УДК 636.084/.087
https://doi.org/10.21603/1019-8946-2023-5-13

# Влияние уровня углеводов в рационах высокопродуктивных коров на молочную продуктивность*

**Александр Андреевич Наконечный,** старший научный сотрудник
**Александра Леонидовна Дыдыкина,** старший научный сотрудник
**Андрей Олегович Вязьминов,** ведущий инженер
Приморский филиал ФГБУН ФИЦ комплексного изучения Арктики им. Н. П. Лавёрова Уральского отделения РАН — Архангельский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
E-mail: nakal1723@yandex.ru

*Изучено влияние на эффективность производства и качественные характеристики молока уровня легкодоступных углеводов в рационах коров холмогорской породы. Двукратное увеличение сахаропротеинового отношения в рационах в разгар лактации способствовало увеличению молочной продуктивности на 4,6 %. Отмечено достоверное влияние (P=0,95) увеличения уровня углеводов на повышение содержания белка в молоке на 0,14 абс. % и содержания сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО) на 0,128 абс. %. Определена зависимость от уровня сахаров в рационе коров, выраженная в положительной корреляции содержания белка в молоке на начало и конец опыта (r=0,54), и содержанием сахаров и СОМО (r=0,76). При потреблении коровами дополнительного количества легкодоступных углеводов сокращается сервис-период на 14,9 дня. При биохимическом анализе крови установлено более интенсивное протекание метаболических процессов. Уровень альфа- и гамма-глобулинов, ответственных за формирование иммунитета, у животных опытной группы увеличился на 0,74–0,79 % в сравнении с контрольной. В период опыта отмечена выраженная тенденция увеличения концентрации глюкозы на 10,6 %, что указывает на положительный энергетический баланс в организме опытных животных. Дополнительный ввод в рацион 741 г/сут легкодоступных углеводов увеличивает биологическую ценность молока, положительно влияет на экономические показатели. Результаты исследований показывают важность балансирования рационов по уровню легкодоступных углеводов для получения полноценной молочной продукции.*

***Ключевые слова:*** *холмогорский крупный рогатый скот, молочная продуктивность, качество молока, уровень углеводов, биологическая ценность молока.*

***Nakonechny A. A., Dydykina A. L., Vyazminov A. O. The effect of carbohydrate levels in the diets of highly productive cows on dairy productivity***
***N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Ural Branch of the RAS***

*The influence of the level of readily available carbohydrates in the diets of cows of the Kholmogorsky breed on the production efficiency and qualitative characteristics of milk has been studied. A twofold increase in the sugar-protein ratio in diets at the height of lactation contributed to an increase in milk productivity by 4,6 %. There was a significant effect (P=0,95) of an increase in the level of carbohydrates on an increase in the protein content in milk by 0,14 abs. % and the content of dry skimmed milk residue by 0,128 abs. %. The dependence on the level of sugars in the diet of cows was determined, expressed in a positive correlation of the protein content in milk at the beginning and end of the experiment (r=0,54), and the content of sugars and dry skimmed milk residue (r=0,76). When cows consume an additional amount of readily available carbohydrates, the service period is reduced by 14,9 days. The biochemical analysis of blood revealed a more intensive course of metabolic processes. The level of alpha- and gamma-globulins responsible for the formation of immunity in animals of the experimental group increased by 0,74–0,79 % compared to the control group. During the experiment, there was a pronounced tendency to increase the concentration of glucose by 10,6 %, which indicates a positive energy balance in the body of experimental animals. The additional introduction of 741 g per day of readily available carbohydrates into the diet increases the biological value of milk, has a positive effect on economic indicators. The research results show the importance of balancing diets by the level of readily available carbohydrates in order to obtain high-grade dairy products.*
***Key words:*** *Kholmogorsky cattle, milk productivity, milk quality, carbohydrate level, biological value of milk.*

Углеводы являются главной составной частью сухих веществ растительных кормов для животных как источник энергии, структурных элементов клеток, составных частей ферментов и гормонов [1, 2]. Наибольшее значение в питании жвачных имеют клетчатка, сахара и крахмал, одновременно являющиеся питательными веществами для организма и основной пищей для микробиоты преджелудков.

Микроорганизмы рубца способны расщеплять сложные углеводы и использовать их в качестве источника энергии. Простые сахара, получаемые с кормом или образуемые в рубце при разрушении микроорганизмами полисахаридов, быстро сбраживаются до летучих жирных кислот уксусной, пропионовой, масляной, которые всасываются в кровь и являются начальными метаболитами углеводно-жирового обмена [3].

В большинстве исследований по углеводному питанию основное внимание уделяется обменным процессам, переваримости, балансу питательных веществ, молочной продуктивности [4, 5]. Вместе с тем недостаточно изучено влияние углеводного питания коров на состав, физико-химические и технологические свойства молока, важных для производства высококачественных молочных продуктов [6, 7].

В рационах коров углеводы являются самым дешевым и доступным источником энергии, за счет них и в меньшей степени жира и протеина удовлетворяется потребность организма в энергии. Поэтому перед специалистами хозяйств стоит задача максимального использования углеводов [8].

Наиболее рационально балансировать рационы по нормируемым показателям питания за счет комплексных

**Работа выполнена в рамках государственного задания по теме FUUW–2022-0033 «Разработать систему формирования продуктивного генофонда пород сельскохозяйственных животных, обеспечивающую их сохранность и совершенствование в условиях Крайнего Севера».*

кормовых добавок, компоненты которых способствуют не только увеличению продуктивности коров, но и улучшению качества продукции, повышению общего иммунитета организма и экономному расходованию кормов [9]. Проблема совершенствования технологии производства молока с использованием углеводных добавок, содержащих биологически активные компоненты, является актуальной в условиях северных регионов.

**Цель исследований** заключалась в установлении влияния рационов с разным соотношением легкопереваримых углеводов на молочную продуктивность и качество молока, а также на биохимический статус крови и воспроизводительные качества высокопродуктивных коров в период раздоя.

**Материалы и методика исследований**. Эксперименты выполнялись в 2022 г. в ООО «Агрофирма «Холмогорская» Холмогорского района Архангельской области в течение 100 дней. Постановка научного эксперимента проводилась по общепринятой методике [10] на коровах методом пар-аналогов при стойловой системе содержания. Были сформированы опытная и контрольная группы по 10 коров в каждой. Наблюдения длились 100 дней. В рацион опытных животных была включена в качестве углеводной добавки углеводно-протеиновая смесь в количестве 1,5 кг/сут на голову. Добавка скармливалась в сухом виде в утреннее кормление.

Коровы контрольной группы получали основной рацион, составленный специалистами хозяйства с учетом продуктивности 30 кг молока. Рацион включал 43 кг силоса, раздаваемого коровам ежедневно, мясокостной муки, травяной муки, углеводно-протеиновой смеси и концентратов. Концентрированные корма животные получали из расчета 300 г на 1 л выдоенного молока.

Молочная продуктивность коров учитывалась по ежемесячным контрольным дойкам. При контрольном доении фиксировались дата доения, кличка и идентификационный номер животного, удой за 1-, 2-е доение и за сутки.

Для определения качества молока от каждого сеанса доения отбирали суточную пробу по 40 мл в отдельную тест-тару. Состав и свойства молока изучали в лаборатории селекционного контроля качества молока ПФ ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН — АрхНИИСХ с использованием аналитической системы Bentley Combi 150. Состав и физико-химические свойства молока изучали на соответствие требованиям Технического регламента Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013).

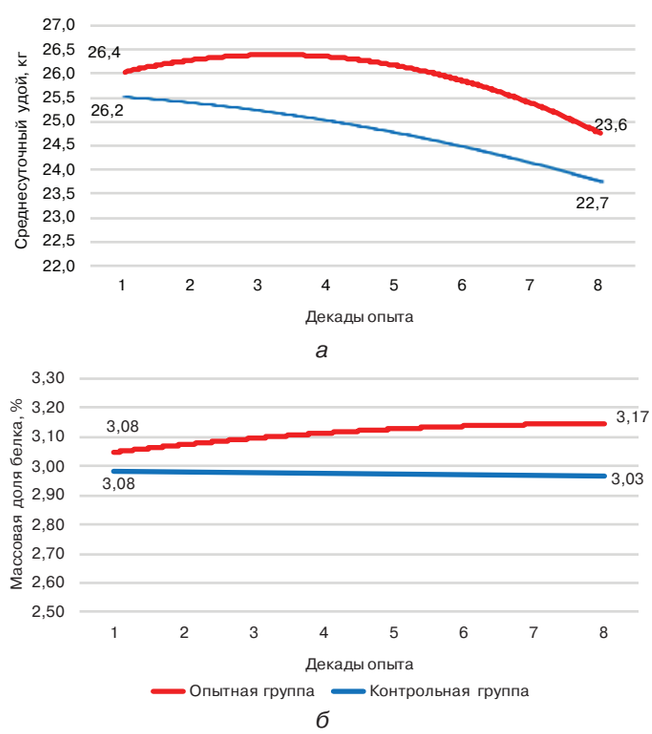
**Результаты и обсуждение**. Анализ заготавливаемых в агрофирме кормов показал невысокое содержание обменной энергии (8,95 МДж) и сырого протеина (11,8 %), что требовало использования дорогостоящих концентрированных кормов для покрытия дефицита протеинового питания. В качестве основного корма используется силос, в составе которого практически нет сахаров, так как в процессе его созревания все простые углеводы сбраживаются до летучих жирных кислот.

Для повышения углеводной питательности в рацион опытной группы коров была введена углеводная добавка из смеси сухой патоки и жмыха подсолнечного, содержащая 49 % углеводов и 9 % белка. Коровы этой группы дополнительно к основному рациону получали 1,5 кг углеводной добавки (741 г сахаров), а контрольной группы — только основной общехозяйственный рацион. Все животные потребили необходимое количество энергии (количество несъеденных остатков кормов за сутки не превышало 5 %). Концентрация сырого протеина в рационе обеих групп, обеспеченная высокопротеиновым комбикормом, была в пределах нормы. Сахаропротеиновое отношение в опытной группе за счет ввода углеводной добавки было в два раза выше (0,58), чем в контрольной (0,28), за счет повышенного содержания (49 %) углеводов. Все животные на период опыта были обеспечены питательными веществами как для поддержания жизни, так и синтеза продукции. Следует отметить, что углеводную добавку целесообразно применять в разгар лактации (первые 100 дней), когда организм животного наиболее требователен к количеству питательных веществ в рационе.

Молочная продуктивность коров является критерием, позволяющим оценить сбалансированность и полноценность кормления, а также продуктивное действие рационов. Этот показатель оценивался по валовому и среднесуточному удою молока натуральной и стандартной жирности, содержанию жира и белка, а также их валовому выходу.

Результаты контрольных доений показали, что разное соотношение количества легкопереваримых углеводов оказывает положительное влияние на величину среднесуточного удоя. Коровы, получавшие сбалансированный по углеводам рацион, увеличили удой на 0,22–1,51 кг/сут в среднем на одну голову (см. рисунок).

Важнейшим признаком оценки молочной продуктивности является жирномолочность коров. С увеличением концентрации жира повышается питательная и энергетическая ценность и снижается себестоимость молока. Из 1 г жира получают 0,93 ккал энергии. Молочный жир может повышаться или снижаться в зависимости от типа кормления, периода лактации, физиологического состояния животного, климатических условий и т. д. Проведенные ис-




*Молочная продуктивность (а) и массовая доля белка в молоке (б)*

следования не выявили достоверного влияния углеводной добавки на изменения массовой доли жира в молоке.

Содержание легкодоступных углеводов в рационах кормления коров в большей степени направлено на увеличение содержания пропионовой кислоты в рубце, ответственной за синтез белка в молоке, которая в то же время снижает долю уксусной кислоты, необходимой для синтеза жира. В результате введения углеводной добавки в рацион коров опытной группы содержание белка в молоке увеличилось (P=0,95) в среднем за период опыта на 0,14 %.

Положительная корреляция (r=0,54) уровня сахаров и белковомолочности у коров опытной группы на начало и конец опыта указывает на достаточно высокую зависимость продуцирования белка молока от сбалансированности кормов по сахарам.

Важным показателем эффективности конверсии кормового протеина в молочный белок является уровень мочевины, который снизился на 3,2 % в крови коров, получавших дополнительно углеводную добавку. Это свидетельствует о более активном образовании и использовании аминокислот в обмене веществ.

Содержание сухого вещества позволяет судить о пищевой ценности молока, а сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО) — о его биологической полноценности. При этом актуальной остается оценка продуктивности коров по количеству молочного белка и жира, наиболее ценных компонентов в биологическом и энергетическом отношении. Большой практический интерес представляет оценка биологической эффективности коров при разном уровне углеводов в рационах и биологической полноценности получаемого молока. Биологическую ценность молока определяют не отдельные компоненты, а вся композиция сухого вещества. Коэффициент биологической полноценности и биологической эффективности позволяет выявить животных, продуцирующих более полноценное молоко [11].

Как по величине коэффициента биологической эффективности (производство сухого вещества на 1 кг живой массы), так и коэффициенту биологической полноценности (производство СОМО на 1 кг живой массы) превосходство выявлено у животных, потреблявших углеводную добавку (табл. 1). Следовательно, оценка содержания сухого вещества и СОМО целесообразна и позволяет более полно отразить молочную продуктивность коров.

Эффективное кормление необходимо для поддержания запрограммированного воспроизводства и высокой продуктивности скота. Длительный недостаток в рационе отдельных питательных веществ может ослабить иммунную систему и провоцировать заболевания. Многочисленные научные исследования и практический опыт свидетельствуют о прямой связи кормления в стаде и репродуктивной способностью коровы [5, 11]. Установлено положительное влияние углеводной добавки на сокращение продолжительности сервис-периода в опытной группе до 74,4 дня по сравнению с контрольными коровами — 89,3 дня (на 14,9 дня). Стельность у всех осемененных животных протекала нормально при индексе осеменения 1,8.

Для оценки состояния здоровья животных большое значение имеет количественный анализ биохимических показателей крови (табл. 2).

Важно установить роль сдвигов изучаемых показателей даже в пределах физиологической нормы. Несмотря на нормальное содержание глюкозы (2,72–2,98 ммоль/л), у коров опытной группы отмечена тенденция увеличения ее концентрации по сравнению с контролем на 10,6 % (P=0,05), что может оказывать положительное влияние на обмен веществ, особенно в новотельный период.

*Таблица 1*

**Биологическая оценка коров за период опыта**

| Показатель | Опытная группа | Контрольная группа |
|---|---|---|
| Удой, кг | 2585,2±228,2 | 2476,5±153,3 |
| Сухое вещество молока, % | 12,25±0,240 | 12,11±0,200 |
| СОМО, % | 8,92±0,078 | 8,79±0,083 |
| Живая масса, кг | 492,3±7,850 | 481,1±4,059 |
| Коэффициент биологической эффективности | 62,99±4,03 | 61,59±3,04 |
| Коэффициент биологической полноценности | 46,28±3,26 | 44,94±2,50 |
| Энергетическая ценность молока, ккал/100 г | 61,54±1,62 | 60,62±1,37 |

*Таблица 2*

**Биохимические показатели крови коров**

| Показатель | Норма | Опытная группа | Контрольная группа |
|---|---|---|---|
| Резервная щелочность, % | 46–66 | 42,10±2,75 | 56,93±15,74 |
| Фосфор, ммоль/л | 1,45–2,10 | 1,05±0,11 | 1,06±0,02 |
| Кальций, ммоль/л | 2,10–3,13 | 2,32±0,10 | 2,23±0,16 |
| Глюкоза, ммоль/л | 2,30–4,10 | 2,98±0,24 | 2,72±0,38 |
| Мочевина, ммоль/л | 3,30–5,00 | 4,71±0,65 | 7,59±0,18 |
| Белок общий, г/л | 72–86 | 79,63±3,38 | 78,60±3,26 |
| Кетоновые тела, мг% | 1,00–6,00 | 0,00 | 0,00 |
| Альбумины, % | 38–50 | 49,80±0,92 | 53,33±0,67 |
| Альфа-глобулины, % | 12–20 | 15,67±0,87 | 14,93±2,12 |
| Бета-глобулины, % | 10–16 | 10,48±0,38 | 12,93±0,72 |
| Гамма-глобулины, % | 25–40 | 20,67±2,83 | 19,88±1,55 |
| Глобулины всего, % | | 46,82±1,36 | 47,74±1,46 |
| Альбумино-глобулиновый коэффициент | 0,66–0,81 | 1,06 | 1,12 |
| Белковые фракции, % | 0,63–1,40 | 1,11±0,09 | 1,10±0,03 |

Содержание общего белка у коров обеих групп соответствовало средним значениям физиологической нормы, но в крови опытной группы незначительно повысился уровень альфа- и гамма-глобулинов на 0,73 и 0,79 абс. % соответственно, и уменьшилась доля бета-глобулинов на 2,45 абс. %. При этом у всех коров соотношение альбуминов и глобулинов (альбумино-глобулиновый коэффициент) выше нормальных значений: в опытной группе в 1,30 и контрольной в 1,38 раза. То есть, получение углеводной добавки способствовало повышению транспорта метаболических гормонов тироксина, кортизола и ферментативной активности, в том числе медьсодержащих ферментов, играющих важную роль в окислительно-восстановительных процессах, катализирующих этапы тканевого дыхания, участвующих в процессах, обеспечивающих усвоение молекулярного азота (альфа-глобулины) и иммунной защиты организма с образованием иммуноглобулинов (гамма-глобулины), а у коров контрольной группы повышению транспорта стрессового гормона

*Таблица 3*

**Экономическая эффективность производства молока за период опыта**

| Показатель | Контрольная группа | Опытная группа |
|---|---|---|
| Надой за учетный период, кг | 2475,70 | 2589,10 |
| Цена реализации 1 кг молока, руб. | 31,00 | 31,00 |
| Себестоимость молока, руб/кг | 26,00 | 26,00 |
| Стоимость кормов в 1 кг молока, руб. | 12,86 | 13,93 |
| Затраты на производство: всего, тыс. руб. | 64,40 | 67,30 |
| Выручка от реализации молока, тыс. руб. | 76,70 | 80,30 |
| Прибыль, тыс. руб. | 12,30 | 13,00 (+0,70) |

адреналина, железа (гемопексин) и холестерина (бета-глобулины) [12].

Таким образом, добавка легкоусвояемых углеводов способствовала оптимизации метаболизма и повышению иммунной защиты коров.

При анализе экономической эффективности технологию кормления следует рассматривать как систему факторов, влияющих на продуктивность животных и себестоимость конечной продукции. Оценка экономической эффективности производства молока свидетельствует о положительном влиянии введенной в рацион коров холмогорской породы углеводной добавки на финансовые результаты. На основании данных хозяйства по расходу кормов, молочной продуктивности, а также материалов бухгалтерского учета рассчитана экономическая эффективность. При этом были учтены основные элементы затрат, сложившиеся в хозяйстве на период научно-хозяйственного опыта.

Введение в рацион 1,5 кг углеводной добавки на 8 % увеличило стоимость израсходованных за период эксперимента кормов в опытной группе (табл. 3). В то же время у этих коров себестоимость молока базисной (3,4 %) жирности оказалась одинаковой, а прибыль от реализации на одну корову выше контроля на 700 руб. (на 5,7 %) за счет увеличения удоя.

Результаты эксперимента показали, что применение в кормлении высокопродуктивных коров кормовой добавки, увеличивающей содержание углеводов в рационе, оказывает положительное влияние на финансовые показатели при производстве молока.

## ВЫВОДЫ

- Дополнительный ввод в рационы легкодоступных углеводов позволяет повысить биологическую ценность молока за счет увеличения в нем содержания сухого вещества, что положительно сказывается на качестве и количестве перерабатываемой молочной продукции.
- Показана возможность включения в рацион лактирующих коров в качестве углеводной добавки углеводно-протеиновой смеси из сухой патоки и жмыха подсолнечного, содержащей 49 % углеводов и 9 % белка из расчета суточного скармливания 1,5 кг на одну корову.
- Изменение количества легкодоступных углеводов в рационе высокопродуктивных коров по уровню сахаро-протеинового отношения с 0,28 до 0,58 в разгар лактации за счет ввода в рацион углеводной добавки увеличило молочную продуктивность на 4,6 %.
- Повышение уровня углеводного питания оказало существенное влияние на качество молока: содержание массовой доли белка увеличилось на 0,14 % (P=0,05).
- Оптимизация углеводного питания оказало положительное влияние на воспроизводительные способности путем снижения продолжительности сервис-периода у коров.
- Применение добавки легкоусвояемых углеводов в опытной группе способствовало оптимизации метаболизма и повышению иммунной защиты коров.
- Корректировка рационов по уровню углеводов позволяет повысить экономическую эффективность при производстве молока.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ


1. ***Кураленко, Н.*** *Значение углеводов в питании высокопродуктивных коров/Н. Кураленко// Молочное и мясное скотоводство. 2002. № 2. С. 14–16.*
2. ***Калашников, А. П.*** *Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных. Справочное пособие. 3-е изд. перераб. и доп.; под. ред. Калашникова А. П., Фисинина В. И., Щеглова В. В., Клейменова Н. И. — Москва, 2003. — 456 с.*
3. ***Харитонов, Е. Л.*** *Физиология и биохимия питания молочных коров/Е. Л. Харитонов. — Боровск: Оптима Пресс, 2011. — 372 с.*
4. ***Моисеев, И. В.*** *Фактическое потребление корма при разном количестве структурных углеводов в рационе/И. В. Моисеев, Г. К. Дускаев, Г. И. Левахин, Д. А. Бреус// Вестник мясного скотоводства. — Оренбург: ВНИИ мясного скотоводства, 2006. Т. 1. Вып. 59. С. 215–218.*
5. ***Кердяшов, Н. Н.*** *Биологические основы полноценного кормления высокопродуктивного молочного скота/Н. Н. Кердяшов. – Пенза: ГСХА, 2009. 192 с.*
6. ***Крупин, Е. О.*** *Молочная продуктивность, состав и качество молока высокопродуктивных коров на фоне направленного регулирования обмена веществ/Е. О. Крупин, М. Г. Зухрабов, Ш. К. Шакиров// Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана. 2010. Т. 203. С. 134–140.*
7. ***Сердюкова, Т.*** *Влияние кормов на качество молока/Т. Сердюкова// Переработка молока. 2010. № 9. С. 1–6.*
8. ***Мошкина, С. В.*** *Пути повышения эффективности молочного скотоводства/С. В. Мошкина, Ю. Б. Феофилова, Н. В. Абрамкова// Главный зоотехник. 2012. № 9. С. 27–29.*
9. ***Головин, А. В.*** *Влияние соотношения легкоперевариваемых углеводов в рационе новотельных коров на метаболизм в рубце и продуктивность/А. В. Головин// Молочное и мясное скотоводство. 2018. № 8. С. 24–27.*
10. ***Овсянников, А. И.*** *Основы опытного дела в животноводстве: учебное пособие/А. И. Овсянников. — М.: Колос, 1976. — 304 с.*
11. ***Горелик, В. С.*** *Молочная продуктивность коров в зависимости от происхождения/В. С. Горелик, О. В. Горелик, М. Б. Ребезов, А. Н. Мазаев// Молодой ученый. 2014. № 9 (68). С. 88–91.*
12. ***Демидович, А. П.*** *Диагностическое значение биохимических показателей крови (белковый, углеводный, липидный обмен): учеб. — метод. пособие для студентов по специальности 1–740302 «Ветеринарная медицина»/А. П. Демидович. — стереотип. изд. — Витебск: ВГАВМ, 2019. – 36 с.*