

УДК 636.085.13 (470.620)

UDC 636.085.13 (470.620)

06.02.10 – Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства (сельскохозяйственные науки)

06.02.10 - Private zootechnics, technology of production of animal products (agricultural sciences)

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО ПРОФИЛЯ КОРМОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ НА МТФ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

**DETERMINATION OF THE AMINO ACID PROFILE OF FEED USED AT MILK FARMS IN THE KRASNODAR REGION**

Рядчиков Виктор Георгиевич  
д.б.н., профессор, академик РАН  
SPIN-код: 8267-8359, AuthorID: 81503  
[ryadchikovv@mail.ru](mailto:ryadchikovv@mail.ru)

Ryadchikov Victor Georgievich  
Dr.Sci.Biol., professor, Academician of RAN  
RSCI SPIN-code: 8267-8359, AuthorID: 81503  
[ryadchikovv@mail.ru](mailto:ryadchikovv@mail.ru)

Вороков Виталий Хакашевич  
д.б.н., профессор  
SPIN-код: 2072-7827, AuthorID: 291085  
[VOROKOV.V@kubsau.ru](mailto:VOROKOV.V@kubsau.ru)

Vorokov Vitaly Hakyashevich  
Professor, Doctor of agricultural sciences  
RSCI SPIN-code: 2072-7827, AuthorID: 291085  
[VOROKOV.V@kubsau.ru](mailto:VOROKOV.V@kubsau.ru)

Шляхова Оксана Германовна  
к.б.н., доцент  
SPIN-код: 2462-6013, AuthorID: 661964  
[ganch3030@mail.ru](mailto:ganch3030@mail.ru)

Shlyakhova Oksana Germanovna  
Cand.Biol.Sci., associate Professor  
RSCI SPIN-code: 2462-6013, AuthorID: 661964  
[ganch3030@mail.ru](mailto:ganch3030@mail.ru)

Дмитриенко Станислав Николаевич  
к.б.н., доцент  
SPIN-код: 2175-0529, AuthorID: 675058  
*Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т.Трубилина, Краснодар, Россия*

Dmitrienko Stanislav Nikolaevich  
Cand.Biol.Sci., associate Professor  
RSCI SPIN-code: 2175-0529, AuthorID: 675058  
*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin", Krasnodar, Russia*

В статье приведены исследования по изучению кормовой базы на аминокислотный профиль. Оценена важность лабораторного анализа на показатели незаменимых аминокислот, лизина и метионина, в практике исследования кормов. На примере кормовой базы и рациона, используемых на молочно-товарной ферме, показан расчет потребности лактирующих коров в обменных незаменимых аминокислотах и прогнозирование сбалансированности обменному белку и количеству усвояемых лизина и метионина. Результаты наших исследований показали, что базовый рацион хозяйства не покрывает потребность лактирующих коров в незаменимых аминокислотах. Баланс лизина составил минус 30г, метионина минус 8г

The article presents studies on the study of the food supply for the amino acid profile. The importance of laboratory analysis for indices of essential amino acids, lysine and methionine, in the practice of feed research, has been evaluated. On the example of the fodder base and the ration used on a dairy farm, we have shown our calculations of the need of lactating cows for exchangeable essential amino acids and the prediction of the balance between exchangeable protein and the amount of assimilated lysine and methionine. The results of our research have shown that the basic ration of the farm does not cover the need of lactating cows for essential amino acids. The balance of lysine was minus 30g, methionine was minus 8g

Ключевые слова: АМИНОКИСЛОТЫ, НЕЗАМЕНИМЫЕ АМИНОКИСЛОТЫ, ЛИЗИН, МЕТИОНИН, ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫЕ КОРОВЫ, ЗООТЕХНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОРМОВ, МЕТОД ПОСТКОЛОНОЧНОЙ ДЕРИВАТИЗАЦИИ С НИНГИДРИНОМ

Keywords: AMINO ACIDS, ESSENTIAL AMINO ACIDS, LYSINE, METHIONINE, HIGH YIELDING COWS, ZOOTECNICAL FEED ANALYSIS, POST-COLUMN DERIVATIZATION WITH NINHYDRIN

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-163-016>

<http://ej.kubagro.ru/2020/09/pdf/16.pdf>

**Введение.** Увеличение производства продуктов животноводства и снижение их себестоимости, достигается за счет качественных кормов, и их сбалансированности в рационе. Оценка качества и питательности кормов, без данных зоотехнического анализа кормов не возможна, поэтому совершенствование методик и расчётов в лабораторной практике актуально, что позволяет повысить точность результата и гарантировать качественный и количественный состав исследуемого сырья [5].

В зоотехнической лаборатории принято оценивать корма на химический состав, в частности на показатели: влаги, сухого вещества, сырого белка (протеина), сырого жира, нейтрально-детергентной клетчатки, кислотно-детергентной клетчатки, неструктурных углеводов. Лабораторный анализ кормов на аминокислотный состав не востребован среди фермеров и руководителей животноводческих комплексов по ряду причин: 1) отсутствует понимание важности определения аминокислотного профиля кормов в хозяйстве для жвачных животных; 2) дороговизна лабораторного анализа; 3) отсутствуют актуальные нормы потребности незаменимых аминокислот для высокопродуктивных коров; 4) недостаточно популяризирована отечественная методика расчета аминокислот в рационе.

Белковое питание жвачных, как и других видов животных, следует рассматривать как аминокислотное питание, поскольку не белок как таковой, а аминокислоты (АК) являются основными участниками образования белков молока, тканей, органов и биологически активных веществ (БАВ) - гормонов, ферментов, нейропептидов и др., играющих важную роль в обеспечении жизненных функций организма. Проведенные исследования доказывают, что увеличение общей доступности аминокислот в тонкой кишке приводит к повышению продукции, обусловленной доступностью одноразовых незаменимых аминокислот. В частности, у коров доставка высококачественного белка с хорошо

сбалансированным распределением аминокислот, как было установлено, приводит к криволинейному увеличению молочной продуктивности, выравниваясь по мере того, как коровы достигают своих генетических пределов [8, 9, 10]. Таким образом, балансирование состава рационов коров не по количеству белка, а по количеству незаменимых аминокислот создает реальную перспективу организации белкового питания на более совершенной научной основе, направленной на снижение затрат белка на производство молока [11, 12, 13, 14]. В связи с этим, тщательное изучение потребности высокопродуктивных коров в незаменимых аминокислотах и их содержание в кормовой базе хозяйства, является актуальным [17, 18, 19, 20, 21].

Цель настоящего исследования состоит в определении аминокислотного профиля кормов, используемых на территории Краснодарского края, на примере МТФ Учхоза «Краснодарское».

#### **Материал и методы исследований**

Исследования проведены на базе учебно-опытного хозяйства «Краснодарское» (г. Краснодар). Объектом исследования послужила кормовая база и рацион, используемые в кормлении молочных коров.

Отбор проб кормов для последующего анализа произвели согласно правилам межгосударственного стандарта ГОСТ ISO 6497-2014 Корма. Отбор проб [3]. Всего было отобрано 11 образцов различных кормов: солома пшеничная, солома ячменная, сено суданки, сено люцерновое, жмых соевый, шрот подсолнечный, кукуруза, ячмень, глютен, сенаж люцерновый, силос кукурузный (см. рис. 1).



Рисунок 1. Образцы проб кормов, используемые в кормлении молочных коров

При выполнении работы использовались общепринятые и специальные методы исследований: зоотехнический анализ, органолептический, аминокислотный анализ. Лабораторные анализы выполнены на кафедре физиологии и кормления с.-х. животных Кубанского ГАУ.

Содержание влаги определяли по её потерям в результате высушивания навески натурального корма до постоянного веса при температуре 100 – 105 °С. Количество сухого вещества рассчитали путем вычитания количества воды в % из 100 ( $100 - \text{вода \%} = \text{СВ \%}$ ).

Общий азот в образцах определяли методом Кьельдаля на приборе UDK–139 (рисунок 2).





Рисунок 2- Комплект приборов для определения азота в кормах по методу Кьельдаля.

Аминокислотный состав кормов произвели на аминокислотном анализаторе ААА-400 (рисунок 3), методом постколоночной дериватизации с нингидрином на соответствие «Золотому стандарту ААА». Каждый образец проходил в анализе повторный контроль для получения точных значений и среднего числа.



Рисунок 3 - Автоматический аминокислотный анализатор.

Потребность (норму) для лактирующих коров в сухом веществе, нераспадаемом и распадаемом белке, обменном белке, и обеспеченности коров обменными лизином и метионином рассчитали факториальным методом по рекомендациям NRS - 2001 и академика В.Г. Рядчикова (учебник «Основы питания и кормления сельскохозяйственных животных», 2015 г). За основу брали параметры коровы живой массой 600 кг, суточный удой молока 35,5 кг, 21 неделя лактации, содержание сырого белка в молоке 3,26%, чистого белка (без мочевины) 3,11%, жирность молока 3,6%. Количество истинно переваренных (усвоенных) лизина и метионина из 1 кг СВ рациона коров в тонком кишечнике взяты из учебного пособия Рядчикова В.Г., 2015 г. (таблица 1).

Таблица 1. Количество истинно переваренных (усвоенных) лизина и метионина из 1 кг СВ рациона коров в тонком кишечнике

| Компоненты           | РРБ,г | НРБ,г | Коэффициенты переваримости НРБ | ОБ из НРБ, г | ИПНРБ, лизин, г | ИПНРБ, метионин г |
|----------------------|-------|-------|--------------------------------|--------------|-----------------|-------------------|
| Силос кукурузный     | 12,4  | 8,3   | 0,7                            | 5,84         | 0,162           | 0,114             |
| Сенаж люцерновый     | 21,20 | 15,4  | 0,65                           | 10,01        | 0,38            | 0,15              |
| Кукуруза             | 15,34 | 8,2   | 0,9                            | 7,4          | 0,207           | 0,157             |
| Белков (соевый жмых) | 11,6  | 29,6  | 0,93                           | 27,56        | 1,728           | 0,418             |
| Шрот подсолнечный    | 27,8  | 4,1   | 0,9                            | 3,7          | 0,131           | 0,084             |
| Ячмень               | 3,3   | 0,8   | 0,85                           | 0,68         | 0,025           | 0,011             |
| Сено люцерновое      | 4,94  | 0,4   | 0,7                            | 0,29         | 0,015           | 0,004             |
| Сено суданка         | 1,2   | 1,1   | 0,65                           | 0,72         | 0,025           | 0,009             |
| Солома пшеничная     | 0,2   | 0,4   | 0,65                           | 0,28         | 0,009           | 0,003             |
| Глютен               | 4,5   | 9,0   | 0,92                           | 8,26         | 0,139           | 0,195             |
| Итого                | 102,5 | 77,5  |                                | 64,76        | 2,82            | 1,15              |

Для аналитической работы, по востребованным методикам аминокислотного профиля и оказываемым услугам в лабораториях России, использовали данные интернет ресурса.

### **Результаты исследований**

На сегодняшний день, в практике зоотехнического анализа кормов выделяют несколько методов по определению аминокислотного профиля: 1. система с постколоночной дериватизацией с нингидрином на соответствие «Золотому стандарту ААА»; 2. предколоночная дериватизация аминокислот с о-фталевым альдегидом в обращенно-фазовой ВЭЖХ; 3. электрофоретический метод; 4. метод капиллярного электрофореза (Капель-105, «Люмэкс»); 5. иммуноферментный анализ (ИФА).

Анализ методов, используемых в российских лабораториях показал, что, например, в научно-испытательном центре «Черкизово» (г. Москва) проводят исследования по содержанию заменимых и незаменимых аминокислот. Используется метод системы с постколоночной дериватизацией с нингидрином на соответствие «Золотому стандарту ААА», а также предколоночной дериватизация аминокислот с о-фталевым альдегидом в обращенно-фазовой ВЭЖХ [11]. В ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ФГБУ «ВНИИЗЖ») (г. Владимир) в лаборатории химического анализа определяют аминокислотный состав кормов электрофоретическим методом. В ГБУ «Ветуправление города Новороссийска» в отделе лабораторно-диагностической деятельности определяют аминокислотный состав кормов методом ИФА (иммуноферментный метод). В лаборатории Кубанского госагроуниверситета (кафедра физиологии и кормления с.-х. животных) используется метод постколоночной дериватизации с нингидрином на соответствие «Золотому стандарту ААА». Данный метод считается

наиболее точным и востребованным в мировой практике лабораторного анализа [1, 2, 4, 6, 7, 15].

**Исследование кормовой базы хозяйства.** В ходе анализа кормовой базы на молочно-товарной ферме учхоза «Краснодарское» установили, что в структуру базовых кормов входят такие корма, как: солома пшеничная, солома ячменная, сено суданки, сено люцерновое, сенаж люцерновый, силос кукурузный. В состав комбикорма входят: жмых соевый, шрот подсолнечный, кукуруза, ячмень, глютен. Также включены дополнительные добавки в виде: защищенного жира (Мегалак), мела, соли, соды, премикса, окиси магния, ниацина, монензина, абсорбента, бентонита.

Органолептическая оценка качества объемистых и концентрированных кормов не выявила внешних вредных примесей и запахов, не соответствующих заявленным образцам. Внешний вид, структура, степень зрелости, цвет, запах соответствовали стандарту. Результаты органолептической оценки свидетельствуют о соответствии исследуемых образцов: солома пшеничная, солома ячменная, сено суданки, сено люцерновое, сенаж люцерновый, силос кукурузный, жмых соевый, шрот подсолнечный, кукуруза, ячмень, глютенк требованиям, предъявляемым ГОСТ.

Зоотехнический анализ данных кормов показал, что уровень сухого вещества в исследуемых кормах находился примерно на одинаковом уровне – 88-93%. Исключением были сенаж и силос, где концентрация сухого вещества низкая с высоким уровнем влаги 32,73% и 26,53% соответственно (таблица 2).



Таблица 2. Результаты анализа кормов на содержание влаги и сухого вещества, %

| №  | Корм              | Сухое вещество, % | Первоначальная влага, % |
|----|-------------------|-------------------|-------------------------|
| 1  | Солома пшеничная  | 92,10±0,19        | 7,90±0,19               |
| 2  | Солома яровая     | 92,28±0,18        | 7,72±0,18               |
| 3  | Сено люцерновое   | 88,97±0,28        | 11,03±0,28              |
| 4  | Сено суданки      | 93,69±0,20        | 6,31±0,20               |
| 5  | Ячмень            | 90,65±0,25        | 9,35±0,25               |
| 6  | Глютен            | 92,43±0,19        | 7,57±0,19               |
| 7  | Жмых соевый       | 91,86±0,21        | 8,14±0,21               |
| 8  | Кукуруза          | 90,06±0,27        | 9,94±0,27               |
| 9  | Шрот подсолнечный | 93,69±0,21        | 6,31±0,21               |
| 10 | Сенаж             | 32,73±0,43        | 67,27±0,43              |
| 11 | Силос             | 26,53±0,45        | 73,47±0,45              |

Высокий уровень азота отмечен в кормах: глютен – 9,5%, жмых соевый – 6,94%, сенаж люцерновый 3,24%. Соответственно и уровень белка в перечисленных кормах был выше по отношению к кормам: силос кукурузный, кукуруза, ячмень, солома пшеничная, солома ячменная, сено суданки, сено люцерновое. Также, данные по содержанию азота, белка, и сырого белка в СВ (сухого вещества) в исследуемых кормах были сопоставлены с данными справочника (см. табл. 3, 4).

Таблица 3. Содержание азота, белка, % и сырого белка г/кг СВ в исследуемых кормах

| Показатели                  | Сенаж Люцерн-й | Силос кукуруз | Кукур уза  | Ячмень     | Жмых соевый | Шрот подсолн-й | Глютен     | Солома пшеничная | Солома ячменная | Сено суданки | Сено люцерновое |
|-----------------------------|----------------|---------------|------------|------------|-------------|----------------|------------|------------------|-----------------|--------------|-----------------|
| Азот, %                     | 3,24±0,01      | 1,56±0,07     | 1,61±0,03  | 1,81±0,01  | 6,94±0,04   | 5,85±0,11      | 9,54±0,02  | 0,37±0,04        | 0,40±0,02       | 1,63±0,05    | 2,68±0,10       |
| Белок, %                    | 20,26±0,07     | 9,77±0,43     | 10,03±0,19 | 11,32±0,07 | 43,39±0,27  | 36,55±0,66     | 59,65±0,13 | 2,33±0,24        | 2,51±0,11       | 10,18±0,35   | 16,80±0,65      |
| Сырой белок, г              | 202            | 97            | 100        | 113        | 433         | 365            | 596        | 23               | 25              | 101          | 168             |
| Норма по справочным данным* | 165            | 90            | 95         | 124        | 460         | 370            | 660        | 48               | 41              | 125          | 155             |

\*рекомендуемая средняя норма указана в соответствии с данными Рядчикова В.Г., 2015

Таблица 4. Анализ образцов корма на содержание общего азота, %

| Корм              | Навеска | Количество азот, % | Протеин% | Количество протеин в среднем, % |
|-------------------|---------|--------------------|----------|---------------------------------|
| Солома пшеничная  | 1,0308  | 0,33               | 2,09     | 2,33±0,24                       |
| Солома пшеничная  | 1,0761  | 0,41               | 2,57     |                                 |
| Солома ячменная   | 1,0208  | 0,38               | 2,40     | 2,52±0,11                       |
| Солома ячменная   | 1,0649  | 0,42               | 2,63     |                                 |
| Сено люцерновое   | 1,0846  | 2,63               | 16,45    | 16,80±0,65                      |
| Сено люцерновое   | 1,025   | 2,81               | 17,54    |                                 |
| Сено люцерновое   | 1,0186  | 2,42               | 15,13    |                                 |
| Сено люцерновое   | 1,0138  | 2,89               | 18,08    |                                 |
| Сено суданки      | 1,0131  | 1,74               | 10,89    | 10,18±0,35                      |
| Сено суданки      | 1,0504  | 1,57               | 9,78     |                                 |
| Сено суданки      | 1,0168  | 1,58               | 9,87     |                                 |
| Ячмень            | 1,041   | 1,82               | 11,39    | 11,32±0,07                      |
| Ячмень            | 1,0347  | 1,80               | 11,25    |                                 |
| Глютен            | 1,0157  | 9,52               | 59,52    | 59,65±0,13                      |
| Глютен            | 0,5178  | 9,57               | 59,78    |                                 |
| Жмых соевый       | 0,5014  | 6,90               | 43,12    | 43,39±0,27                      |
| Жмых соевый       | 0,5775  | 6,99               | 43,66    |                                 |
| Кукуруза          | 1,1541  | 1,56               | 9,75     | 10,03±0,19                      |
| Кукуруза          | 1,0531  | 1,66               | 10,39    |                                 |
| Кукуруза          | 1,0868  | 1,59               | 9,96     |                                 |
| Шрот подсолнечный | 1,017   | 5,64               | 35,26    | 36,55±0,66                      |
| Шрот подсолнечный | 0,5125  | 5,99               | 37,41    |                                 |
| Шрот подсолнечный | 0,5412  | 5,92               | 36,98    |                                 |
| Сенаж             | 1,197   | 3,25               | 20,33    | 20,26±0,07                      |
| Сенаж             | 1,0146  | 3,23               | 20,19    |                                 |
| Силос             | 1,0203  | 1,47               | 9,21     | 9,77±0,43                       |
| Силос             | 1,0121  | 1,70               | 10,62    |                                 |
| Силос             | 1,0274  | 1,52               | 9,48     |                                 |

Наиболее высокий уровень азота содержится в глютене, соевом шроте, 59,65% и 43,39% соответственно. В подсолнечном шроте на 16% ниже от показателей соевого жмыха. Среди грубых кормов наиболее высокое содержание азота отмечено в люцерновом сене 16,8%, среди объемистых – сенаж, содержание азота на уровне 20,26%.

Аминокислотный анализ кормов показал, что содержание незаменимых и заменимых аминокислот различно (таблица 5, 5.1, 6, 6.1,7).

Таблица 5. Содержание незаменимых и заменимых аминокислот в кормах, г/100 г на сухое вещество

| Аминокислоты, %        | Солома пшеничная |       |                     | Солома ячменная |       |                     |
|------------------------|------------------|-------|---------------------|-----------------|-------|---------------------|
|                        | 1                | 2     | Средняя             | 1               | 2     | Средняя             |
| <b>НАК</b>             |                  |       |                     |                 |       |                     |
| Лизин                  | 0,073            | 0,066 | <b>0,069±0,0035</b> | 0,053           | 0,054 | <b>0,054±0,0005</b> |
| Метионин               | 0,013            | 0,011 | <b>0,012±0,0014</b> | 0,011           | 0,013 | <b>0,012±0,0010</b> |
| Гистидин               | 0,033            | 0,032 | <b>0,033±0,0005</b> | 0,020           | 0,019 | <b>0,020±0,0005</b> |
| Треонин                | 0,081            | 0,082 | <b>0,081±0,0005</b> | 0,058           | 0,059 | <b>0,059±0,0005</b> |
| Аргинин                | 0,069            | 0,068 | <b>0,068±0,0005</b> | 0,049           | 0,056 | <b>0,053±0,0049</b> |
| Фенилаланин            | 0,055            | 0,056 | <b>0,056±0,0005</b> | 0,045           | 0,046 | <b>0,045±0,0005</b> |
| Лейцин                 | 0,097            | 0,096 | <b>0,097±0,0005</b> | 0,072           | 0,073 | <b>0,072±0,0005</b> |
| Изолейцин              | 0,053            | 0,054 | <b>0,053±0,0005</b> | 0,025           | 0,025 | <b>0,025±0,0000</b> |
| Валин                  | 0,058            | 0,062 | <b>0,060±0,0020</b> | 0,042           | 0,042 | <b>0,042±0,0000</b> |
| <b>ЗАК</b>             |                  |       |                     |                 |       |                     |
| Аспарагиновая к-та     | 0,178            | 0,186 | <b>0,182±0,0040</b> | 0,125           | 0,129 | <b>0,127±0,0020</b> |
| Серин                  | 0,146            | 0,145 | <b>0,145±0,0005</b> | 0,074           | 0,071 | <b>0,072±0,0015</b> |
| Глутаминовая к-та      | 0,173            | 0,168 | <b>0,170±0,0025</b> | 0,124           | 0,130 | <b>0,127±0,0030</b> |
| Пролин                 | 0,122            | 0,128 | <b>0,125±0,0030</b> | 0,085           | 0,091 | <b>0,088±0,0030</b> |
| Глицин                 | 0,113            | 0,112 | <b>0,113±0,0005</b> | 0,075           | 0,074 | <b>0,075±0,0005</b> |
| Аланин                 | 0,126            | 0,124 | <b>0,125±0,0014</b> | 0,087           | 0,087 | <b>0,087±0,0000</b> |
| Цистин                 | 0,073            | 0,070 | <b>0,072±0,0021</b> | 0,080           | 0,082 | <b>0,081±0,0010</b> |
| Тирозин                | 0,040            | 0,044 | <b>0,042±0,0028</b> | 0,030           | 0,033 | <b>0,031±0,0015</b> |
| <b>Сумма НАК + ЗАК</b> | 1,503            | 1,504 | <b>1,503±0,0005</b> | 1,055           | 1,084 | <b>1,07±0,0145</b>  |

\*НАК - незаменимые аминокислоты, ЗАК- заменимые аминокислоты

Таблица 5.1 Содержание незаменимых и заменимых аминокислот в кормах, г/100 г на сухое вещество

| Аминокислоты, %        | Сено суданки |       |                    | Сено люцерновое |        |                     |
|------------------------|--------------|-------|--------------------|-----------------|--------|---------------------|
|                        | 1            | 2     | Средняя            | 1               | 2      | Средняя             |
| <b>НАК</b>             |              |       |                    |                 |        |                     |
| Лизин                  | 0,359        | 0,339 | <b>0,349±0,010</b> | 0,650           | 0,615  | <b>0,632±0,017</b>  |
| Метионин               | 0,056        | 0,062 | <b>0,059±0,003</b> | 0,094           | 0,085  | <b>0,090±0,004</b>  |
| Гистидин               | 0,125        | 0,113 | <b>0,119±0,006</b> | 0,259           | 0,238  | <b>0,248±0,010</b>  |
| Треонин                | 0,331        | 0,341 | <b>0,336±0,005</b> | 0,585           | 0,539  | <b>0,562±0,023</b>  |
| Аргинин                | 0,393        | 0,350 | <b>0,372±0,021</b> | 0,613           | 0,586  | <b>0,600±0,013</b>  |
| Фенилаланин            | 0,356        | 0,333 | <b>0,344±0,011</b> | 0,567           | 0,542  | <b>0,555±0,012</b>  |
| Лейцин                 | 0,609        | 0,560 | <b>0,585±0,024</b> | 0,859           | 0,926  | <b>0,892±0,033</b>  |
| Изолейцин              | 0,208        | 0,192 | <b>0,200±0,008</b> | 0,522           | 0,507  | <b>0,515±0,007</b>  |
| Валин                  | 0,304        | 0,293 | <b>0,298±0,005</b> | 0,504           | 0,485  | <b>0,495±0,009</b>  |
| <b>ЗАК</b>             |              |       |                    |                 |        |                     |
| Аспарагиновая к-та     | 1,105        | 1,041 | <b>1,073±0,032</b> | 1,816           | 1,711  | <b>1,764±0,052</b>  |
| Серин                  | 0,420        | 0,390 | <b>0,405±0,015</b> | 0,715           | 0,697  | <b>0,706±0,009</b>  |
| Глутаминовая к-та      | 0,784        | 0,728 | <b>0,756±0,028</b> | 1,226           | 1,169  | <b>1,197±0,028</b>  |
| Пролин                 | 0,641        | 0,632 | <b>0,636±0,005</b> | 1,004           | 1,046  | <b>1,025±0,021</b>  |
| Глицин                 | 0,435        | 0,389 | <b>0,412±0,023</b> | 0,689           | 0,666  | <b>0,678±0,011</b>  |
| Аланин                 | 0,508        | 0,519 | <b>0,514±0,005</b> | 0,841           | 0,822  | <b>0,832±0,009</b>  |
| Цистин                 | 0,091        | 0,075 | <b>0,083±0,008</b> | 0,186           | 0,161  | <b>0,174±0,012</b>  |
| Тирозин                | 0,246        | 0,215 | <b>0,230±0,015</b> | 0,422           | 0,394  | <b>0,408±0,014</b>  |
| <b>Сумма НАК + ЗАК</b> | 6,971        | 6,572 | <b>6,771±0,199</b> | 11,552          | 11,189 | <b>11,373±0,181</b> |

\*НАК - незаменимые аминокислоты, ЗАК- заменимые аминокислоты

Так, уровень заменимых и незаменимых аминокислот в составе грубых кормах, отличался. По сумме заменимых и незаменимых аминокислот более высокая концентрация была отмечена в сене люцерны и суданке.

Таблица 6. Содержание незаменимых и заменимых аминокислот в кормах, г/100 г сухого вещества

| Аминокислоты, %        | Жмых соевый   |               |                     | Шрот подсолнечный |               |                     |
|------------------------|---------------|---------------|---------------------|-------------------|---------------|---------------------|
|                        | 1             | 2             | Средняя             | 1                 | 2             | Средняя             |
| <b>НАК</b>             |               |               |                     |                   |               |                     |
| Лизин                  | 2,059         | 2,098         | <b>2,078±0,019</b>  | 0,993             | 0,992         | <b>0,992±0,001</b>  |
| Метионин               | 0,144         | 0,214         | <b>0,179±0,035</b>  | 0,253             | 0,284         | <b>0,268±0,015</b>  |
| Гистидин               | 0,933         | 1,148         | <b>1,041±0,107</b>  | 0,686             | 0,672         | <b>0,679±0,007</b>  |
| Треонин                | 1,359         | 0,927         | <b>1,143±0,193</b>  | 1,107             | 1,069         | <b>1,088±0,019</b>  |
| Аргинин                | 2,570         | 2,454         | <b>2,512±0,078</b>  | 2,295             | 2,296         | <b>2,295±0,001</b>  |
| Фенилаланин            | 1,685         | 1,680         | <b>1,682±0,002</b>  | 1,257             | 1,249         | <b>1,253±0,004</b>  |
| Лейцин                 | 2,637         | 2,510         | <b>2,573±0,063</b>  | 1,822             | 1,852         | <b>1,837±0,015</b>  |
| Изолейцин              | 0,979         | 1,005         | <b>0,992±0,013</b>  | 0,738             | 0,740         | <b>0,739±0,001</b>  |
| Валин                  | 1,038         | 1,044         | <b>1,041±0,003</b>  | 0,912             | 0,913         | <b>0,912±0,001</b>  |
| <b>ЗАК</b>             |               |               |                     |                   |               |                     |
| Аспарагиновая к-та     | 4,748         | 4,776         | <b>4,762±0,014</b>  | 3,154             | 3,150         | <b>3,152±0,002</b>  |
| Серин                  | 2,095         | 2,477         | <b>2,286±0,191</b>  | 1,680             | 1,525         | <b>1,602±0,077</b>  |
| Глутаминовая к-та      | 6,236         | 6,151         | <b>6,193±0,042</b>  | 5,527             | 5,556         | <b>5,542±0,014</b>  |
| Пролин                 | 2,144         | 2,153         | <b>2,149±0,004</b>  | 1,520             | 1,522         | <b>1,521±0,001</b>  |
| Глицин                 | 1,680         | 1,852         | <b>1,766±0,086</b>  | 2,026             | 1,971         | <b>1,999±0,027</b>  |
| Аланин                 | 1,743         | 1,839         | <b>1,791±0,048</b>  | 1,487             | 1,455         | <b>1,471±0,016</b>  |
| Цистин                 | 0,439         | 0,430         | <b>0,434±0,004</b>  | 0,418             | 0,371         | <b>0,395±0,023</b>  |
| Тирозин                | 1,199         | 1,228         | <b>1,213±0,014</b>  | 0,732             | 0,725         | <b>0,728±0,003</b>  |
| <b>Сумма НАК + ЗАК</b> | <b>33,688</b> | <b>33,986</b> | <b>33,835±0,149</b> | <b>26,607</b>     | <b>26,342</b> | <b>26,473±0,005</b> |

\*НАК - незаменимые аминокислоты, ЗАК- заменимые аминокислоты

Среди концентрированных кормов сумма заменимых и незаменимых аминокислот более высокая в соевом жмыхе. Доля незаменимого лизина на 109% выше от показателей подсолнечного шрота, а вот уровень метиона был отличен, концентрация последнего была ниже от показателей шрота подсолнечного на 33%.

Таблица 6.1 Содержание незаменимых и заменимых аминокислот в кормах, г/100 г сухого вещества

| Аминокислоты, %        | Кукуруза     |              |                    | Ячмень       |              |                    |
|------------------------|--------------|--------------|--------------------|--------------|--------------|--------------------|
|                        | 1            | 2            | Средняя            | 1            | 2            | Средняя            |
| <b>НАК</b>             |              |              |                    |              |              |                    |
| Лизин                  | 0,226        | 0,235        | <b>0,230±0,004</b> | 0,313        | 0,321        | <b>0,317±0,004</b> |
| Метионин               | 0,045        | 0,050        | <b>0,048±0,025</b> | 0,054        | 0,062        | <b>0,058±0,004</b> |
| Гистидин               | 0,217        | 0,217        | <b>0,217±0,000</b> | 0,182        | 0,205        | <b>0,193±0,011</b> |
| Треонин                | 0,313        | 0,314        | <b>0,313±0,001</b> | 0,165        | 0,323        | <b>0,244±0,079</b> |
| Аргинин                | 0,376        | 0,387        | <b>0,381±0,005</b> | 0,445        | 0,445        | <b>0,445±0,000</b> |
| Фенилаланин            | 0,415        | 0,400        | <b>0,408±0,007</b> | 0,564        | 0,453        | <b>0,509±0,055</b> |
| Лейцин                 | 1,092        | 1,025        | <b>1,059±0,033</b> | 0,614        | 0,615        | <b>0,614±0,001</b> |
| Изолейцин              | 0,179        | 0,167        | <b>0,173±0,006</b> | 0,211        | 0,203        | <b>0,207±0,004</b> |
| Валин                  | 0,252        | 0,249        | <b>0,251±0,001</b> | 0,288        | 0,300        | <b>0,294±0,006</b> |
| <b>ЗАК</b>             |              |              |                    |              |              |                    |
| Аспарагиновая к-та     | 0,654        | 0,647        | <b>0,650±0,003</b> | 0,643        | 0,652        | <b>0,648±0,004</b> |
| Серин                  | 0,519        | 0,528        | <b>0,524±0,004</b> | 0,459        | 0,469        | <b>0,464±0,005</b> |
| Глутаминовая к-та      | 1,565        | 1,501        | <b>1,533±0,032</b> | 2,027        | 2,127        | <b>2,077±0,050</b> |
| Пролин                 | 0,652        | 0,827        | <b>0,739±0,087</b> | 1,065        | 1,135        | <b>1,100±0,035</b> |
| Глицин                 | 0,355        | 0,365        | <b>0,360±0,005</b> | 0,433        | 0,440        | <b>0,436±0,003</b> |
| Аланин                 | 0,735        | 0,709        | <b>0,722±0,013</b> | 0,431        | 0,434        | <b>0,433±0,001</b> |
| Цистин                 | 0,151        | 0,146        | <b>0,148±0,002</b> | 0,155        | 0,145        | <b>0,150±0,005</b> |
| Тирозин                | 0,352        | 0,345        | <b>0,349±0,003</b> | 0,268        | 0,170        | <b>0,219±0,049</b> |
| <b>Сумма НАК + ЗАК</b> | <b>8,098</b> | <b>8,112</b> | <b>8,105±0,007</b> | <b>8,317</b> | <b>8,499</b> | <b>8,408±0,091</b> |

\*НАК - незаменимые аминокислоты, ЗАК- заменимые аминокислоты

При сравнении углеводистых концентратов (кукуруза и ячмень), на показатели аминокислотного профиля установили, ячмень более концентрирован по уровню незаменимых аминокислот (лизина и метионина).

Аминокислотный профиль глютена по сумме заменимых и незаменимых аминокислот оказался наиболее высоким среди всех кормов используемых в питании коров. Сумма НАК+ЗАК составила 53,31%, на 57,6% выше от наиболее высоких показателей соевого жмыха. Показатели силоса и сенажа также отличались высокой аминокислотной питательностью, однако по сумме незаменимых и заменимых аминокислот и концентрации лимитирующих лизина и метионина, показатели сенажа преобладали (см. табл. 7).



Таблица 7. Содержание незаменимых и заменимых аминокислот в кормах, г/100 г сухого вещества

| Аминокислоты,<br>%     | Глютен |        |                     | Сенаж люцерны |       |                    | Силос |       |                    |
|------------------------|--------|--------|---------------------|---------------|-------|--------------------|-------|-------|--------------------|
|                        | 1      | 2      | Средняя             | 1             | 2     | Средняя            | 1     | 2     | Средняя            |
| <b>НАК</b>             |        |        |                     |               |       |                    |       |       |                    |
| Лизин                  | 0,829  | 0,855  | <b>0,842±0,013</b>  | 0,287         | 0,271 | <b>0,279±0,008</b> | 0,179 | 0,186 | <b>0,183±0,003</b> |
| Метионин               | 0,541  | 0,563  | <b>0,552±0,011</b>  | 0,089         | 0,071 | <b>0,080±0,009</b> | 0,054 | 0,056 | <b>0,055±0,001</b> |
| Гистидин               | 0,900  | 0,930  | <b>0,915±0,015</b>  | 0,207         | 0,185 | <b>0,196±0,011</b> | 0,083 | 0,090 | <b>0,087±0,003</b> |
| Треонин                | 1,573  | 1,671  | <b>1,622±0,049</b>  | 0,169         | 0,300 | <b>0,235±0,065</b> | 0,224 | 0,241 | <b>0,233±0,008</b> |
| Аргинин                | 1,402  | 1,461  | <b>1,432±0,029</b>  | 0,158         | 0,152 | <b>0,155±0,003</b> | 0,123 | 0,133 | <b>0,128±0,005</b> |
| Фенилаланин            | 3,193  | 3,212  | <b>3,203±0,059</b>  | 0,432         | 0,401 | <b>0,416±0,015</b> | 0,214 | 0,228 | <b>0,221±0,007</b> |
| Лейцин                 | 8,419  | 8,614  | <b>8,516±0,097</b>  | 1,032         | 0,975 | <b>1,004±0,028</b> | 0,417 | 0,462 | <b>0,440±0,022</b> |
| Изолейцин              | 1,197  | 1,226  | <b>1,211±0,014</b>  | 0,611         | 0,578 | <b>0,594±0,016</b> | 0,165 | 0,172 | <b>0,168±0,003</b> |
| Валин                  | 1,549  | 1,583  | <b>1,566±0,017</b>  | 0,855         | 0,820 | <b>0,837±0,017</b> | 0,255 | 0,267 | <b>0,261±0,006</b> |
| <b>ЗАК</b>             |        |        |                     |               |       |                    |       |       |                    |
| Аспарагиновая к-та     | 3,603  | 3,676  | <b>3,639±0,036</b>  | 0,430         | 0,515 | <b>0,473±0,042</b> | 0,569 | 0,597 | <b>0,583±0,014</b> |
| Серин                  | 3,160  | 3,259  | <b>3,210±0,049</b>  | 0,205         | 0,286 | <b>0,245±0,041</b> | 0,252 | 0,296 | <b>0,274±0,022</b> |
| Глутаминовая к-та      | 10,523 | 11,005 | <b>10,764±0,241</b> | 0,544         | 0,543 | <b>0,544±0,001</b> | 0,725 | 0,771 | <b>0,748±0,023</b> |
| Пролин                 | 5,750  | 5,948  | <b>5,849±0,099</b>  | 0,983         | 0,875 | <b>0,929±0,054</b> | 0,403 | 0,459 | <b>0,431±0,028</b> |
| Глицин                 | 1,560  | 1,601  | <b>1,581±0,021</b>  | 0,686         | 0,648 | <b>0,667±0,019</b> | 0,286 | 0,317 | <b>0,301±0,015</b> |
| Аланин                 | 5,007  | 5,103  | <b>5,055±0,048</b>  | 2,196         | 2,037 | <b>2,117±0,079</b> | 0,627 | 0,661 | <b>0,644±0,017</b> |
| <b>Цистин</b>          | 0,641  | 0,606  | <b>0,623±0,017</b>  | 0,122         | 0,124 | <b>0,123±0,001</b> | 0,093 | 0,119 | <b>0,106±0,013</b> |
| Тирозин                | 2,695  | 2,767  | <b>2,731±0,036</b>  | 0,265         | 0,221 | <b>0,243±0,022</b> | 0,172 | 0,189 | <b>0,180±0,008</b> |
| <b>Сумма НАК + ЗАК</b> | 52,541 | 54,080 | <b>53,311±0,769</b> | 9,271         | 9,002 | <b>9,137±0,134</b> | 4,841 | 5,245 | <b>5,043±0,202</b> |

\*НАК - незаменимые аминокислоты, ЗАК- заменимые аминокислоты

Из данных таблиц видно, что по уровню незаменимых аминокислот, такие корма, как глютен, жмых соевый, ячмень и сено люцерны, отличаются наибольшей концентрацией аминокислот.

Питательность производственного рациона для лактирующих коров была просчитана на 1 кг сухого вещества рациона (таблица 8), где была произведена оценка и расчет сырого белка, нераспадаемого и распадаемого в рубце белка, незаменимых аминокислот в кормах с учетом каждого компонента и общего количества веществ в рационе. Таким образом, произведена аминокислотная оценка питательности рациона, используемого для лактирующих коров.

Таблица 8. Аминокислотная и белковая питательность производственного рациона

| Компоненты          | в 1 кг СВ | СБ, г | НРБ, г | РРБ, г | Лизин | Метионин | Гистидин | Треонин | Аргинин | Фенилаланин | Лейцин | Изолейцин | Валин |
|---------------------|-----------|-------|--------|--------|-------|----------|----------|---------|---------|-------------|--------|-----------|-------|
| Силос кук.Тр2-2018  | 0,214     | 20,7  | 8,3    | 12,4   | 0,4   | 0,7      | 0,2      | 0,5     | 0,3     | 0,5         | 0,9    | 0,4       | 0,6   |
| Сенаж1укос3тр2018   | 0,181     | 36,6  | 15,4   | 21,2   | 0,5   | 0,5      | 0,4      | 0,4     | 0,3     | 0,8         | 1,8    | 1,1       | 1,5   |
| Кукуруза            | 0,236     | 23,6  | 8,2    | 15,3   | 0,5   | 0,4      | 0,5      | 0,7     | 0,9     | 1,0         | 2,5    | 0,4       | 0,6   |
| Вода                |           |       |        |        |       |          |          |         |         |             |        |           |       |
| Белков (соев. жмых) | 0,095     | 41,3  | 29,6   | 11,6   | 2,0   | 0,5      | 1,0      | 1,1     | 2,4     | 1,6         | 2,5    | 0,9       | 1,0   |
| Шрот подсол.        | 0,088     | 32,0  | 4,1    | 27,8   | 0,9   | 0,5      | 0,6      | 1,0     | 2,0     | 1,1         | 1,6    | 0,6       | 0,8   |
| Ячмень              | 0,037     | 4,1   | 0,8    | 3,3    | 0,1   | 0,06     | 0,1      | 0,1     | 0,2     | 0,2         | 0,2    | 0,1       | 0,1   |
| Сено люц1укос18     | 0,032     | 5,4   | 0,4    | 4,9    | 0,2   | 0,1      | 0,1      | 0,2     | 0,2     | 0,2         | 0,3    | 0,2       | 0,2   |
| Сено суданка        | 0,023     | 2,3   | 1,1    | 1,2    | 0,1   | 0,07     | 0,03     | 0,1     | 0,1     | 0,1         | 0,1    | 0,05      | 0,1   |
| Глютенб1%           | 0,023     | 13,4  | 9,0    | 4,5    | 0,2   | 0,3      | 0,2      | 0,4     | 0,3     | 0,7         | 1,9    | 0,3       | 0,4   |
| Солома пш           | 0,028     | 0,6   | 0,4    | 0,2    | 0,019 | 0,037    | 0,009    | 0,023   | 0,019   | 0,015       | 0,027  | 0,015     | 0,017 |
| Итого               | 1,000     | 180,0 | 77,46  | 102,59 | 4,9   | 3,2      | 3,0      | 4,4     | 6,6     | 6,1         | 11,9   | 4,0       | 5,2   |
| Сумма АК, г/кг СВ   |           |       |        |        | 50,8  |          |          |         |         |             |        |           |       |

Для оценки соответствия рациона с нормами потребностями лактирующих коров, рассчитали потребность лактирующих коров в обменных незаменимых аминокислотах и прогнозировании сбалансированности обменному белку и количеству усвояемых лизина и метионина.

**Расчет потребности лактирующих коров в обменных незаменимых аминокислотах и прогнозирование сбалансированности обменному белку и количеству усвояемых лизина и метионина.** Для того чтобы понять, сбалансирован рацион по аминокислотам и белку, нами был сделан расчет потребности лактирующих коров в обменных незаменимых аминокислотах и прогнозирование сбалансированности обменному белку и количеству усвояемых лизина и метионина факториальным методом. Ход действий и методика расчета приведена ниже.

Образование микробного сырого белка (МСБ) и обменного белка (ОБ) в 1 кг потребленного сухого вещества рассчитывали при содержании в нем 95% органического вещества и 75% коэффициентов переваримости:

1. Сумма переваримых органических питательных веществ в 1 кг СВ:

$$\text{СППВ} = 0,95 \times 0,75 = 0,713 \text{ кг}$$

2. МСБ =  $130 \times 0,713 \times 0,92 = 85,3 \text{ г}$

3. ОБ =  $85,3 \times 0,64 = 54,6 \text{ г}$

Расчет образования МСБ и ОБ на основе распадаемого в рубце белка (РРБ): ОБ =  $100,24 \times 0,49 = 49,1$

Цифры образования ОБ по потребленному сухому веществу и РРБ близкие, в среднем: ОБ =  $(54,6 + 49,1) / 2 = 51,8$

Используя данные по содержанию аминокислот в микробном белке, рассчитали содержание истинно всосавшихся лизина и метионина из обменного белка микробного происхождения.

Количество истинно переваримого НРБ, в 1 кг СВ рациона, равняется 64,76г, суммарное количество обменных лизина - 2,82г, метионина - 1,15г соответственно (см. таблица из материалы и методы номер укажи). С учетом обменных лизина и метионина микробного белка, общее количество этих аминокислот при потреблении коровой одного кг сухого вещества составило для лизина:  $4,18+2,82=7,0$  г; метионина:  $1,30+1,15=2,45$  г. При потреблении коровой в день 20,1 кг сухого вещества, в тонком кишечнике всосалось лизина:  $7,0 \times 20,1=140$ г; метионина  $2,45 \times 20,1=49,2$  г.

При определении потребности на поддержание и продукцию молока, использовали соответственно данные аминокислотного состава суммарного белка тела крупного рогатого скота и белка молока.

Расчет потребности в усвояемом лизине (УЛ):

$$УЛ_{\text{нд}}(\text{г}) = (926 \times 0,67 \times 8 \times 0,01) / 0,83 = 59,7$$

$$УЛ_{\text{л}}(\text{г}) = (1764 \times 0,67 \times 7,8 \times 0,01) / 0,83 = 111,06$$

$$УЛ_{\text{общ}}(\text{г}) = 59,7 + 111,06 = 170,6$$

Баланс лизина(г) =  $140 - 170,6 = - 30\text{г}$  – дефицит лизина.

Потребность в усвояемом метионине (УМ):

$$УМ_{\text{нд}}(\text{г}) = (926 \times 0,67 \times 2,5 \times 0,01) / 0,83 = 18,68$$

$$УМ_{\text{л}}(\text{г}) = (1764 \times 0,67 \times 2,7 \times 0,01) / 0,83 = 38,4$$

$$УМ_{\text{общ}}(\text{г}) = 18,22 + 38,8 = 57,1$$

Баланс метионина (г) =  $49,2 - 57 = - 8\text{г}$  – дефицит метионина

Рассчитав потребность обменного белка на поддержание (926г) и лактацию (1764г), установили, что баланс лизина равен минус 30г, т.е. потребность в усвояемом лизине не удовлетворена. Недостаток метионина составил минус 8г.

Таким образом, из представленных выше расчетов можно заключить, что питательность производственного рациона, используемого в хозяйстве,

не покрывает потребность лактирующих коров в лизине и метионине. Рацион не сбалансирован по лимитирующим аминокислотам.

### **Выводы**

1. У коров незаменимые аминокислоты синтезируются в процессе пищеварения микрофлоры рубца, но для животных, отселекционированных на высокий удой молока этого количества недостаточно, поэтому анализ кормовой базы и рациона, используемого в кормлении коров, позволяет понять обеспеченность коров белком и незаменимыми аминокислотами.

2. Аминокислотная питательность в рационе контролируется по показателям: сырого белка, нераспадаемого и распадаемого в рубце белка, обменного белка, незаменимы аминокислот (в частности, лизина и метионина). При расчете рациона и оценке аминокислотной питательности важно сопоставлять исходные данными рациона с показателями нормами потребностями лактирующих коров. Результаты наших исследований показали, что базовый рацион хозяйства не покрывает потребность лактирующих коров в незаменимых аминокислотах. Баланс лизина составил минус 30г, метионина минус 8г. Количество лизина недостающего в 1 кг СВ рациона равно 1,5г или 30г в сутки. Недостаток метионина в 1 кг СВ = 0,4г или 8г в сутки, соответственно.

3. Определение аминокислотного профиля кормов является трудоемким и дорогостоящим процессом. В среднем цена за исследуемый образец составляет 1020 рублей.

4. Аминокислотный анализ кормовой базы хозяйства, позволяет более точно оценить обеспеченность коров незаменимыми аминокислотами, что дает возможность для руководителей молочно-товарных хозяйств, принимать адекватные решения по включению в рацион дополнительных добавок защищенных аминокислот.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аминокислотный анализ. Электронный ресурс: [www.eurasiancommission.org](http://www.eurasiancommission.org)
2. ВЭЖХ и масс-спектрометрия Раздел 1 ВЭЖХ ООО Спектроника. Электронный ресурс: <https://present5.com/vezhx-i-mass-spektrometriya-razdel-1-vezhx-ooo-spektronika/>
3. ГОСТ ISO 6497-2014 Корма. Отбор проб. – Введ. 2017.07.01
4. Лаборатории по определению аминокислотного анализа. Электронный ресурс: <http://cherkizovolab.ru/labs/food/>
5. Лаборатория химического анализа. Электронный ресурс: <http://www.arriah.ru/main>
6. Определение протеиногенных аминокислот методом капиллярного электрофореза. Электронный ресурс: <http://docs.cntd.ru/document/1200105562>
7. Определение свободных аминокислот методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Электронный ресурс: <http://docs.cntd.ru/document/1200158014>
8. Роль аминокислот в кормлении животных. Электронный ресурс: <https://agroinfo.kz/rol-aminokislot-v-kormlenii-zhivotnyx/>
9. Роль протеина в рационе КРС. Электронный ресурс: <https://agromatik.ru/press/info-spec/rol-proteina-v-racione-krs.html>
10. Рядчиков В.Г. Нормы и рационы для молочного скота, гл. 18, с. 277-297. В кн.: «Основы питания и кормления сельскохозяйственных животных», изд-во Лань, Санкт-Петербург. – 2015, 632 с.
11. Рядчиков В. Г. Шляхова О.Г., Тантави А.А., Филева Н.С. Потребность лактирующих коров в незаменимых аминокислотах / В. Г. Рядчиков, О. Г. Шляхова, А.А. Тантави, Н.С. Филева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар, 2019. №148(04). С. 1-39 Электронный ресурс: <http://ej.kubagro.ru/2019/04/pdf/33.pdf>
12. Рядчиков В. Г. Аминокислотный обмен у коров в переходный период при балансировании рационов по обменному белку и усвояемым аминокислотам / В. Г. Рядчиков, О. Г. Шляхова // Научный журнал КубГАУ – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №02 (096). С. 237 – 268. Электронный ресурс: <http://ej.kubagro.ru/2014/02/pdf/19.pdf>
13. Рядчиков В. Г. Шляхова О.Г., Тантави А.А., Филева Н.С. Изучение влияния защищенных от распада в рубце лизина и метионина, на показатели молочной продуктивности и здоровья высокопродуктивных коров / В. Г. Рядчиков, О. Г. Шляхова, А.А. Тантави, Н.С. Филева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар, 2020. №155(01). С. 1-26 Электронный ресурс: <http://ej.kubagro.ru/2020/01/pdf/16.pdf>
14. Шляхова О.Г. Продуктивность, здоровье, обмен аминокислот у коров при балансировании рационов по обменному белку и усвояемым аминокислотам в переходный период и пик лактации. Автореф. дис. ... канд. биол. наук / О. Г. Шляхова // Боровск, 2013. – 23 с.
15. Электрофоретические методы исследования. Электронный ресурс: <https://megaobuchalka.ru/9/33777.html>
16. Arriola Apelo S. I., Bell A. L., Estes K., Ropelewski J., M. J. de Veth, and M. D. Hanigan. Effects of reduced dietary protein and supplemental rumenprotected essential amino acids on the nitrogen efficiency of dairy cows / S. I. Arriola Apelo, A. L. Bell, K. Estes, J. Ropelewski, M. J. de Veth, and M. D. Hanigan // Journal Dairy Science.– 2014; 97:5688-5699.
17. Amino Cow version 3.5.2 Evonik AC Industries, Hanau, Германия.

18. Institut National de la Recherche Agronomique (INRA). INRA feeding system for ruminants. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands, 2018. 640 pp.
19. NorFor 2011. The Nordic feed evaluation system. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands ([www.norfor.info](http://www.norfor.info)).<https://doi.org/10.3920/978-90-8686-718-9>
20. Tamminga S, Brandsma GG, Dijkstra J, Van Duinkerken G, Van Vuuren AM and Blok MC. 2007. Protein evaluation for ruminants: the DVE/OEB system. CVB Documentation report nr. 53, 2007. Centraal Veevoederbureau, Lelystad, The Netherlands. <http://edepot.wur.nl/336208> 10.1017/S0021859610000912
21. Van Amburgh ME, Collao-Saenz EA, Higgs RJ, Ross DA, Recktenwald EB, Raffrenato E, Chase LE, Overton TR, Mills JK and Foskolos. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System: updates to the model and evaluation of version 6.5. Journal of Dairy Science 98, 2015, 6361–6380. DOI: 10.3168/jds.2015-9378.

## References

1. Aminokislотно́й анализ. Jelektronnyj resurs: [www.eurasiancommission.org](http://www.eurasiancommission.org)
2. VJeZhH i mass-spektrometrija Razdel 1 VJeZhH OOO Spektronika. Jelektronnyj resurs: <https://present5.com/vezhx-i-mass-spektrometriya-razdel-1-vezhx-ooo-spektronika/>
3. GOST ISO 6497-2014 Korma. Otbor prob. – Vved. 2017.07.01
4. Laboratorii po opredeleniju aminokislотно́го анализа. Jelektronnyj resurs: <http://cherkizovolab.ru/labs/food/>
5. Laboratorija himicheskogo analiza. Jelektronnyj resurs: <http://www.arriah.ru/main>
6. Opredelenie proteinogennyh aminokislотно́ metodom kapilljarnogo jelektroforeza. Jelektronnyj resurs: <http://docs.cntd.ru/document/1200105562>
7. Opredelenie svobodnyh aminokislотно́ metodom vysokojeffektivnoj zhidkostnoj hromatografii. Jelektronnyj resurs: <http://docs.cntd.ru/document/1200158014>
8. Rol' aminokislотно́ v kormlenii zhivotnyh. Jelektronnyj resurs: <https://agroinfo.kz/rol-aminokislотно́-v-kormlenii-zhivotnyx/>
9. Rol' proteina v racione KRS. Jelektronnyj resurs: <https://agro-matik.ru/press/info-spec/rol-proteina-v-racione-krs.html>
10. Rjadchikov V.G. Normy i raciony dlja molochного skota, gl. 18, s. 277-297. V kn.: «Osnovy pitaniya i kormleniya sel'skhozjajstvennyh zhivotnyh», izd-vo Lan', Sankt-Peterburg. – 2015, 632 s.
11. Rjadchikov V. G. Shljahova O.G., Tantavi A.A., Fileva N.S. Potrebnost' laktirujushhих korov v nezamenimyh aminokislотно́h / V. G. Rjadchikov, O. G. Shljahova, A.A. Tantavi, N.S. Fileva // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Krasnodar, 2019. №148(04). S. 1-39 Jelektronnyj resurs: <http://ej.kubagro.ru/2019/04/pdf/33.pdf>
12. Rjadchikov V. G. Aminokislотно́й obmen u korov v perehodnyj period pri balansirovanii racionov po obmennomu belku i usvojaemym aminokislотно́h / V. G. Rjadchikov, O. G. Shljahova // Nauchnyj zhurnal KubGAU – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №02 (096). S. 237 – 268. Jelektronnyj resurs: <http://ej.kubagro.ru/2014/02/pdf/19.pdf>
13. Rjadchikov V. G. Shljahova O.G., Tantavi A.A., Fileva N.S. Izuchenie vlijaniya zashhishhennyh ot raspada v rubce lizina i metionina, na pokazateli molochной produktivnosti i zdorov'ja vysokoproduktivnyh korov / V. G. Rjadchikov, O. G. Shljahova, A.A. Tantavi, N.S. Fileva // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Krasnodar, 2020. №155(01). S. 1-26 Jelektronnyj resurs: <http://ej.kubagro.ru/2020/01/pdf/16.pdf>

14. Shljahova O.G. Produktivnost', zdorov'e, obmen aminokislot u korov pri balansirovanii racionov po obmennomu belku i usvojaemym aminokislotam v perehodnyj period i pik laktacii. Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk / O. G. Shljahova // Borovsk, 2013. – 23 s.
15. Jelektroforeticheskie metody issledovanija. Jelektronnyj resurs: <https://megaobuchalka.ru/9/33777.html>
16. Arriola Apelo S. I., Bell A. L., Estes K., Ropelewski J., M. J. de Veth, and M. D. Hanigan. Effects of reduced dietary protein and supplemental rumenprotected essential amino acids on the nitrogen efficiency of dairy cows / S. I. Arriola Apelo, A. L. Bell, K. Estes, J. Ropelewski, M. J. de Veth, and M. D. Hanigan // Journal Dairy Science.– 2014; 97:5688-5699.
17. Amino Cow version 3.5.2 Evonik AC Industries, Hanau, Germanija.
18. Institut National de la Recherche Agronomique (INRA). INRA feeding system for ruminants. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands, 2018. 640 pp.
19. NorFor 2011. The Nordic feed evaluation system. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands ([www.norfor.info](http://www.norfor.info)).<https://doi.org/10.3920/978-90-8686-718-9>
20. Tamminga S, Brandsma GG, Dijkstra J, Van Duinkerken G, Van Vuuren AM and Blok MC. 2007. Protein evaluation for ruminants: the DVE/OEB system. CVB Documentation report nr. 53, 2007. Centraal Veevoederbureau, Lelystad, The Netherlands. <http://edepot.wur.nl/336208> 10.1017/S0021859610000912
21. Van Amburgh ME, Collao-Saenz EA, Higgs RJ, Ross DA, Recktenwald EB, Raffrenato E, Chase LE, Overton TR, Mills JK and Foskolos. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System: updates to the model and evaluation of version 6.5. Journal of Dairy Science 98, 2015, 6361–6380.DOI: 10.3168/jds.2015-9378.