

# ТЕХНОЛОГИЯ КОРМОВ И КОРМЛЕНИЯ, ПРОДУКТИВНОСТЬ

---

УДК 636.2.085.15

А.А. КУРЕПИН

## ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНЫХ УГЛЕВОДОВ В РАЦИОНЕ ПЕРВОТЁЛОК НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ РАЦИОНА

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

Характерной особенностью высокопродуктивных первотёлок является напряжённость обменных процессов, протекающих в их организме. В их рационах необходимо повышать концентрацию обменной энергии за счёт снижения уровня клетчатки. Это зачастую негативно сказывается на пищеварении коров и их молочной продуктивности. В то же время молочным коровам, как жвачным животным, необходим определённый уровень структурных углеводов в рационе. В статье представлены результаты исследования влияния различного содержания нейтрально-детергентной и кислотного-детергентной клетчатки в рационах первотёлок в период ранней лактации на потребление кормов рациона, переваримость и эффективность использования энергии рациона организмом животного.

**Ключевые слова:** первотёлки, структурные углеводы, кормосмесь, баланс энергии, переваримость.

A.A. KUREPIN

## EFFECT OF STRUCTURAL CARBOHYDRATES IN THE DIET OF FIRST-CALF HEIFERS ON THE EFFICIENCY OF NUTRIENT AND ENERGY UTILIZATION

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences  
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

A characteristic feature of high-yielding first-calf heifers is the intensity of metabolic processes occurring in their body. In their diets it is necessary to increase the concentration of metabolizable energy by reducing the level of fiber. This often negatively affects the cows' digestion and milk production. At the same time, dairy cows, as ruminants, need a certain level of structural carbohydrates in their diets. This paper contains the results of research on the effect of different content of neutral detergent fiber and acid detergent fiber in the diets of first-calf heifers during early lactation on

feed intake, digestibility and efficiency of energy use by the animal organism.

**Keywords:** first-calf heifers, structural carbohydrates, feed mixture, energy balance, digestibility.

**Введение.** Характерной особенностью высокопродуктивных первотёлок является напряжённость обменных процессов, протекающих в их организме. Как отмечает ряд авторов, в течение первых недель лактации у коров-первотёлок наблюдается понижение потребления корма, тогда как потребность в питательных веществах и энергии максимальная в первые 100 дней лактации, когда от коров получают 40-45 % годового надоя, так как питательные вещества, поступающие с кормами, не могут покрыть их потребность для синтеза молока [1, 2]. Биологическая полноценность рационов обеспечивается высоким качеством кормов и наличием в их составе необходимого уровня питательных и биологически активных веществ. Отрицательный энергетический баланс ведёт к потере живой массы, мобилизации жировой ткани тела для восполнения дефицита энергии.

Для высокопродуктивных молочных коров требуется повышенная концентрация обменной энергии в рационе, что достигается за счёт снижения уровня клетчатки. Это часто является причиной нарушения пищеварения и снижения молочной продуктивности коров. В то же время молочным коровам, как жвачным животным, необходим определённый уровень структурных углеводов в рационе, что остаётся недостаточно изученным вопросом.

**Материал и методика исследований.** Для достижения поставленной цели и решения задач данных исследований проведены научно-хозяйственный и физиологические опыты на базе хозяйства Минской области с целью определения влияния различного содержания нейтрально-детергентной клетчатки (НДК) и кислотно-детергентной клетчатки (КДК) в рационах первотёлок на потребление кормов рациона, переваримость и эффективность использования энергии рациона организмом животного. При организации и проведении исследований руководствовались требованиями, изложенными в книгах А.И. Овсянникова [3], П.И. Викторова, В.К. Менькина [4].

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** Используя данные по химическому составу кормов и питательности рациона, с учётом содержания структурных углеводов в кормах, заготовленных в хозяйстве, составлены рационы кормления подопытных животных. Среднесуточные рационы (по фактически потребленным кормам за опыт) приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Структура и питательность среднесуточного рациона (по фактически потребленным кормам)

Наименование		Группа		
		контрольная	I опытная	II опытная
Структура рациона, %	Кормосмесь	56,94	56,98	56,40
	Концентрированные корма	43,06	43,02	43,60
В сухом веществе рациона	КОЭ, МДж	11,4	11,4	11,4
	Сп, %	16,0	16,0	16,0
	Ск, %	18,0	18,7	19,2
	Сж, %	3,0	3,0	3,0
	НДК, %	28,7	30,7	32,6
	КДК, %	21,1	21,5	21,9

Рационы кормления были сбалансированы по всем основным питательным веществам и соответствовали ранее разработанным рекомендациям. Концентрация обменной энергии в сухом веществе рациона у животных всех групп находилась на уровне 11,4 МДж, сырого протеина – 16 %, концентрация сырой клетчатки в сухом веществе рациона составляла 18,0-19,2 %, что соответствует требованиям при нормировании рационов коров [5, 6].

В состав кормосмеси для животных всех групп входили: сенаж злаковый, силос кукурузный, сенно-соломенная резка, плющенное зерно, патока. Нормирование концентрированных кормов (комбикорм концентрат) проводился с учётом молочной продуктивности, что в среднем за опыт составило 0,3 кг на 1 л молока.

В среднем в структуре рациона у животных всех групп в течение всего опыта кормосмесь занимала 56,98-56,4 %, концентрированные корма находились на уровне 43 %.

Из приведённых данных следует, что для достижения различной концентрации структурных углеводов в рацион животных вводили сенно-соломенную резку от 0,5 кг в контроле до 1,5 кг во II опытной группе. При этом в рационе животных контрольной группы содержание нейтрально-детергентной клетчатки (НДК) составило 28,7 %, кислотно-детергентной – 21,1 %, в то время как у животных I и II опытных групп данные показатели находились на уровне 30,7 %, 21,5 % и 32,6 %, 21,9 % соответственно.

По данным NRC доля структурных углеводов (НДК) в рационе высокопродуктивных животных должна быть представлена не менее чем на 75 % объёмистыми кормами [7, с. 26-38]. В наших исследованиях в рационах животных всех групп нейтрально-детергентная клетчатка была на уровне 88 % за счёт грубых кормов, а значит структурность

рациона была высокой и, как отмечает Попков Н.А. и др., чем выше показатель структурности, тем выше усвояемость концентрированных кормов в рационе [8].

Различное содержание структурных углеводов в рационе животных предопределило различие в потреблении сухого вещества. Так, животные контрольной группы потребляли на 3,5 % меньше сухого вещества от заданного, в то же время при увеличении структурных углеводов в сухом веществе рациона I опытной группы в среднем до 30,7 % НДК и 21,5 % КДК снижение потребления сухого вещества было на уровне 2,3 %. Дальнейшее увеличение структурных углеводов в сухом веществе рациона не привело к увеличению потребления сухого вещества основного рациона.

В последующем, исходя из количества съеденных питательных веществ кормов, выделенных кала и мочи, их химического состава, вычислили коэффициенты переваримости питательных веществ исследуемых рационов (рисунок 1).

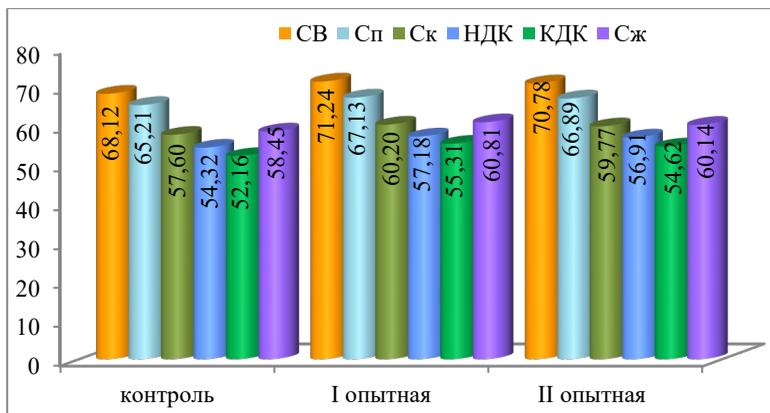


Рисунок 1 – Коэффициенты переваримости питательных веществ рациона, %

Полученные результаты физиологического опыта по определению коэффициентов переваримости питательных веществ рациона показали, что животные I и II опытных групп достоверно лучше (на 3,12 и 2,66 п. п.) переваривали сухое вещество и сырой протеин по отношению к контролю. Также отмечается достоверное увеличение в переваримости структурных углеводов. Так, животные I опытной группы достоверно на 4,6 п. п. переваривали сырую клетчатку и на 2,86 п. п. – НДК по отношению к аналогам контрольной группы. Животные II опытной

группы переварили на 4,17 п. п. больше сырую клетчатку и на 2,59 п. п. ( $P < 0,05$ ) НДК, чем сверстницы контрольной группы. Исходя из анализа полученных данных, можно сделать заключение, что положительное влияние на переваримость питательных веществ рациона оказала увеличение содержание структурных углеводов в сухом веществе рациона с 30 до 32 % НДК при среднем содержании его 30,7 % и КДК – 21-22 %, дальнейшее увеличение НДК (II опытная группа) свыше 32 % не привело к увеличению переваримости питательных веществ.

Нормализация уровня потребляемого сухого вещества, баланса структурных углеводов нейтрально-детергентной и кислотнo-детергентной клетчатки позволила наиболее полно обеспечить организм высокопродуктивных коров необходимой энергией и питательными веществами, что особенно значимо в начальной стадии лактации. Оптимальное содержание структурных углеводов до оптимальных границ в опытных группах обеспечило более полное поедание рациона и соответственно необходимую обеспеченность организма животных всеми необходимыми элементами питания. Различие в потреблении питательных веществ рациона и их переваримости отразилось на различии в потреблении и переваримости энергии рациона животными (таблица 2).

Таблица 2 – Потребление и выделение энергии питательных веществ рационов подопытными животными, МДж

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
<b>Принято энергии:</b>			
Протеина	40,11	45,09	44,39
Жира	19,85	20,88	20,54
Клетчатки	56,03	57,76	56,70
БЭВ	207,28	233,73	229,80
Всего	323,27	357,46	351,44
<b>Выделено энергии с калом:</b>			
Протеина	13,96	14,82	14,70
Жира	7,24	7,18	7,19
Клетчатки	24,00	23,23	23,05
БЭВ	52,35	54,29	54,45
Всего	97,55	99,53	99,39
Переварено	225,727	257,933	252,048

Анализируя показатели потребления энергии питательных веществ, можно отметить, что животные опытных групп потребили энергии протеина на 12,40-10,67 %, жира на – 5,19-3,48 %, клетчатки – на 3,09-1,19 %, БЭВ – 12,76-10,86 % и органического вещества – на 10,58-8,71 %

больше по сравнению с аналогами контрольной группы.

Различие в потреблении и выделении энергии питательных веществ животными отразилось на различии в содержании переваримой энергии, что в свою очередь предопределило различие в коэффициентах переваримости энергии основных питательных веществ (рисунок 2).

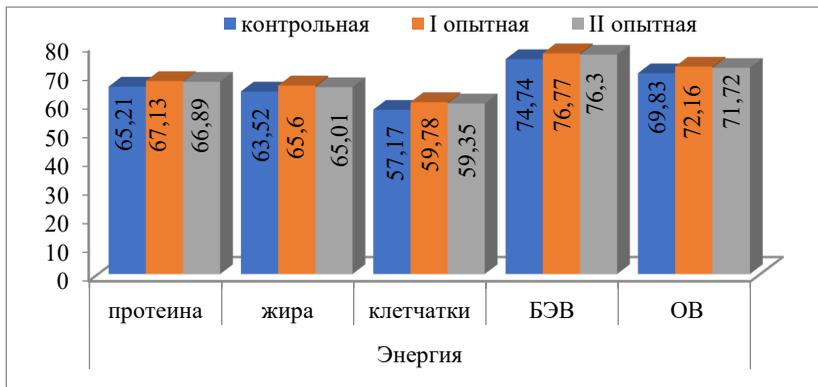


Рисунок 2 – Переваримость энергии основных питательных веществ рациона, %

Коэффициенты переваримости энергии всех питательных веществ также были выше у животных опытных групп. Так, животные I и II опытных групп превосходили своих сверстниц контрольной группы по коэффициентам переваримости энергии протеина на 1,92 и 1,68 п. п., энергии жира – на 2,08 и 1,49 п. п., энергии клетчатки – на 2,61 и 2,18 п. п., энергии БЭВ и органического вещества – соответственно на 2,03 и 1,56 п. п. и 2,33 и 1,89 п. п.

В результате проведённых исследований по энергетическому обмену в организме первотелок установлено, что значительная часть потреблённой энергии теряется с непереваренными веществами, с газами и мочой, а также установлены некоторые различия в её использовании (таблица 3).

Животные контрольной группы выделили энергии с калом на 1,99 и 1,85 % меньше, чем сверстницы I и II опытных групп. Достоверных различий по выделению энергии с калом между группами не установлено. Однако за счёт меньшего выделения энергии с калом в процентном соотношении от принятого животные опытных групп имели достоверно больше переваримой энергии по сравнению с животными контрольной группы на 14,27 % ( $P < 0,05$ ) и 11,65 % соответственно.

Таблица 3 – Баланс и использование энергии, МДж/сутки

Показатель	Группа		
	контрольная	I опытная	II опытная
Потреблено валовой энергии	323,27	357,46	351,44
Выделено энергии с калом	97,55	99,53	99,39
Переварено энергии	225,7	257,9	252,0
% от ВЭ	69,83	72,16	71,72
Выделено энергии с мочой и метаном	40,4	45,8	44,8
в т.ч. энергия метана, %	8,0	8,1	8,1
Обменная энергия	185,3	212,2	207,3
% от ВЭ	57,3	59,4	59,0
Энергия на синтез суточного удоя молока, МДж	125,6	136,5	134,5
Выделилось энергии с молоком, МДж	74,47	83,24	82,04
Эффективность использования ОЭ молока, %	59,28	60,99	60,99
Трансформация энергии корма в молоко, МДж	0,402	0,392	0,396

Не отмечено достоверной разницы между животными контрольной и опытных групп в выделении энергии с мочой, потерями в желудочно-кишечном тракте с метаном, хотя следует отметить, что аналоги I и II опытной группы выделили больше энергии по этому показателю на 13,36 и 10,89 % по отношению к контролю. Это, по-видимому, связано с более интенсивными процессами брожения в рубце и большим выделением азота с мочой. Вместе с тем, для максимального проявления генетически обусловленных продуктивных задатков коров и эффективного использования кормов важнейшее значение имеет оптимальный уровень обменной энергии в рационе.

Уровень обменной энергии у животных I опытной группы достоверно превышал на 14,5 % ( $P < 0,01$ ) животных контрольной группы. Животные II опытной группы имели на 2,31 % меньше обменной энергии, чем животные I опытной группы, однако превышали по этому показателю животных контрольной группы на 11,87 %.

Энергия на синтез суточного удоя молока у животных I и II опытных групп достоверно превышала на 8,67 % ( $P < 0,05$ ) и 7,08 % аналогов контрольной группы. За счёт более высоких удоев, а также за счёт большего потребления обменной энергии рациона у животных опытных групп выделилось энергии с молоком больше, чем в контроле на 11,77 и 10,16 %.

**Заключение.** Установлено, что уровень структурных углеводов в рационе коров влияет на потребление сухого вещества и переваримость кормов. Так, у животных I опытной группы, получавших рацион с содержанием НДК и КДК в среднем на уровне 30,7 и 21,5 % соответственно, снижение потребления основного рациона было на уровне 2,89 %. Дальнейшее увеличение содержания структурных углеводов в рационе животных в среднем до 32,6 % НДК и 21,9 % КДК не привело к адекватному увеличению потребления кормов. Так, у животных II опытной группы на 3,38 % снизилось потребление рациона по отношению к задаваемому.

Установлено, что животные I и II опытных групп достоверно лучше (на 3,12 и 2,66 п. п.) переваривали сухое вещество и сырой протеин по отношению к контролю. Животные I опытной группы достоверно на 4,6 п. п. больше переваривали сырую клетчатку и на 2,86 п. п. – НДК по отношению к аналогам контрольной группы. Животные II опытной группы переварили на 4,17 п. п. больше сырую клетчатку и на 2,59 п. п. ( $P < 0,05$ ) – НДК, чем сверстницы контрольной группы.

Животные I и II опытных групп, получавшие рационы с содержанием НДК 30,7 и 32,6 %, КДК 21,5 и 21,9 % в сухом веществе рациона, превосходили своих сверстниц контрольной группы по коэффициентам переваримости энергии протеина на 1,92 и 1,68 п. п., энергии жира – на 2,08 и 1,49 п. п., энергии клетчатки – на 2,61 и 2,18 п. п., энергии БЭВ и органического вещества – соответственно на 2,03 и 1,56 п. п. и 2,33 и 1,89 п. п.

В результате проведённых исследований по энергетическому обмену в организме первотёлок установлено, что уровень обменной энергии у животных I опытной группы достоверно превышал на 14,5 % ( $P < 0,01$ ) животных контрольной группы. Животные II опытной группы имели на 2,31 % меньше обменной энергии, чем животные I опытной группы, однако превышали по этому показателю животных контрольной группы на 11,87 %.

Энергия на синтез суточного удоя молока у животных I и II опытных групп достоверно превышала на 8,67 % ( $P < 0,05$ ) и 7,08 % аналогов контрольной группы.

#### Литература

1. Влияние кормления на продуктивные показатели коров-первотёлок в начале лактации / Н. А. Ларина [и др.] // Вестник АГАУ. – 2018. - № 8 (166). – С. 107-112.
2. Храмов, С. А. Воспроизводительные качества коров-первотелок при использовании в рационах кормления природной кормовой добавки / С. А. Храмов, Е. В. Хардина, О. А. Краснова // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2020. - № 1 (49). – С. 143-147.
3. Овсянников, А. И. Основы опытного дела в животноводстве / А. И. Овсянников. – Москва : Колос, 1976. – 302 с.

4. Викторов, П. И. Методика и организация зоотехнических опытов / П. И. Викторов, В. К. Менькин. – Москва : Агропромиздат, 1991. – 112 с.
5. Нормы кормления крупного рогатого скота : справочник / Н. А. Попков [и др.]. – Жодино, 2001. – 260 с.
6. Организационно-технологические требования при производстве молока на молочных комплексах промышленного типа / И. В. Брыло [и др.]; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Минск, 2014. – 108 с.
7. NRC. Nutrient Requirements of Beef Cattle. – 7th ed. – Washington, DC, 2001. – 401 p.
8. Технологическое сопровождение животноводства: новые технологии : практ. пособие / Н. А. Попков [и др.]; Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2010. – 496 с.

*Поступила 6.05.2024 г.*

УДК 636.085.52:633.15

А.А. КУРЕПИН

## **ВЛИЯНИЕ СОСТАВА СТРУКТУРНЫХ УГЛЕВОДОВ КУКУРУЗНОГО СИЛОСА НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКУЮ ЦЕННОСТЬ**

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

В представленной работе изучен состав структурных углеводов кукурузного силоса и установлены их взаимосвязи с энергетической ценностью. Исследования показали, что между целлюлозой и лигнином, как комплекса входящего в состав кислотно-детергентной клетчатки, корреляционная связь была высокой и отрицательной –  $r = -0,71$ . Установлено, что среднее содержание лигнина в отобранных образцах составляла  $6,97\% \pm 0,06$ , корреляционная связь между структурными углеводами КДК и содержанием лигнина была незначительной и слабой –  $r = 0,15$ . Исходя из полученных корреляционных связей, можно сделать вывод, что при увеличении концентрации лигнина с возрастом растения происходит количественное уменьшение содержания целлюлозы в клеточной стенке растений.

**Ключевые слова:** структурные углеводы, целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин кукурузный силос.