

## ФУНКЦИОНАЛЬНО-МЕТАБОЛИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ УГЛЕВОДОВ В КОРМЛЕНИИ КОРОВ

***Ключевые слова:** молочные коровы, нейтрально-детергентная клетчатка, показатель, полноценное кормление, сырая клетчатка, углеводы.*

***Аннотация.** Основу рациона жвачных животных составляют растительные корма, одним из компонентов которых являются углеводы. Углеводы необходимы животным, так как их количество в корме определяет уровень энергетического питания, активность рубцовой микрофлоры, интенсивность обмена жиров и протеина.*

Углеводы являются основой структуры растительной клетки, используются в энергетических процессах и откладываются в виде запасных питательных веществ (крахмал). По различным данным, они составляют 80–90 % от сухого вещества растений и являются основными компонентами в комплексе питательных веществ растительных кормов. По данным Алиева [1, с. 78–80], в организме животных содержание углеводов в целом небольшое, около 2 %.

Углеводы широко распространены в природе. В кормах для сельскохозяйственных животных встречаются чаще всего три группы углеводов: клетчатка, сахара и крахмал. Они являются поставщиками энергетического и пластического материала в организме. Количество и соотношение этих элементов углеводистого питания жвачных животных определенным образом влияет на обмен веществ и продуктивность, что, в конечном счете, связано с использованием питательных веществ рациона [2, с. 3].

Изучению закономерностей превращения углеводов корма у жвачных животных посвящено достаточно исследований. Показатель сырая клетчатка не дает достаточной точности в содержании клетчатки и ее фракций в кормах. Van Soestetal. [6, с. 12–14] разработал метод фракционирования структурных углеводов. В связи с этим появилась возможность более точно определять переваривание в желудочно-

кишечном тракте животных каждой фракции углеводов в отдельности и выяснить их вклад в обеспечение организма энергией.

Метод основан на разделении корма на две фракции: растворимую в нейтральном детергенте и представляющую наиболее переваримую часть корма, состоящую из белков, жиров, углеводов; и нерастворимую в нейтральном детергенте и представляющую плохо переваримую часть корма клеточных клеток, состоящих из гемицеллюлоз, целлюлозы, лигнина и нерастворимой золы.

По методу определения структурные углеводы делятся на кислотно-детергентную клетчатку (КДК), которая включает целлюлозу и лигнин, и нейтрально-детергентную клетчатку (НДК), представляющую комплекс лигнина, целлюлозы и гемицеллюлоз. НДК наиболее полно отражает структурный состав клеточных стенок растений и оказывает первостепенное влияние на потребление и эффективность использования корма.

В последние годы предложено (ВНИИФБиП и др.) выделять из общего количества углеводов нейтрально-детергентную клетчатку (НДК) и кислотно-детергентную (КДК). В нормах кормления США рекомендовано 75 % клетчатки задавать в составе грубых кормов, 25 % может поступать за счет промышленных отходов.

При проведении исследований в кормах было определено содержание нейтрально-, кислотно-детергентной клетчатки, лигнина, гемицеллюлозы и целлюлозы.

Таблица 1 – Содержание структурных углеводов, в % на сухое вещество

| Наименование корма | СК   | НДК  | КДК  | Лигнин | Гемицеллюлоза | Целлюлоза |
|--------------------|------|------|------|--------|---------------|-----------|
| Сено злаковое      | 30,5 | 66,6 | 33,6 | 11,2   | 33            | 22,4      |
| Сено козлятниковое | 29,4 | 57,4 | 33   | 8,4    | 24,4          | 24,6      |
| Силос кукурузный   | 22,4 | 46,6 | 24,6 | 10     | 22            | 14,6      |
| Силос разнотравный | 24,7 | 49,4 | 30,4 | 11,4   | 19            | 19        |

КДК может служить показателем переваримости грубого корма, так как содержит высокий процент лигнина, который относится к низкопереваримой части клетчатки.

Более полную характеристику образования субстратов из клетчатки дает ее анализ по фракциям – целлюлозы и гемицеллюлозы. Целлюлоза – главный сложный углевод, отвечающий за прочность оболочки растений. В клеточных стенках молекулярные цепи целлюлозы входят в состав надмолекулярных структур – микрофибрилл, состоящих из 60–70 целлюлозных нитей. Переваримость целлюлозы может составлять 15–20 % рациона сухого вещества. Целлюлозы также имеются в клеточной оболочке со степенью переваримости до 70 %.

Гемицеллюлоза может составлять 10–15 % сухого вещества рациона, является запасным питательным веществом в оболочках растительных клеток. Гемицеллюлозы представляют собой гетерополисахариды, содержащие остатки различных гексоз, пентоз и их производных. Они растворяются гораздо легче, чем целлюлоза, что определяется более рыхлым строением их молекул, большей доступностью для растворителей.

Содержание целлюлозы в кормах и таких пищевых волокнах, как пектин, лигнин, играют важную роль в деятельности пищеварительного аппарата, обеспечивая формирование гелеобразных структур, которые, в свою очередь, контролируют опорожнение желудка, скорость всасывания в тонком кишечнике и время транзита через желудочно-кишечный тракт. Кроме того, целлюлоза и сопровождающие ее полимерные соединения влияют на внутриполостное давление пищеварительного тракта [3, с. 38–40].

Уровень клетчатки в рационе жвачных во многом определяет потребление кормов, их переваримость, состояние микрофлоры желудочно-кишечного тракта, поддержание на определенном уровне жирности молока. В ряде исследований доказано, что важная роль в регуляции количества потребленного корма принадлежит НДК. Работа, проведенная на молодняке крупного рогатого скота, выявила высокую отрицательную корреляцию между потреблением сухого вещества рациона и содержанием в нем НДК ( $r = -0,87$ ).

По данным Тараканова, Николичевой [5, с. 89–94.] и Бреус [2, с. 5–7], у коров максимальной способностью к перевариванию клетчатки обладает микрофлора, формирующаяся при 17–19%-м уровне клетчатки в рационе, или когда в сухом веществе рациона на концентраты приходится не более 44–45 %. При содержании в рационе 13 % клетчатки способность микрофлоры к перевариванию падает.

Результаты, полученные Мороз [4, с. 25–26], отражают степень влияния клетчатки объемистых кормов на удой за первые 100 дней лактации. При увеличении количества клетчатки с 26 до 38 % снижение продуктивности составило 1150 кг, при 33 % клетчатки удой за 100 дней снижался на 700 кг молока. Для поддержания нормальной двигательной активности рубца и процентного количества молочного жира необходимо, чтобы грубые корма содержали адекватное количество клетчатки. Согласно рекомендациям NRS (2001), в сухом веществе рационов для высокопродуктивных молочных коров содержание НДК должно составлять в пределах от 25 до 28 %, 75 % которой должно быть представлено грубыми источниками корма.

Энергетическая питательность кормов для жвачных зависит преимущественно от их углеводного комплекса, так как возможность жвачных в потреблении жиров ограничена, а протеины кормов главным образом используются в качестве пластического строительного материала при формировании клеток тканей и образовании продукции, а также для синтеза ферментов, секреторных жидкостей и ряда биологически активных соединений. Наряду с количественными и качественными критериями углеводного и протеинового состава кормов имеет значение доступность факторов для использования животными.

Дефицит аминокислот, липидов, витаминов и минеральных веществ животные способны частично компенсировать за счет увеличения потребления углеводов, которые могут откладываться в запас, окисляться, превращаться в жирные кислоты для эффективного депонирования энергии, а затем использоваться в качестве исходного материала для синтеза органических соединений.

Химический состав и особенно питательность клеточных оболочек или клетчатки зависят от возраста растений: у молодых растений клеточные стенки тонкие и состоят преимущественно из целлюлозы. С возрастом растений клетчатка пропитывается инкрустирующими веществами (лигнином) и питательная ценность ее резко понижается. Количество лигнина увеличивается при созревании растений и может достигать 30 % при поздних фазах заготовки кормов. Молекула лигнина вырастает, обволакивает углеводы, что приводит к снижению переваримости клетчатки. Следовательно, переваримость и потребление клетчатки ограничены наличием в ней лигнина.

Кроме того, наличие большого количества клетчатки в кормах отрицательно влияет на переваримость других питательных веществ, входящих в этот корм. Структурные углеводы расщепляются в основном только в толстом кишечнике.

Клетчатка для жвачных животных является важным компонентом рациона, а поэтому уровень ее конверсии в желудочно-кишечном тракте имеет большое значение для оценки питательности кормов и рационов.

Нередко в рацион коров вводят большое количество концентратов за счет уменьшения доли грубых кормов. Это противоречит физиологической и экономической целесообразности. Физиологической – потому, что клетчатка является неотъемлемой частью кормового рациона жвачных животных, она выполняет важные пищеварительные функции, способствуя нормальному пищеварению. При уменьшении доли клетчатки в рационе игнорируется экономическое требование, заключающееся в том, что крупный рогатый скот приспособлен к использованию кормовых рационов, состоящих преимущественно из наиболее дешевых грубых кормов, которые другими видами животных усваиваются в очень ограниченных количествах. Путем рационального использования грубого корма у жвачных животных можно сократить потребность в зерновых, жмыхах и концентратах.

Клетчатка для жвачных животных является одним из необходимых компонентов рациона. В связи с этим знание параметров конверсии клетчатки в желудочно-кишечном тракте имеет существенное значение при оценке рационов.

Неструктурные углеводы находятся внутри клетки (сахара, крахмал, органические кислоты и др.) и обычно лучше перевариваются, чем структурные углеводы, которые представляют стенку растительной клетки. Легкорастворимые углеводы (сахар) расщепляются быстро – в первые 3 часа, крахмал – медленнее – через 3–6 часов, а клетчатка грубых кормов расщепляется медленно – 6–8 часов, поэтому оптимальное количество клетчатки в рационе и правильная организация кормления позволяют поддерживать pH на постоянном уровне.

Сахара и крахмал служат питательными веществами для животных и микроорганизмов, населяющих преджелудки жвачных, а также используются при синтезе белка. Оптимальное содержание сахаров и крахмала в кормах имеет важное значение для нормального обмена веществ. Недостаток их в рационе приводит к нарушениям углеводно-жирового обмена, к ацидозу, снижению жирового резерва крови, является одной из причин бесплодия, сокращения срока хозяйственного использования коров.

Множеством исследований установлено, что наличие большого количества легко переваримых углеводов (сахаров и крахмала) в рационах коров повышает жирность молока, увеличивает концентрацию летучих жирных кислот в рубцовом содержимом и крови животных.

Однако отмечено, что при избыточном содержании крахмала в рационе переваримость сухого вещества снижается на 2,7–6,2 %, сырого протеина на 3,4–7,8, сырой клетчатки на 0,7–7,1, БЭВ на 2,1–5,6 %.

Сахара содержатся в значительных количествах в растительных кормах и могут составлять до 30 % сухого вещества корма. Сахара почти сразу после поступления ферментируются в рубце, это свидетельствует о том, что ферменты, воздействующие на данный субстрат, уже присутствуют в среде и синтезируются микрофлорой. Сахара из любых кормовых источников быстро и довольно полно сбраживаются в рубце бактериями, таким образом, непосредственно источником сахара (глюкозы) для организма коров корма рациона не являются. Основное снабжение организма глюкозой идет за счет потребления кормов, богатых легкоферментируемыми углеводами, с последующим их сбраживанием до ЛЖК, которые и являются поставщиками глюкозы. Легкопереваримые углеводы не только являются поставщиками энергии для организма коров, но и имеют большое значение для процессов превращений и использования организмом азотистых веществ. При заготовке и хранении кормов в значительной степени изменяется содержание легкорастворимых углеводов. Поэтому следует выбирать технологии, обеспечивающие минимальные изменения в содержании углеводов.

Таким образом, углеводы необходимы животным, так как их количество в корме определяет уровень энергетического питания, активность рубцовой микрофлоры, интенсивность обмена жиров и протеина. Такие формы углеводов, как сахар и крахмал, являются предшественниками важнейших компонентов молока, а также многих ферментов и гормонов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев А. А. Обмен веществ у жвачных животных. М.: Инженер. 1997. 122 с.
2. Бреус Д. А. Влияние структурных углеводов на формирование рубцового пищеварения и продуктивность бычков герефордской породы // Автореф. дис. к.-та биол. наук. – Оренбург. 2006. 20 с.
3. Воробьева С. В. Влияние разного уровня НДК в рационах на потребление сухого вещества и продуктивность лактирующих коров // Проблемы кормления с.-х. животных в современных условиях развития животноводства: Материалы научной конференции. Дубровицы. 2003. С. 38–40.
4. Мороз М. Т. Оптимизация кормления – основной фактор повышения продуктивности и продолжительности жизни животных // Зоотехния. 2008. № 10. С. 25–26.

5. Тараканов Б. В., Николичев Т. А. Целлюлозолитическая микрофлора и метаболические функции в рубце молодняка крупного рогатого скота при раннем включении в рацион растительных кормов // Сельскохозяйственная биология. – 1986. – № 4. С. 89–94.

6. Van Soest P. J. Discount factors for energy and protein in ruminant diets. Proceeding of the cornel university. № 1. 1979.

## **FUNCTIONAL METABOLIC VALUE CARBOHYDRATE IN COWS FEEDING**

**Keywords:** *dairy cows, neutral detergent fiber, INDEX, full feeding, crude fiber, carbohydrate.*

**Annotation.** *the basiso of diet of ruminants IS vegetable food, one component of which is carbohydrate. carbohydrate are necessary for animals because their amount in the food determines the energy supply, rumen microflora activity, the intensity of metabolism of fat and protein.*

---

**СИЗОВА ЮЛИЯ ВАЛЕРЬЕВНА** – кандидат биологических наук, доцент кафедры «Основы сельского хозяйства, химии и экологии» Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (sizova\_yuliya@mail.ru).

**SIZOVA JULIA VALERIEVNA** – candidate of biological sciences, do-cent of the chair «Bases of agriculture, chemistry and ecology», Nizhniy Novgorod state engineering and economic institute, Russia, Knyaginino, (sizova\_yuliya@mail.ru).

---