

УДК 636.084.1:636.085.57

DOI: 10.33284/2658-3135-103-4-117

**Химический и морфологический составы мышечной ткани телят  
в зависимости от сбалансированности рациона аминокислотами**

***В.В. Гречкина<sup>1,2</sup>, Е.В. Шейда<sup>1,3</sup>, С.В. Лебедев<sup>1</sup>***

<sup>1</sup>*Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук (г. Оренбург)*

<sup>2</sup>*Оренбургский государственный аграрный университет (г. Оренбург)*

<sup>3</sup>*Оренбургский государственный университет (г. Оренбург)*

**Аннотация.** Ценность мяса, получаемого от животных, зависит от количественного соотношения белка, жира, содержания незаменимых аминокислот, витаминов, макро- и микроэлементов, необходимых для человека. В эксперименте изучалось влияние смеси незаменимых аминокислот лизин-метионин-треонин-триптофан на химический и морфологический составы мышечной ткани телят казахской белоголовой породы в 18-месячном возрасте. Использовались компоненты рациона (на 1 кг корма): I опытная группа – 2 г лизина+2 г метионина+3 г треонина+1 г триптофана, II опытная группа – такой же состав с увеличением дозы аминокислот на 1 г. Полученные результаты показали, что дополнительное введение аминокислот благоприятно влияет на убойные качества телят. Убойная масса бычков II опытной группы достоверно была выше, чем у телят контрольной группы на 27,8 кг ( $P \leq 0,05$ ) и на 14,8 кг ( $P \leq 0,05$ ) – у телят I опытной группы. Величина белкового качественного показателя составила 6,50 и превосходила сверстников контрольной группы на 5,23 % и I опытной – на 4,31 % ( $P \leq 0,05$ ). Таким образом, введение в рацион незаменимых аминокислот с концентрацией аминокислот 3 г лизина+3 г метионина+4 г треонина+2 г триптофана позволяет получить телят с большей массой мякоти в туше и её выходом. Накопление оптимального количества внутримышечного жира, а также высокая величина белкового качественного показателя свидетельствуют о хороших пищевых достоинствах бычков II опытной группы.

**Ключевые слова:** телята, кормление, мышечная ткань, аминокислоты, протеин, жир, сухое вещество.

UDC 636.084.1:636.085.57

**The chemical and morphological composition of calf muscle tissue depending on the balance  
of the diet with aminoacids**

***Victoria V Grechkina<sup>1,2</sup>, Elena V Sheyda<sup>1,3</sup>, Svyatoslav V Lebedev<sup>1</sup>***

<sup>1</sup>*Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences (Orenburg, Russia)*

<sup>2</sup>*Orenburg State Agrarian University (Orenburg, Russia)*

<sup>3</sup>*Orenburg State University (Orenburg, Russia)*

**Summary.** The value of meat obtained from animals depends on the quantitative ratio of protein, fat, the content of essential amino acids, vitamins, macro and microelements necessary for humans. The experiment studied the effect of a mixture of essential amino acids lysine-methionine-threonine-tryptophan on the chemical and morphological composition of muscle tissue of Kazakh white-headed calves at 18 months of age. The following components of the diet (per 1 kg of feed) were used: I experimental group – 2 g of lysine + 2 g methionine + 3 g of threonine+1 g of tryptophan, II experimental group in the same composition with an increase in the dose of amino acids by 1 g. The results showed that the additional introduction of amino acids has a positive effect on the slaughter quality of calves. The slaughter weight of bulls of the II experimental group was significantly higher than that of calves of the control group by 27,8 kg ( $P \leq 0,05$ ) and by 14,8 kg ( $P \leq 0,05$ ) of calves of the I experimental group. The value of the protein quality index was 6,50 and exceeded the peers from the control group by 5,23% and the I experimental group by 4,31% ( $P \leq 0,05$ ). Thus, the introduction of essential amino acids in the diet with a concentration of amino acids 3 g of lysine +

3 g methionine + 4 g threonine + 2 g of tryptophan allows you to get calves with a larger mass of pulp in the carcass and its output. The accumulation of the optimal amount of intramuscular fat, as well as high value of the protein quality indicator, indicate good nutritional advantages of bulls of the II experimental group.

**Key words:** calves, feeding, muscle tissue, amino acids, protein, fat, dry matter.

#### **Введение.**

Современные представления о специфичности белкового питания заключаются в сохранении баланса заменимых и незаменимых аминокислот. Разрабатываемые нормы аминокислотного питания во многом учитывают потребности организма, но на фоне изменяющего спектра нутриентов их коррекция является незаменимым звеном питания животных. Потребность растущего организма в аминокислотах определяется уровнем продуктивности, качеством получаемого мяса и поддержанием правильного обмена веществ у молодых животных (Косилов В.И. и др., 2014; Kang JX et al., 2014; Лебедев С.В. и др., 2019).

Питание как главный фактор для жизнедеятельности телят с раннего возраста оказывает определённое воздействие на формирование продуктивных качеств, что обеспечивается содержанием химических элементов, витаминов и аминокислот (Головко Е.Н., 2005; Kimball SR et al., 2006).

Смеси аминокислот (треонин, триптофан, метионин, лизин) становятся главной заменой белковой части рациона животных на откорме (Li S et al., 2016; Zhou J et al., 2016).

Недостаточное аминокислотное питание приводит к снижению роста животных, патологическим процессам в организме, а также низкой продуктивности и экономическим убыткам в хозяйстве (Крупин Е.О. и др., 2018; Кулинцев В.В. и др., 2011; Ball RO et al., 2007).

Для мясных пород формирование белковой массы происходит посредством микробного синтеза и нативного протеина, поступаемого с кормом (Мирошников С.А. и др., 2013; Tang Q et al., 2016), на фоне которого происходят процессы ассимиляции и диссимиляции соединений азота, начиная от белка и кончая аммиаком и углекислым газом (Марынич А.П. и др., 2013; Malesci A et al., 1995).

#### **Цель исследования.**

Изучить влияние незаменимых кислот на химический и морфологический составы мякоти туши и мышечной ткани телят казахской белоголовой породы.

#### **Материалы и методы исследования.**

**Объект исследования.** Телята казахской белоголовой породы средней массой 220-225 кг, в возрасте 9 месяцев в начале опыта.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями Russian Regulations, 1987 (Order No. 755 on 12.08.1977 the USSR Ministry of Health) и «The Guide for Care and Use of Laboratory Animals (National Academy Press Washington, D.C. 1996)». При выполнении исследований были предприняты меры, чтобы свести к минимуму страдания животных и уменьшения количества исследуемых опытных образцов.

**Схема эксперимента.** Для выполнения исследований были сформированы 3 группы телят (n=3), которые содержались в специализированных клетках размером 1,5×2 м, с 9- до 18-месячного возраста. Доступ животных к корму и воде был свободным. Учитывался возраст и потребность организма телят для корректировки питательных веществ и энергии рациона.

Контрольная группа животных получала основной рацион (ОР), сбалансированный по нормам (NRC, 2000; [www.nap.edu/catalog/9791.html](http://www.nap.edu/catalog/9791.html)). Рацион для телят состоял из патоки кормовой (0,3 кг), сена (2,5 кг), комбикорма (1,5 кг) и премикса ПК-60. I опытная группа телят дополнительно к ОР получала смесь незаменимых аминокислот на 1 кг корма: 2 г лизина+2 г метионина+3 г треонина+1 г триптофана. II опытная – ОР с добавлением 3 г лизина+3 г метионина+ г треонина+2 г триптофана (ООО "Агросоюз", г. Москва, Россия).

Контрольный убой проводился в возрасте 18 месяцев. Учитывали такие убойные показатели: съёмная и предубойная живая масса, масса и выход парной туши, масса внутреннего жира-сырца, убойная масса и выход. Категория туши определялась визуально по 5-бальной шкале в пяти местах (лопатка, спинная часть, поясница, крестец, огузок).

Морфологический состав туши оценивали путём обвалки правой полутуши через 24 часа после охлаждения при температуре + 2...+ 4 °С. Разделка туш проводилась по ГОСТ Р 52601-2006. Учитывали абсолютное и относительное количество мышечной и костной тканей, сухожилий в туше.

Для оценки биологической ценности мяса рассчитывали белково-качественный показатель – отношение триптофана к оксипролину.

Мясную продуктивность подопытного молодняка и химический анализ средней пробы мяса-фарша, длинной мышцы спины и жира-сырца разных участков оценивали по методике ВНИИМСа (1984).

**Оборудование и технические средства.** Экспериментальные исследования были проведены в условиях лаборатории биологических испытаний и экспертиз Федерального научного центра биологических систем и агротехнологий Российской академии наук. Весы платформенные с ограждением для взвешивания животных ВП-ЖО, класс точности (III), max 6000 кг (Россия), электронные вес НПВ 1000 (Россия). Образцы исследованы на содержание в них сухого вещества, сырого протеина (ГОСТ 13496.4-93), сырого жира (ГОСТ 13496.15-97), сырой клетчатки (ГОСТ 31675-2012), сырой золы (ГОСТ 26226-95). Содержание влаги устанавливали на основании высушивания, золы – сжигания, жира – методом Сокслета, белка – по Кьельдалю.

**Статистическая обработка.** Расчёты выполняли с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США). Статистическая обработка включала расчёт среднего значения (М) и стандартные ошибки среднего ( $\pm$ SEM). Достоверность различий сравниваемых показателей определяли по t-критерию Стьюдента. Уровень значимой разницы был установлен на  $P \leq 0,05$ .

#### Результаты исследований.

В результате контрольного убоя животных в возрасте 18 месяцев было установлено, что упитанность телят в опытных группах была высшей и по требованиям ГОСТа 779-55 отнесена к первой категории (рис. 1).

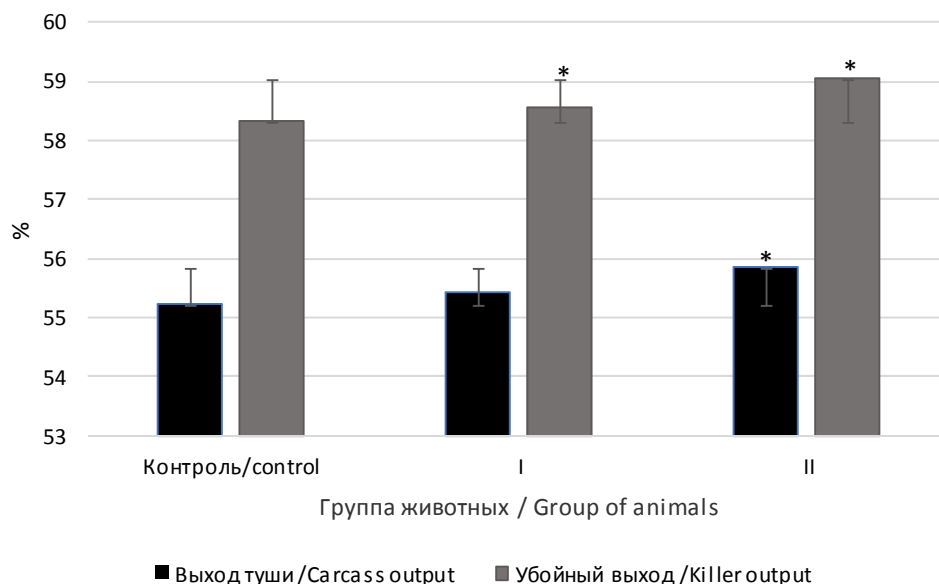


Рис. 1 – Результаты контрольного убоя телят,  $P \leq 0,05$

Figure 1 – The results of the control slaughter of calves,  $P \leq 0.05$

Примечание: \* – различия с контролем достоверны при  $P \leq 0,05$

Note: \* – differences with control are significant at  $P \leq 0.05$

По результатам контрольного убоя бычки II опытной группы имели более тяжёлые туши, масса которых составила  $262,5 \pm 14$  кг, что на 13,8 кг (5,6 %;  $P \leq 0,05$ ) и 26,1 кг (11,1 %;  $P \leq 0,05$ ) больше, чем в I опытной и контрольной группах соответственно. Контрольная группа животных характеризовалась наименьшим отложением внутреннего жира-сырца на 1,7 кг (5,0 %) и 1,0 кг (11,3 %), чем I и II опытных группах телят.

По убойной массе бычки II опытной группы достоверно превосходили аналогов контрольной группы на 27,8 кг ( $P \leq 0,05$ ) и на 14,8 кг ( $P \leq 0,05$ ) – I опытной группы. Телята I опытной группы имели преимущество по массе парной туши над телятами контрольной группы на 12,3 кг ( $P \leq 0,05$ ), убойной массе – 13,1 кг ( $P \leq 0,05$ ) и убойному выходу – 0,22 %.

Существенное влияние смесь аминокислот оказала на мясную продуктивность телят, а именно на морфологические показатели состава туши (рис. 2).

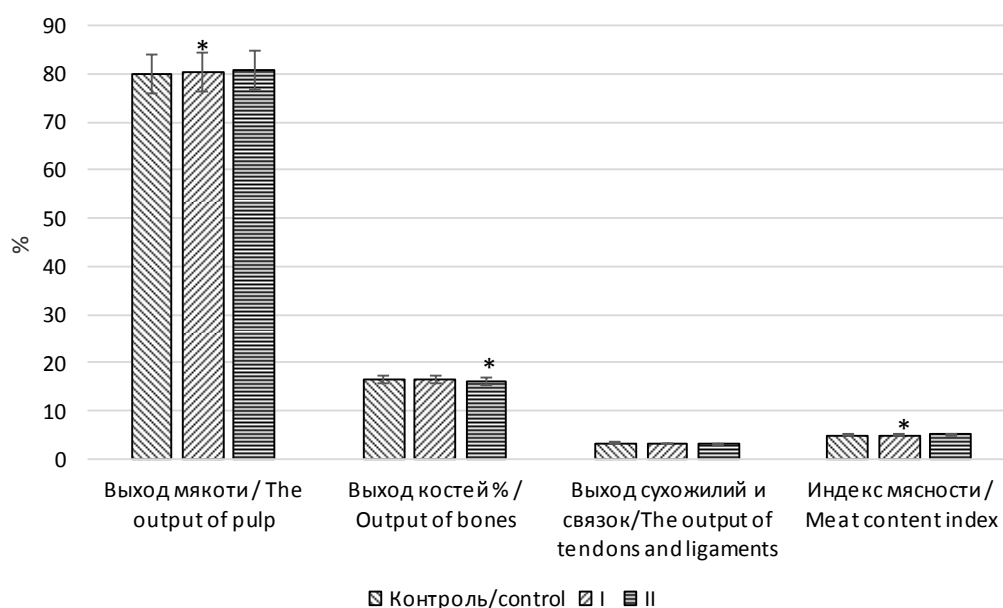


Рис. 2 – Морфологический состав туши бычков,  $P \leq 0,05$

Figure 2 – Morphological composition of carcasses of calves,  $P \leq 0,05$

Примечание: \* – различия с контролем достоверны при  $P \leq 0,05$

Note: \* – differences with control are significant at  $P \leq 0,05$

Высоким выходом мякоти – 210 кг ( $P \leq 0,05$ ) как основного показателя качества и ценности туши отличались телята II опытной группы, что на 12,1 % и 6,0 % больше, чем в контрольной и I опытной группах. Это сформировало превосходство бычков II опытной группы по индексу мясности, который на 4,4 % и на 2,2 % ( $P \leq 0,05$ ) превосходил показатели I опытной и контрольной групп.

Накопление основных питательных веществ, трансформация энергии корма в продукцию, химический состав средней пробы мяса-фарша являются важными показателями, определяющими полноценность продукции животноводства (табл. 1).

Наибольшее содержание жира и белка на 1 кг живой массы приходилось на II опытную группу телят, которая на 8,6 % и 3,1 % ( $P \leq 0,05$ ) по белку, на 10,8 % и 19,4 % ( $P \leq 0,05$ ) по жиру, на 0,79 % и 0,38 % по коэффициенту биоконверсии превосходила I опытную и контрольную группы.

За счёт повышения массовой доли жировой части происходило увеличение содержания сухого вещества в средней пробе мяса-фарша в I и II опытных группах на 0,28 и 0,35 % ( $P \leq 0,05$ ), жира – на 0,31 и 0,97 % ( $P \leq 0,05$ ) соответственно. Соотношение белка к жиру составило 0,82:1.

Таблица 1. Биоконверсия протеина и энергии корма в съедобную часть тела бычков, (x±Sx)  
Table 1. Bioconversion of protein and feed energy to the edible part of the body of calves, (x±Sx)

Показатель / Indicator	Группа / Group		
	контрольная /control	I группа /I group	II группа /II group
Предубойная живая масса, кг / Preslaughter live weight, kg	428±0,64	448±0,55*	470±0,67
Съедобная часть тела, кг / The edible part of the body, kg	215±0,64	228±0,55	241±0,67*
Выход на 1 кг живой массы, г: / Output per 1 kg of live weight, g:			
сухого вещества / dry matter	165	167	169*
белка / squirrel	93,6	94,2*	92,5*
жира / fat	65,6	67,5	71,3*
Коэффициент биоконверсии, %: / The coefficient of bioconversion, %:			
протеина (ККП) / protein (CCP)	8,32	8,73	9,11
энергии (ККОЭ)/ energy efficiency (КСОЕ)	6,04	6,35	6,76*

Примечание: \* – Различия с контролем достоверны при P≤0,05

Note: \* – Differences with control are significant at P≤0.05

В проведённом эксперименте при изучении химического состава мышечной ткани исследовался длиннейший мускул спины (рис. 3).

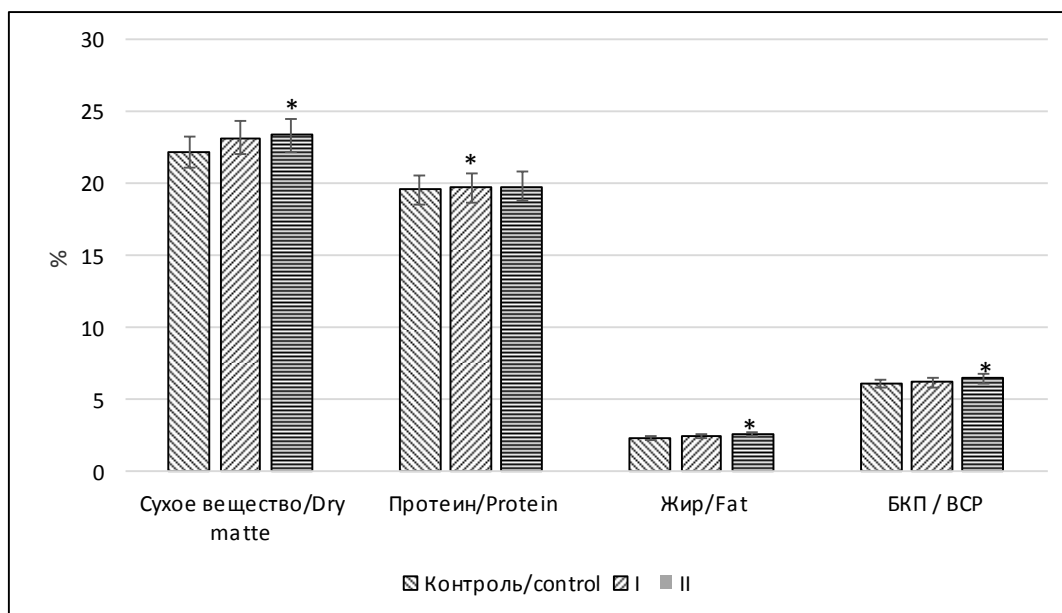


Рис. 3 – Химический состав длиннейшей мышцы спины, P≤0,05

Figure 3 – Chemical analysis of the longest back muscle, P≤0.05

Примечание: \* – Различия с контролем достоверны при P≤0,05

Note: \* – Differences with control are significant at P≤0.05

Уровень протеина в длиннейшей мышце спины у телят находился в пределах от 19,59 до 19,79 %. Телята II опытной группы по количеству внутримышечного жира превосходили сверстников контрольной группы на 9,69 % ( $P \leq 0,05$ ) и I опытной – на 4,26 %.

Наибольшей биологической ценностью отмечалось мясо, полученное от телят II опытной группы. Величина белкового качественного показателя во II опытной группе составила 6,50, при этом выше контрольной группы на 5,23 % и I опытной – на 4,31% ( $P \leq 0,05$ ).

### **Обсуждение полученных результатов.**

Изучение морфологических аспектов роста развития мышечной ткани у бычков казахской белоголовой породы показало, что высокой массой мякоти – 210,4 кг ( $P \leq 0,05$ ) отличались телята II опытной группы. Они превосходили бычков контрольной (12,1 %) и I опытной (6,0 %) групп. Аналогичные результаты получили Nakamura M с коллегами (2018), которые установили, что введение в рацион незаменимых аминокислот приводило к увеличению мясной продуктивности, улучшению качественного состава мяса, а также усилению биосинтеза белка в мышечной ткани.

Интенсивный рост и дифференцировка мышечных волокон сопровождаются увеличением их размеров, при этом важно рассматривать морфологический и химический составы (Lebedev SV et al., 2019). Только после этого возможно судить о зрелости мяса, пищевой и энергетической ценности, а также трансформации питательных веществ в продукцию.

Yang HJ с соавторами (2016) установили, что включение в рацион кормов, богатых протеином и аминокислотами, позволяет улучшить развитие телят к 18 месяцу выращивания. Возрастает мясная продуктивность и по убойным качествам телята опережают своих сверстников.

Результаты контрольного убоя показали превосходство телят II опытной группы. По выходу туши II опытная группа превышала показатели контрольной на 0,41 % и на 0,62 % – I опытной групп. Pang J с соавторами (2016), изучая влияние аминокислотной обеспеченности рациона на скорость роста тканей и их белковый состав, установили, что у телят, получавшие высокую концентрацию аминокислот, был более высокий убойный выход туш (55 % – в контрольной против 51,1 % – у опытной групп животных) при незначительном преимуществе в развитие мышечной массы (68,1 % против 67,5 % от массы туши).

Тип кормления молодняка в значительной мере влияет на соотношение тканей в организме и качество говядины (Xie T et al., 2017). Фактическое использование аминокислот корма на построении белков тела оказывало влияние на соотношение белков и жиров в организме телят, которое во II опытной составило 0,82:1 и отвечало всем требованиям современного спроса потребителя на мясо говядины.

В настоящее время доказано, что аминокислотная потребность животных велика (Lin Z et al., 2006) и их недостаток в корме приводит к нарушениям обмена веществ у телят (Zdunczyk Z et al., 2015). В наших исследованиях II опытная группа по количеству внутримышечного жира превосходила сверстников контрольной группы на 9,69 % ( $P \leq 0,05$ ) и I опытной – на 4,26 %.

Критерием более качественного состава мяса туши телят II опытной группы может служить коэффициент отношения триптофана к оксипролину, который превосходил сверстников контрольной группы на 5,5 % и I опытной – на 4,5 %. Это согласуется с результатами Huang VJ (2016), что величина белкового качественного показателя считается оптимальной, когда на одну часть оксипролина приходится пять частей триптофана. Полученные результаты свидетельствуют о положительном влиянии добавок аминокислот в рацион растущих животных за счёт усиления процессов биосинтеза белка в мышечной ткани. Белковый качественный показатель был выше у животных опытной группы (31,6 % против 27,2 % в контроле).

### **Выводы.**

Таким образом, введение в рацион II опытной группе телят незаменимых аминокислот привело к увеличению мясной продуктивности, улучшению качественного состава мяса, величины белкового качественного показателя, а также усилению биосинтеза белка в мышечной ткани.

**Исследования выполнены при поддержке РФФ. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 20-16-00088)**

Литература

1. Головки Е.Н. Доступность аминокислот в питании моногастрических животных // Аминокислотное питание животных и проблема белковых ресурсов: материалы конф. (г. Краснодар, 23 марта 2004 г.) / под ред. и с предисл. В.Г. Рядчикова. Краснодар: Изд-во КубГАУ, 2005. С. 71-118. [Golovko EN. Dostupnost' aminokislot v pitanii monogastrichnykh zivotnykh. (Conference proceedings) Aminokislotnoe pitanie zivotnykh i problema belkovykh resursov: materialy konf. (g. Krasnodar, 23 marta 2004 g.) pod red. i s predisl. Ryadchikova VG. Krasnodar: Izd-vo KubGAU; 2005:71-118. (In Russ)].
2. ГОСТ 31675-2012. Корма. Методы определения содержания сырой клетчатки с применением промежуточной фильтрации. Введ. 01.07.2013. М.: Стандартинформ, 2014. 18 с. [GOST 31675-2012. Korma. Metody opredeleniya soderzhaniya syroi kletchatki s primeneniem promezhutochnoi fil'tratsii. Vved. 01.07.2013. Moscow: Standardinform; 2012:18 p. (In Russ)].
3. ГОСТ 26226-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырьё. Методы определения сырой золы. Введ. 01.01.1977. М.: ИПК Изд-во стандартов, 1996. 8 с. [GOST 26226-95. Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metody opredeleniya syroi zoly. Vved. 01.01.1977. Moscow: IPK Izdatel'stvo standartov; 1996:8 p. (In Russ)].
4. ГОСТ 13496.4-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырьё. Методы определения содержания азота и сырого протеина. Введ. 01.01.1995. М.: Стандартинформ, 1993. 17 с. [GOST 13496.4-93 Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metody opredeleniya soderzhaniya azota i syrogo proteina. Vved. 01.01.1995. Moscow: Standardinform; 1993:17 p. (In Russ)].
5. ГОСТ 13496.15-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырьё. Методы определения содержания сырого жира (с Изменением № 1). Введ. 01.01.1999. М.: Стандартинформ, 1997. 19 с. [Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metody opredeleniya soderzhaniya syrogo zhira (s Izmeneniem № 1). Vved. 01.01.1999. Moscow: Standardinform; 1997:19 p. (In Russ)].
6. ГОСТ Р 52601-2006. Мясо. Разделка говядины на отрубы. Технические условия. Введ. 05.12.2006. М.: Стандартинформ, 2007. 13 с. [GOST R 52601-2006. Myaso. Razdelka govyadiny na otruby. Tekhnicheskie usloviya. Vved. 05.12.2006. Moscow: Standardinform; 2007:13 p. (In Russ)].
7. ГОСТ 779-55. Мясо-говядина в полутушах и четвертинах. Технические условия (с Изменением № 4). Введ. 01.07.1985. М.: Стандартинформ, 2006. 4 с. [GOST 779-55. Beef. Halves and quarters of cow's carcass. Specifications (s Izmeneniem № 4). Vved. 01.07.1985. Moscow: Standardinform; 2006:4 p. (In Russ)].
8. Крупин Е.О., Тагиров М.Ш. Изменение активности ферментов сыворотки крови, молочной продуктивности и качества молока под влиянием кормового концентрата // Дальневосточный аграрный вестник. 2018. № 3(47). С. 59-64. [Krupin EO, Tagirov MSh. The change of activity of enzymes of blood serum, milk producing ability and milk quality under the influence of feed concentrate. Far Eastern Agrarian Herald. 2018;3(47):59-64. (In Russ)]. doi: 10.24411/1999-6837-2018-13059
9. Кулинцев В.В. Незаменимые аминокислоты в кормлении молодняка сельскохозяйственных животных. М.: Изд-во МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. 317 с. [Kulintsev VV. Nezamenimye aminokisloty v kormlenii molodnyaka sel'skokhozyaistvennykh zivotnykh. Moscow: Izd-vo MSKhA im. Timiryazeva KA; 2011:317 p. (In Russ)].
10. Марынич А.П. Эффективность использования высокобелковых кормов на основе зерна сои в рационах молодняка свиней // Кормопроизводство. 2013. № 12. С. 39-43. [Marynich AP. Use efficiency of high-protein feeds based on soybean in the diets of young stock pigs. Fodder Production. 2013;12:39-43. (In Russ)].
11. Мясная продуктивность тёлочек казахской белоголовой, симментальской пород и их помесей / В.И. Косилов, Е.А. Никонова, К.К. Бозымов, Н.М. Губашев // Вестник мясного скотоводства. 2014. № 2(85). С. 20-26. [Kosilov VI, Nikonova EA, Bozymov KK, Gubashev NM. Meat produc-

tivity of of kazakh white-headed heifers, of simmental breeds and their crosses. Herald of Beef Cattle Breeding. 2014;2(85):20-26. (*In Russ*).

12. Методические рекомендации по оценке мясной продуктивности и качества убойного скота / ВНИИМС. Оренбург, 1984. 79 с. [Metodicheskie rekomendatsii po otsenke myasnoi produktivnosti i kachestva uboinogo skota. VNIIMS. Orenburg; 1984:79 p. (*In Russ*)].

13. Обмен (синтез и усвоение) аминокислот в пищеварительном тракте крупного рогатого скота при использовании в рационе различных по ингредиентному составу кормов / С.В. Лебедев, Э.З. Губайдуллина, Е.В. Шейда, В.В. Гречкина // Аграрный научный журнал. 2019. № 4. С. 54-57. [Lebedev SV, Gubaidullina EZ, Sheida EV, Grechkina VV. Exchange (uptake and synthesis) of amino acids in the digestive tract of cattle when used in diet different ingredient composition of the feed. The Agrarian Scientific Journal. 2019;4:54-57. (*In Russ*)]. doi: <https://doi.org/10.28983/asj.y2019i4pp54-57>

14. Региональные особенности элементного гомеостаза и проблема экологофизиологической адаптации: методологический аспект / С.А. Мирошников, С.В. Нотова, С.В. Мирошников, И.П. Болодурина, А.В. Скальный // Вестник восстановительной медицины. 2013. № 6(58). С. 52-55. [Miroshnikov SA, Notova SV, Miroshnikov SV, Bolodurina IP, Skalnyi AV. Regional features of elemental homeostasis and problem of ecolo physiological adaptation: methodological aspect. Journal of Restorative Medicine Rehabilitation. 2013;6(58):52-55. (*In Russ*)].

15. Ball RO, Urschel KL, Pencharz PB. Nutritional consequences of interspecies differences in arginine and lysine metabolism. J Nutr. 2007;137(6):1626S-1641S. doi: <https://doi.org/10.1093/jn/137.6.1626S>

16. Huang VJ, Huang HQ, Salam N, Xiao M, Duan YQ, Kim CJ, Li QQ, Chen W, Li WJ. Nocardioides intraradicalis sp. nov., isolated from the roots of psammosilene tunicoides W.C. Wu et C.Y. Wu. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology. 2016;66(10):3841-3847. doi: [10.1099/ijsem.0.001274](https://doi.org/10.1099/ijsem.0.001274)

17. Kang JX, Wan JBo, He C. Concise review: regulation of stem cell proliferation and differentiation by essential fatty acids and their metabolites. Stem Cells. 2014;32(5):1092-1098. doi: <https://doi.org/10.1002/stem.1620>

18. Kimball SR, Jefferson LS. Signaling pathways and molecular mechanisms through which branched-chain amino acids mediate translational control of protein synthesis. J Nutr. 2006;136(1):227S-231S. doi: <https://doi.org/10.1093/jn/136.1.227S>

19. Lebedev SV, Gavrish IA, Gubajduullina IZ, Shejda EV. Effect of ultrafine particles of chromium on growth rates, blood biochemical parameters and activity of digestive enzymes in broilers influence of ultra-disperse CR particles on the organism of broiler chickens. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2019;10(1):215-225.

20. Li S, Li X. Leptin in normal physiology and leptin resistance. Sci Bull. 2016;61(19):1480-1488. doi: <https://doi.org/10.1007/s11434-015-0951-4>

21. Lin Z, Long W, Frybarg DA, Barret EJ. The regulation of body and skeletal muscle protein metabolism by hormones and amino acids. J Nutr. 2006;136(1):212S-217S. doi: <https://doi.org/10.1093/jn/136.1.212S>

22. Malesci A, Gala E, Fioretta A et al. No effect of long-term treatment with pancreatic extract on recurrent abdominal pain in patients with chronic pancreatitis. Scand J Gastroenterol. 1995;30(4):392-398. doi: <https://doi.org/10.3109/00365529509093296>

23. Nakamura M, Nomura S, Yamakawa T et al. Endogenous calcitonin regulates lipid and glucose metabolism in diet-induced obesity mice. Scientific Reports. 2018;8:17001. doi: [10.1038/s41598-018-35369-5](https://doi.org/10.1038/s41598-018-35369-5)

24. The National Academies Press [Internet]. Nutrient Requirements of Beef Cattle: Seventh Revised Edition: Update 2000 Subcommittee on Beef Cattle Nutrition, Committee on Animal Nutrition, National Research Council This PDF is available from the National Academies Press at: Available from: <http://www.nap.edu/catalog/9791.html>. doi: <https://doi.org/10.17226/9791>



25. Pang J, Xi C, Huang X, Cui J, Gong H, Zhang T. Effects of excess energy intake on glucose and lipid metabolism in C57BL/6 Mice. PLoS ONE. 2016;11(1):e0146675. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0146675>
26. Tang Q. Lipid metabolism and diseases. Sci Bull. 2016;61(19):1471-1472. doi: [10.1007/s11434-016-1174-z](https://doi.org/10.1007/s11434-016-1174-z)
27. Xie T et al. An ErChen and YinChen decoction ameliorates high-fat-induced nonalcoholic steatohepatitis in rats by regulating JNK1 signaling pathway. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2017;4603701. doi: <https://doi.org/10.1155/2017/4603701>
28. Yang HJ, Yim N, Lee KJ et al. Simultaneous determination of nine bioactive compounds in Yijin-tang via highperformance liquid chromatography and liquid chromatography-electrospray ionization-mass spectrometry. Integrative Medicine Research. 2016;5(2):140-150. doi: <https://doi.org/10.1016/j.imr.2016.04.005>
29. Zdunczyk Z, Jankowski J, Kaczmarski S, Juskiewicz J. Determinants and effects of postileal fermentation in broilers and turkeys. Part 1: gut microbiota composition and its modulation by feed additives. World's Poult Sci. J. 2015;71(1):37-48. doi: [10.1017/S0043933915000045](https://doi.org/10.1017/S0043933915000045)
30. Zhou J, Liu H, Zhou S et al. Adaptor protein APPL1 interacts with EGFR to orchestrate EGF-stimulated signaling. Sci Bull. 2016;61(19):1504-1512. doi: <https://doi.org/10.1007/s11434-016-1157-0>

#### References

1. Golovko EN. The availability of amino acids in the diet of monogastric animals (Conference proceedings) Amino acid nutrition of animals and the problem of protein resources: materials of the conf. (Krasnodar, March 23, 2004). ed. and with a foreword. Ryadchikova VG. Krasnodar: Publishing house of KubGAU; 2005:71-118.
2. GOST 31675-2012. Stern. Methods for determining the content of crude fiber using intermediate filtration. Enter. 01.07.2013. Moscow: Standartinform; 2014:18 p.
3. GOST 26226-95. Feed, compound feed, compound feed raw materials. Methods for the determination of raw ash. Enter. 01.01.1977. Moscow: IPK Publishing house of standards; 1996:8 p.
4. GOST 13496.4-93. Feed, compound feed, compound feed raw materials. Methods for the determination of nitrogen and crude protein content. Enter. 01.01.1995. Moscow: Standartinform; 1993:17 p.
5. GOST 13496.15-97. Feed, compound feed, compound feed raw materials. Methods for determination of crude fat content (with Amendment No. 1). Enter. 01.01.1999. Moscow: Standartinform; 1997:19 p.
6. GOST R 52601-2006. Meat. Cutting beef into cuts. Technical conditions. Enter. 05.12.2006. Moscow: Standartinform; 2007:13 p.
7. GOST 779-55. Meat and beef in half carcasses and quarters. Specifications (with Amendment No. 4). Enter. 01.07.1985. Moscow: Standartinform; 2006:4 p.
8. Krupin EO, Tagirov MSh. The change of activity of enzymes of blood serum, milk producing ability and milk quality under the influence of feed concentrate. Far Eastern Agrarian Herald. 2018;3(47):59-64. doi: [10.24411/1999-6837-2018-13059](https://doi.org/10.24411/1999-6837-2018-13059)
9. Kulintsev VV. Indispensable amino acids in feeding young farm animals. Moscow: Publishing house of Moscow Agricultural Academy named after Timiryazev KA; 2011:317 p.
10. Marynich AP. Use efficiency of high-protein feeds based on soybean in the diets of young stock pigs. Fodder Production. 2013;12:39-43.
11. Kosilov VI, Nikonova EA, Bozymov KK, Gubashev NM. Meat productivity of of kazakh white-headed heifers, of simmental breeds and their crosses. Herald of Beef Cattle Breeding. 2014;2(85):20-26.
12. Guidelines for assessing meat productivity and quality of slaughter cattle. VNIIMS. Orenburg; 1984:79 p.

13. Lebedev SV, Gubaidullina EZ, Sheida EV, Grechkina VV. Exchange (uptake and synthesis) of amino acids in the digestive tract of cattle when used in diet different ingredient composition of the feed. *The Agrarian Scientific Journal*. 2019;4:54-57. doi: <https://doi.org/10.28983/asj.y2019i4pp54-57>

14. Miroshnikov SA, Notova SV, Miroshnikov SV, Bolodurina IP, Skalnyi AV. Regional features of elemental homeostasis and problem of ecolo physiological adaptation: methodological aspect. *Journal of Restorative Medicine Rehabilitation*. 2013;6(58):52-55. (*In Russ*).

15. Ball RO, Urschel KL, Pencharz PB. Nutritional consequences of interspecies differences in arginine and lysine metabolism. *J Nutr*. 2007;137(6):1626S-1641S. doi: <https://doi.org/10.1093/jn/137.6.1626S>

16. Huang VJ, Huang HQ, Salam N, Xiao M, Duan YQ, Kim CJ, Li QQ, Chen W, Li WJ. *Nocardioides intraradicalis* sp. nov., isolated from the roots of psammosilene tunicoides W.C. Wu et C.Y. Wu. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 2016;66(10):3841-3847. doi: [10.1099/ijsem.0.001274](https://doi.org/10.1099/ijsem.0.001274)

17. Kang JX, Wan JBo, He C. Concise review: regulation of stem cell proliferation and differentiation by essential fatty acids and their metabolites. *Stem Cells*. 2014;32(5):1092-1098. doi: <https://doi.org/10.1002/stem.1620>

18. Kimball SR, Jefferson LS. Signaling pathways and molecular mechanisms through which branched-chain amino acids mediate translational control of protein synthesis. *J Nutr*. 2006;136(1):227S-231S. doi: <https://doi.org/10.1093/jn/136.1.227S>

19. Lebedev SV, Gavrish IA, Gubajdullina IZ, Shejda EV. Effect of ultrafine particles of chromium on growth rates, blood biochemical parameters and activity of digestive enzymes in broilers influence of ultra-disperse CR particles on the organism of broiler chickens. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2019;10(1):215-225.

20. Li S, Li X. Leptin in normal physiology and leptin resistance. *Sci Bull*. 2016;61(19):1480-1488. doi: <https://doi.org/10.1007/s11434-015-0951-4>

21. Lin Z, Long W, Frybarg DA, Barret EJ. The regulation of body and skeletal muscle protein metabolism by hormones and amino acids. *J Nutr*. 2006;136(1):212S-217S. doi: <https://doi.org/10.1093/jn/136.1.212S>

22. Malesci A, Gala E, Fioretta A et al. No effect of long-term treatment with pancreatic extract on recurrent abdominal pain in patients with chronic pancreatitis. *Scand J Gastroenterol*. 1995;30(4):392-398. doi: <https://doi.org/10.3109/00365529509093296>

23. Nakamura M, Nomura S, Yamakawa T et al. Endogenous calcitonin regulates lipid and glucose metabolism in diet-induced obesity mice. *Scientific Reports*. 2018;8:17001. doi: [10.1038/s41598-018-35369-5](https://doi.org/10.1038/s41598-018-35369-5)

24. The National Academies Press [Internet]. *Nutrient Requirements of Beef Cattle: Seventh Revised Edition: Update 2000* Subcommittee on Beef Cattle Nutrition, Committee on Animal Nutrition, National Research Council This PDF is available from the National Academies Press at: Available from: <http://www.nap.edu/catalog/9791.html>. doi: <https://doi.org/10.17226/9791>

25. Pang J, Xi C, Huang X, Cui J, Gong H, Zhang T. Effects of excess energy intake on glucose and lipid metabolism in C57BL/6 Mice. *PLoS ONE*. 2016;11(1):e0146675. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0146675>

26. Tang Q. Lipid metabolism and diseases. *Sci Bull*. 2016;61(19):1471-1472. doi: [10.1007/s11434-016-1174-z](https://doi.org/10.1007/s11434-016-1174-z)

27. Xie T et al. An ErChen and YinChen decoction ameliorates high-fat-induced nonalcoholic steatohepatitis in rats by regulating JNK1 signaling pathway. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2017;4603701. doi: <https://doi.org/10.1155/2017/4603701>

28. Yang HJ, Yim N, Lee KJ et al. Simultaneous determination of nine bioactive compounds in Yijin-tang via highperformance liquid chromatography and liquid chromatography-electrospray ionization-mass spectrometry. *Integrative Medicine Research*. 2016;5(2):140-150. doi: <https://doi.org/10.1016/j.imr.2016.04.005>

29. Zdunczyk Z, Jankowski J, Kaczmarek S, Juskiwicz J. Determinants and effects of postileal fermentation in broilers and turkeys. Part 1: gut microbiota composition and its modulation by feed additives. *World's Poult Sci J.* 2015;71(1):37-48. doi: 10.1017/S0043933915000045

30. Zhou J, Liu H, Zhou S et al. Adaptor protein APPL1 interacts with EGFR to orchestrate EGF-stimulated signaling. *Sci Bull.* 2016;61(19):1504-1512. doi: <https://doi.org/10.1007/s11434-016-1157-0>

**Гречкина Виктория Владимировна**, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории биологических испытаний и экспертиз, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29; доцент кафедры незаразных болезней животных, Оренбургский государственный аграрный университет, 460000, ул. Челюскинцев 18, тел.: 8-922-877-14-97, e-mail: [Viktoria1985too@mail.ru](mailto:Viktoria1985too@mail.ru)

**Шейда Елена Владимировна**, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории биологических испытаний и экспертиз, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29; научный сотрудник экспериментально-биологической клиники, Оренбургский государственный университет, 460018, г. Оренбург, пр. Победы, д. 13, сот.: 8-922-862-64-02, e-mail: [elena-shejjda@mail.ru](mailto:elena-shejjda@mail.ru)

**Лебедев Святослав Валерьевич**, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биологических испытаний и экспертиз, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8-912-345-87-38, e-mail: [lsv74@list.ru](mailto:lsv74@list.ru)

Поступила в редакцию 27 ноября 2020 г.; принята после решения редколлегии 14 декабря 2020 г.; опубликована 31 декабря 2020 г. / Received: 27 November 2020; Accepted: 14 December 2020; Published: 31 December 2020