумарина. Научные исследования подтвердили, что кумарин полезен, так как способствует выделению желудочного сока, но нужно приучать животных к потреблению этого вещества постепенно. Дикумарин, образующийся при некачественной закладке и неправильном использовании сена, сенажа или силоса из донника, вреден, поскольку снижает свертываемость крови. Донник успешно используют для заготовки сена. Широкое применение донникового сенажа позволит значительно сократить долю дорогостоящих комбикормов в рационе животных. Содержание ПП в 1 кг зеленой массы донника обычно составляет более 170 г, донникового сенажа — до 150 г.

Установить расщепляемость протеина можно несколькими способами. Основные из них — анализ образцов

содержимого сычуга или кишечника, инкубирование образцов корма, помещенных в рубец в синтетических мешочках, лабораторные опыты.

Инкубирование образцов корма впервые применили в 1950 г. для определения переваримости грубого корма, но совпадемость результатов была низкой. В 1977 г. метод использовали, чтобы изучить изменения в содержании азота в источниках протеина. Для получения стабильных результатов необходимо выполнение следующих условий. Площадь мешочка должна составлять более 50 см² на 1 г СВ, длина шнура, которым мешочек прикреплен к фистуле, — 25 см при опыте на овцах и 50 см при исследовании на крупном рогатом скоте. Оптимальный размер пор материала мешочка — 30–100 мкм. Этого вполне достаточно для предотвращения накопления газов, препятствующих прохождению рубцового содержимого и ингибирующих расщепление протеина, а также для сведения к минимуму потери частичек образца. Условия среды в рубце не должны отличаться от условий среды в нейлоновых мешочках.

Прежде чем результаты измерений процесса инкубирования можно будет применить на производстве, необходимо сделать поправку на количество протеина, поступающего из рубца. Для этого следует измерить его уровень, используя индикаторы протеина или какие-либо другие индикаторы, сходные с ним по характеристикам.

Считают, что при инкубировании с применением дакроновых мешочков можно быстро определить переваримость кормов. В литературе описана также модифицированная методика оценки переваримости СВ и СП различных кормов в рубце крупного рогатого скота с использованием нейлоновых мешочков. В мешочки размером 3,5 × 5,5 или 7 × 11 см кладут соответственно по 1 или по 5 г подлежащего анализу корма, заваривают открытый край мешочков и помещают их через фистулу в рубец подопытных животных по одной штуке на капроновой леске или по несколько штук (до 40) в капроновых сетках. После инкубации в рубце мешочки промывают в специальной машине, сушат и проводят анализ по Кьельдалю.

В существующих системах протеинового питания жвачных большое зна-

чение имеет расщепляемость СП кормов под действием микроорганизмов рубца, определяемая физико-химическими свойствами азотистых соединений, входящих в состав СП корма, в первую очередь их растворимостью. Растворимость и расщепляемость СП кормов тесно коррелируют между собой, поэтому данные по растворимости дают возможность судить о расщепляемости протеина кормов. Определение этих показателей позволяет изучить влияние различных способов обработки кормов на доступность СП для расщепления микрофлорой рубца. В процессе микробного переваривания или распада СП кормов в отличие от растворения участвуют ферменты микрофлоры. Распаду подвергается не только растворимая, но и нерастворимая фракция.

Наше исследование проведено на базе физиологического комплекса Белгородского ГАУ. Цель работы — изучить расщепляемость в рубце жвачных протеина зеленых кормов (ПЗК), пресс-остатка, а также силоса из донника разной фазы вегетации, законсервированных с применением разных консервантов.

Для достижения поставленной цели изучили химический состав донника (цельное растение), ПЗК и пресс-остатка до и после силосования, а также распад белка этих кормов в рубце методом инкубирования с помощью нейлоновых мешочков.

На опытном поле выделили участок под посев донника. Зеленую массу скашивали в фазе начала цветения, полного цветения и далее с интервалом в десять дней. Всего провели четыре укоса. В первом, во втором и в третьем укосах зеленую массу измельчали до получения сока, который консервировали и коагулировали с применением разных химических веществ. Пресс-остаток и цельную зеленую массу силосовали. В четвертом укосе измельченную зеленую массу донника заложили на хранение с использованием бензойной кислоты и смеси уксусной и ортофосфорной кислот. При проведении исследования химического состава кормов определяли влажность, уровень СВ, жира, золы, общего и небелкового азота, протеина, клетчатки, безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ), кальция, фосфора, каротина, сахара, летучих жир-

ных кислот и общее содержание аминокислот.

Опыт поставили на корове голштино-фризской породы живой массой 450 кг в возрасте шести лет. Продуктивность за последнюю лактацию составила 6200 кг. Животное выбраковано по причине яловости.

Динамику расщепляемости протеина кормов изучали по показателям, зафиксированным через 2, 4, 8 и 24 часа после начала инкубации. В каждый из отрезков времени в процессе кормления в рубец животного помещали четыре мешочка. Предварительно мешочки с каждым видом корма вкладывали в капроновую сетку, которую затем погружали в нижний слой рубцовых кормовых масс. Пробку плотно закрывали. По истечении срока инкубации мешочки извлекали из полости рубца и промывали под струей холодной водопроводной воды, постоянно разминая и перемешивая до тех пор, пока вода не становилась прозрачной.

Мешочки изготовлены из нейлона. Средняя величина пор ткани — 40–50 мкм. Размер мешочков — 12 × 16 см, площадь — 192 см². Отношение навески к площади мешочка составило 10,4 мг/см². По 2 г исследуемого корма, измельченного на мельнице, помещали в каждый мешочек и зашивали его двойным швом. Промытые водопроводной и дистиллированной водой образцы высушивали на фильтровальной бумаге при температуре 65 °С.

Расщепляемость СВ рассчитывали, принимая массу пробы до инкубации за 100%. Определяли содержание СП в корме до и после инкубации по Кьельдалю, а при экспозиции 24 часа — общий уровень аминокислот. Затем с учетом содержания СП в корме до инкубации вычисляли массу СП в инкубированной навеске (МСП₀), а по содержанию СП в остатке и по массе этого остатка определяли массу СП после инкубации (МСП₁). Использовали следующую формулу:

$$СП = (МСП_0 - МСП_1) / МСП_1 \cdot 100.$$

Операцию по установке фистулы рубца проводили согласно руководству по оперативным методам исследования в физиологии. С момента операции корова получала зимний рацион, состоящий из сена (вика + овес), концентратов, патоки и полисолой макро- и микроэлементов (табл. 1).

Таблица 1

Среднесуточный рацион подопытной коровы

Корм	Количество		Содержание		
	кг	%	к. ед.	ПП, г	СВ, кг
Комбикорм	3	40,76	3	300	2,6
Сено	8	48,91	3,6	536	6,8
Патока	1	10,32	0,76	60	0,8
Итого	12	100	7,36	904	9,8

Таблица 2

Данные зоотехнического анализа образцов

Образец		Дата укуса	СВ, %	СП, г	Клетчатка, г	БЭВ, г	Каротин, мг/кг	Сахар, г
№	Наименование							
413	Зеленая масса	19 мая	12	3,1	2,12	3,37	21,05	0,67
414	Пресс-остаток		20,62	4,33	4,81	8,89	12,04	0,39
416	Сок		2,1	1,62	1,48	—	6,75	0,71
458	ПЗК: консервант I		9,2	3,94	0,25	—	21,56	0,62
5527	консервант II		10,1	4,75	0,21	—	19,13	0,55
1114	Силос		19,9	3,12	6,78	5,41	17,81	0,33
493	Зеленая масса	1 июня	18,12	4,3	3,92	5,47	25,02	0,29
494	Пресс-остаток		23,62	3,28	5,74	11,62	12,98	0,26
495	Сок		5,7	1,44	0,04	2,04	8,05	—
1115	Силос		21,3	3,81	7,87	10,91	13,4	0,27
567	Зеленая масса	14 июня	19,37	3,56	4,7	9,14	30,77	0,44
566	Пресс-остаток		31,37	5,86	8,4	12,92	10,78	0,21
565	Сок		7,41	1,68	—	4,44	2,29	0,2
1116	Силос		22,58	4,5	8,11	8,92	27,11	0,78
612	Зеленая масса	27 июня	22,25	4,23	4,89	10,14	30,35	0,71
1110	Силос из донника с (CH ₃ COOH + H ₃ PO ₄)		26,6	3,39	8,93	9,23	20,41	0,84
1111	Силос из донника с бензойной кислотой		25,3	3,28	8,87	8,77	19,17	0,87
1113	Силос кукурузный		24,98	5,13	18,75	29,75	20,01	1,5

Основной рацион животного на 48,9% состоял из грубых кормов, остальную часть составляли концентраты, что в целом согласуется с методикой определения расщепляемости протеина. Рацион богат ПП, а концентрация энергии в единице СВ и ПП, содержащихся в 1 к. ед., соответствовала потребности животных при физиологических исследованиях (Журилов Н.В. и др., 1987). Соотношение сахара и протеина в рационе — 0,87 : 1. Недостаток макро- и микроэлементов восполняли путем добавления солей.

Корову кормили три раза в сутки, доступ к воде был свободным. Животное практически полностью съедало корм за исключением небольшого количества грубых остатков сена.

Зоотехнический анализ рациона показал, что его энергетическая питательность соответствовала нормам. Уровень ПП составлял 122,8 г на 1 к. ед. На 1 кг СВ приходилось 92,24 г ПП и 0,75 к. ед. Содержание СВ в рационе — важный

показатель питательности: чем ниже переваримость СВ рациона, тем меньше поедаемость кормов. В среднем коровы потребляют 2,8–3,2 кг СВ в расчете на 100 кг живой массы, высокопродуктивные — 3,5–3,6 кг. С учетом живой массы подопытной коровы ее потенциальное потребление СВ составляло 13,5 кг.

Результаты исследования образцов корма приведены в таблице 2, из которой видно, что зеленая масса донника по основным параметрам питательности соответствует требованиям, предъявляемым к кормовым средствам для жвачных животных.

В зависимости от того, в какую фазу вегетации был собран донник, содержание СВ в корме составляло от 12 до 22,25%, уровень СП — от 3,1 до 4,3 г, клетчатки — от 2,12 до 4,89, БЭВ — от 3,37 до 10,14, сахара — от 0,29 до 0,71 г, каротина — от 21,05 до 30,77 мг/кг массы. Наилучшим соотношением этих показателей характеризовались образцы, полученные в первом и во втором

укосах (ранние фазы вегетации). Пресс-остатки содержали на 8–12% больше СВ и почти на 100% больше клетчатки, чем зеленая масса. Уровень остальных компонентов изменялся непропорционально, в зависимости от степени их растворимости в соке растения и степени измельчения.

Приготовленный на основе зеленой массы силос имел кислотность от 4,5 до 4,7 рН, что несколько ниже кислотности кукурузного силоса 1-го класса (рН 4,2).

Уровень СП, клетчатки, БЭВ и каротина в разных образцах силоса был достаточно высоким. Применение в качестве консерванта смеси уксусной и ортофосфорной, а также бензойной кислот существенно влияло на состав и основные параметры сохранности силоса не оказало. Данные по расщепляемости СВ и СП приведены в таблице 3.

Расщепляемость СП пресс-остатка донника, убранного в середине лета (14 июня), была значительно ниже, чем убранного в ранние сроки (19 мая), что способствует более эффективному переходу нераспавшегося протеина в кишечник.

Расщепляемость СП силоса из донника, убранного 27 июня, значительно ниже, чем убранного 19 мая, силоса из донника, заготовленного с использованием уксусной и ортофосфорной кислоты и убранного в тот же период — на 10% ниже, чем силоса, приготовленного без применения консервантов.

Расщепляемость СВ пресс-остатка донника, убранного 14 июня, почти на 11% ниже, чем убранного 19 мая.

Средние значения расщепляемости СВ всех проб, взятых спустя 2, 4, 8 и 24 часа инкубирования, составили соответственно 27,2; 35,1; 46,2 и 57,4%, средние показатели расщепляемости СП — 25,2; 29,8; 34,8 и 42,8%. На основе этих данных построена гистограмма распада СВ и СП в зависимости от времени инкубирования образцов корма в рубце (рисунок).

Как видно из диаграммы, наиболее интенсивный распад СВ и СП происходит в первые восемь часов. Далее процесс протекает менее активно. Это совпадает с уже имеющимися в литературе данными по расщепляемости других кормов. Самые достоверные результаты получены при инкубировании образцов в течение восьми часов ($P > 0,95$). Значения расщепляемости СП колебались от 4,1% (экспозиция 2 часа) до 68,5%

Таблица 3

Расщепляемость СВ и СП образцов корма

Образец	Время инкубации, ч	Содержание СВ, %		Распад СВ, %	Содержание СП, %		Распад СП, %
		до инкубации	после инкубации		до инкубации	после инкубации	
414	2	20,62	15,1	27,48	25,87	21,81	15,7
	4		13,4	34,92		21,38	17,4
	8		9,7	52,97		21,12	18,4
	24		6,7	67,74		17,5	32,4
1114	2	19,9	14,3	28,12	10,81	5,5	49,1
	4		13,3	32,93		5,06	53,2
	8		12,4	37,6		4,81	55,5
	24		9,2	53,55		3,93	63,6
494	2	23,62	17,8	24,64	24,5	23,5	4,1
	4		16,7	29,18		21,31	13
	8		11,5	51,36		19,06	22,2
	24		7,8	67,13		18,47	24,6
1115	2	21,3	15,5	27,45	9,8	5	48,9
	4		13,8	35,24		4,98	49,2
	8		12,7	40,54		4,93	49,7
	24		10,8	49,15		4,92	49,8
566	2	31,37	24,1	23,07	18,68	15,56	16,7
	4		21,5	31,33		15	19,7
	8		17,6	43,78		14,75	21
	24		13,7	56,39		11,75	37,1
1116	2	22,58	16,9	25,06	11,4	8,31	27,1
	4		14,8	34,33		7	38,6
	8		13,9	38,01		5	56,1
	24		10,9	51,65		4,56	60
1110	2	26,6	18,3	31,35	16,7	15,93	4,6
	4		15,9	40,11		15,25	8,7
	8		12,9	51,33		14,93	10,6
	24		11,9	55,45		12,93	22,6
1111	2	25,3	17,9	29,14	11,4	8,18	28,2
	4		15,6	38,53		8,13	28,6
	8		12,2	51,93		8	29,8
	24		8,8	65,11		7,37	35,4
1112	2	27,2	19,2	29,24	13,3	11,93	10,3
	4		16,6	39,11		10,75	19,2
	8		12,9	52,28		9,12	31,4
	24		11	59,55		8,81	33,8
1113	2	24,98	18,4	26,3	10,11	5,37	46,9
	4		16,3	34,92		5,06	49,9
	8		14,5	41,83		4,68	53,7
	24		13	47,88		3,18	68,5

(экспозиция 24 часа), расщепляемости СВ — соответственно от 23,07 до 67,74%. С высокой долей вероятности ($P > 0,99$) можно утверждать, что срок инкубации коррелирует с расщепляемостью СП ($r = 0,76$) и СВ ($r = 0,8$).

Взаимосвязь фазы вегетации, в которую произведена уборка донника, и распада СП и СВ незначительна. При инкубировании в течение двух, четырех и восьми часов $r = 0,24$ (СП) и $0,11$ (СВ) ($P > 0,95$). Однако расщепляемость СП при инкубировании в течение 24 часов образцов кормов убранных 1 июня растений оказалась самой низкой и составила 37,2%, убранных в другие периоды — 45,6%.

Выявлено достоверное влияние на расщепляемость СВ и СП использования бензойной кислоты при заготовке корма из донника ($P > 0,95$).

Применение при консервировании смеси уксусной и ортофосфорной кислоты существенного влияния на расщепляемость СВ и СП не оказало ($P < 0,95$).

Итак, при изучении расщепляемости белка донника желтого в динамике наиболее точные данные дает инкубация корма в течение восьми часов. В пределах этого периода график распада имеет характер, достаточно близкий к линейному.

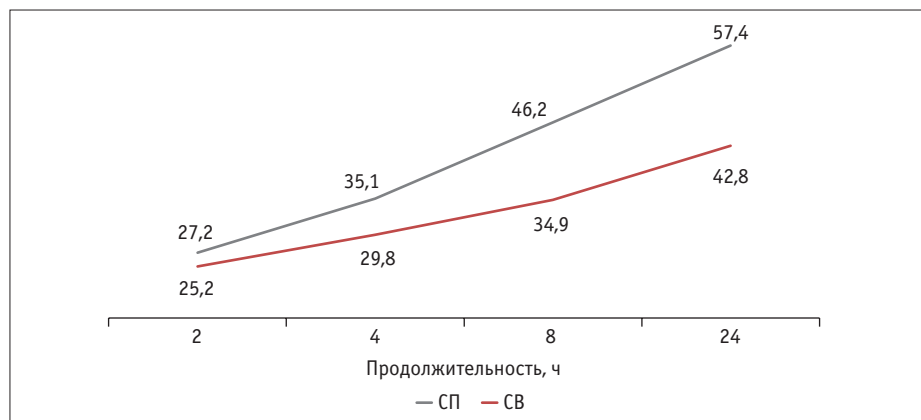
Результаты анализа состава зеленой массы донника желтого в течение всего срока вегетации свидетельствуют о высоком содержании СП (17,5%), сахара (0,65%) и каротина (до 30 мг/кг), что дает возможность практически полностью удовлетворить потребность животных в этих веществах при использовании культуры на корм в свежем виде.

Взаимосвязь фазы вегетации или сроков укоса с расщепляемостью СП и СВ силоса и пресс-остатков незначительна, за исключением фазы полного цветения. При уборке растений в этот период расщепляемость СП и СВ существенно снижается.

Таким образом, для получения высококачественного корма следует скашивать зеленую массу донника с начала фазы бутонизации до фазы полного цветения. Применение бензойной кислоты в качестве консерванта повышает расщепляемость СП донника, убранных в поздние фазы вегетации. Поэтому рекомендовано внесение бензойной кислоты в дозе 3 кг/т в силосуемую массу при заготовке корма из донника поздней фазы вегетации.

ЖР

Белгородская область



Распад сырого протеина и сухого вещества в рубце, %