

УДК 636.084.1:577.17

DOI: 10.33284/2658-3135-103-1-168

Влияние смеси незаменимых аминокислот в сочетании с кобальтом и хромом на химический состав и качество мяса телят казахской белоголовой породы

С.В. Лебедев¹, В.В. Гречкина¹, М.В. Клычкова², О.С. Мукашев²

¹Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук (г. Оренбург)

²Оренбургский государственный университет (г. Оренбург)

Аннотация. В животноводстве важное значение для выращивания телят имеет белковое и аминокислотное обеспечение рационов питания. Высокая скорость роста, интенсивный обмен и недостаточное развитие преджелудков отличают этих животных повышенной требовательностью к качеству кормления. Целью исследований являлось изучение влияния смеси аминокислот в сочетании с хромом и кобальтом на химический состав, качество мяса и накопление в сыворотке крови, органах и тканях телят казахской белоголовой породы в возрастном периоде с 9 до 18 месяцев. Использовались компоненты рациона (на 1 кг корма): I опытная группа – 2 г лизина+2 г метионина+3 г к. треонина+1 г триптофана, II опытная группа – 3 г лизина+3 г метионина+4 г к. треонина+2 г триптофана+сернокислого хрома $Cr_2(SO_4)_3 \times H_2O$ (0,38 мг/кг) и кобальт в форме $CoCO_3$ (0,57 мг/кг). Коррекция рациона во II опытной группе приводила к увеличению в сыворотке крови триптофана на 38,82 % ($P \leq 0,05$), лизина – 18,75 % ($P \leq 0,05$), треонина – на 24,39 % ($P \leq 0,05$), активизации белкового на 2,99 (8,4 %) и 1,02 кг (2,7 %) и липидного на 5,06 (19,1 %) и 2,87 кг (10,0 %) синтеза по сравнению с контрольной группой телят. Таким образом, для биосинтеза белка в организме телят, их роста и развития необходимо использование полноценного корма с обогащённым содержанием смеси аминокислот и микроэлементов. Свободные аминокислоты в крови, органах и тканях являются субстратом для синтеза белков.

Ключевые слова: телята, казахская белоголовая порода, сыворотка крови, развитие телят, кормление, аминокислоты, минеральные вещества.

UDC 636.084.1:577.17

The effect of a mixture of essential amino acids in combination with cobalt and chromium on the chemical composition and quality of beef of the Kazakh white-headed calves

Svyatoslav V Lebedev¹, Victoria V Grechkina¹, Marina V Klychkova², Oryntay S Mukashev²

¹Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences (Orenburg, Russia)

²Orenburg State University (Orenburg, Russia)

Summary. Protein and amino acid supply of diets is important for growing calves in animal husbandry. These animals have increased demands to the quality of feeding due to high growth rate, intensive metabolism and insufficient development of pancreas. The purpose was to study the effect of a mixture of amino acids in combination with chromium and cobalt on the chemical composition, beef quality and accumulation in blood flow, organs and tissues of the Kazakh white-headed calves in the age period from 9 to 18 months. The components of the diet were used (per 1 kg of feed): group I - 2 g lysine + 2 g methionine + 3 g K. threonine + 1 g tryptophan; group II - 3 g lysine + 3 g methionine + 4 g K. threonine + 2 g of tryptophan + chromium sulfate $Cr_2(SO_4)_3 \times H_2O$ (0.38 mg / kg) and cobalt in the form of $CoCO_3$ (0.57 mg / kg). Diet correction in group II led to an increase of tryptophan in serum by 38.82% ($P \leq 0.05$), lysine - 18.75% ($P \leq 0.05$), threonine - by 24.39 % ($P \leq 0.05$), protein activation by 2.99 (8.4%) and 1.02 kg (2.7%) and lipid by 5.06 (19.1%) and 2.87 kg (10.0%) of synthesis compared with the control group of calves. Thus, for the biosynthesis of protein in the body of calves, their growth and development, it is necessary to use a

complete feed with an enriched content of a mixture of amino acids and trace elements. Free amino acids in blood, organs and tissues are the substrate for the synthesis of proteins.

Key words: calves, Kazakh white-headed breed, blood serum, calf development, feeding, amino acids, minerals.

Введение.

В животноводстве важное значение для выращивания телят имеет белковое и аминокислотное обеспечение рационов питания. Высокая скорость роста, интенсивный обмен отличает этих животных повышенной требовательностью к качеству кормления, полноценность которого должна основываться на балансировании их рационов по 50-60 биологически активным веществам (Бозымов К.К. и др., 2012; Левахин Г.И. и др., 2018; Kang JX et al., 2014).

Минеральные компоненты играют важную роль в обмене веществ, в частности хром, участвующий в обмене белков, жиров, углеводов и ферментов (Кулинцев В.В. и др., 2011; Лебедев С.В. и др., 2018; Титов В.Н. и др., 2016), и кобальт как кофактор синтеза бактериями рубца витамина В₁₂ из Со и стимулятор роста бактерий. Кобальт принимает участие в кроветворении, активирует ферменты, улучшающие использование белка, кальция и фосфора кормов, а также усиливает рост и резистентность организма (Li S and Li X et al., 2016).

Существующие схемы кормления телят предусматривают использования подкормок, которые состоят из растительных кормов, дефицитных примерно по 20-30 питательным веществам и прежде всего по незаменимым аминокислотам и микроэлементам (Вишняков С.И. и др., 1982; Гречкина В.В. и Андреевко Д.А., 2016).

Для усиления роста молодняка, предупреждения заболеваний, повышения эффективности использования кормов целесообразно действие незаменимых аминокислот в организме усиливать микроэлементами (Lebedev SV et al., 2019; Tang Q et al., 2016), с учётом обоснования их лимитирующего положения, превращения, взаимосвязи, (Косилов В.И. и др., 2014; Zhou J et al., 2016) влияния на продуктивность животных (Nakamura M et al., 2018).

Цель исследования.

Изучить влияние дополнительного введения в рацион смеси аминокислот в сочетании с хромом и кобальтом на усвоение аминокислот, химический состав и качество мяса телят казахской белоголовой породы.

Материалы и методы исследования.

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

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

Схема эксперимента. Исследования были выполнены в условиях лаборатории биологических испытаний и экспертиз Федерального научного центра биологических систем и агротехнологий Российской академии наук (ФНЦ БСТ РАН). Телята (n=9) содержались в специализированной клетке до 18-месячного возраста со свободным доступом к воде и корму. Основной рацион (ОР) был сбалансирован по базовым питательным веществам согласно детализированным нормам ВНИИМС и включал сено (2 кг), смесь концентратов (1,5 кг), силос кукурузный (5 кг), солома пшеничная (1 кг), патока кормовая (0,1 кг), соль поваренная (0,04 кг), витаминно-минеральный премикс (0,06 кг, содержание микроэлементов на 1 кг концентратов: Mn – 48 мг; Zn – 36 мг; Fe – 60 мг; Cu – 10 мг; Cr – 0,30 мг; Se – 0,24 мг; Co – 0,12 мг; витаминов на кг концентрата: витамин А(ВА) – 2640 М; витамин Д(ВД) – 302 МЕ; витамин Е(ВЕ) – 17 мг. Убой телят проводился в возрасте 18 месяцев.

Установлено, что кобальт и хром схожи по своим метаболическим функциям в организме. Биологическая роль хрома складывается из участия этого элемента в липидном обмене, а именно, в гомеостазе холестерина в сыворотке крови. Кобальт регулирует обменные процессы, стимулирует гемопоэз, сопротивляемость организма инфекциям, предотвращает развитие анемии, стимулирует биосинтез метионина, а также производство мышечных белков и нуклеиновых кислот. Оптимальная дозировка Cr при выращивании телят составляет 0,38 мг/кг (Лебедев С.В. и др., 2018) и Co – 0,57 мг/кг (Скальный А.В. и др., 2013). Для усиления роста молодняка, предупреждения заболеваний, повышения эффективности использования кормов целесообразно использовать дефицитные аминокислоты.

В схеме опыта использовались добавки кристаллических аминокислот метионина, лизина, гистидина, треонина, триптофана (на голову в сутки) и скармливались по схеме (табл. 1). Расчёт проводили на чистые аминокислоты, в % от сухого вещества корма.

Таблица 1. Схема опыта
Table 1. Experience design

Группа / Group	Число голов/ Number of heads	Возраст в месяцах / Age in months	
		1-8	9-18
Контрольная / Control	3		OP ₁ /BD ₁
I группа / Group I	3	OP ₁ /BD ₁	OP ₁ + KA ₁ /BD ₁ +AC ₁
II группа / Group II	3		OP ₁ + KA ₂ / BD ₁ +AC ₂

Примечание: OP₁ – рацион по рекомендациям ВНИИМС, контрольная группа телят; OP₁+AC₁ – с добавлением 2 г лизина+2 г метионина+3 г к. треонина+ 1 г триптофана, I опытная группа; OP₁+ AC₂ – с добавлением 3 г лизина+3г метионина+4 г к. треонина+2 г триптофана+сернокислого хрома Cr₂ (SO₄)₃×6H₂O (0,38 мг/кг) и кобальт в форме CoCO₃ (0,57 мг/кг), II опытная группа

Note: BD1 – diet according to the recommendations of VNIIMS, control group of calves
BD1+AC1 – with the addition of 2 g of lysine+2 g of methionine+3 g of K. threonine+1 g of tryptophan, group I;
BD1+AC2 – with the addition of 3 g of lysine+3 g of methionine+4 g of threonine+2 g of tryptophan+chromium sulfate Cr₂ (SO₄)₃×6H₂O (0.38 mg / kg) and cobalt in the form of CoCO₃ (0.57 mg / kg), group II

Интенсивность роста определяли путём индивидуального взвешивания телят при постановке опыта (9 месяцев) и в конце каждого месяца до 18 месяцев (утром до поения и кормления). По результатам контрольного убоя изучали развитие органов и тканей, отложение белка и аминокислот в организме телят.

Оборудование и технические средства. Анализ образцов проводился в центре «Нанотехнологии в сельском хозяйстве» и Испытательном центре ЦКП ФНЦ БСТ РАН (аттестат аккредитации № RA.RU.21ПФ59 от 02.12.15).

Химический состав биосубстратов определялся по стандартизированным методикам (ГОСТ 31640-2012, ГОСТ 32044.1.2012, ГОСТ 13496.15-97, ГОСТ 51479-99, ГОСТ 23042-86, ГОСТ 25011-81, ГОСТ Р 53642-2009).

Количество аминокислот в сыворотке крови и внутренних органах телят оценивали с использованием системы капиллярного электрофореза со спектрофотометрическим детектором «Капель-105» (ООО «Люмекс-Маркетинг», Россия, ГОСТ 55569-2013»).

Статистическая обработка. Статистический анализ выполняли с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» с применением программы «Excel» («Microsoft», США) с обработкой данных в «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США) с использованием методик ANOVA.

Достоверность различий сравниваемых показателей определяли по *t*-критерию Стьюдента. Достоверными считали значения при $P \leq 0,05$. Данные представлены как среднее (M) и стандартная ошибка среднего (m).

Результаты исследований.

Результаты исследований показали, что скармливание смесей аминокислот: метионина, лизина, гистидина, треонина, триптофана в сочетании с частицами Сг и Со приводило к изменению количества свободных аминокислот в сыворотке крови животных опытных групп (рис. 1).

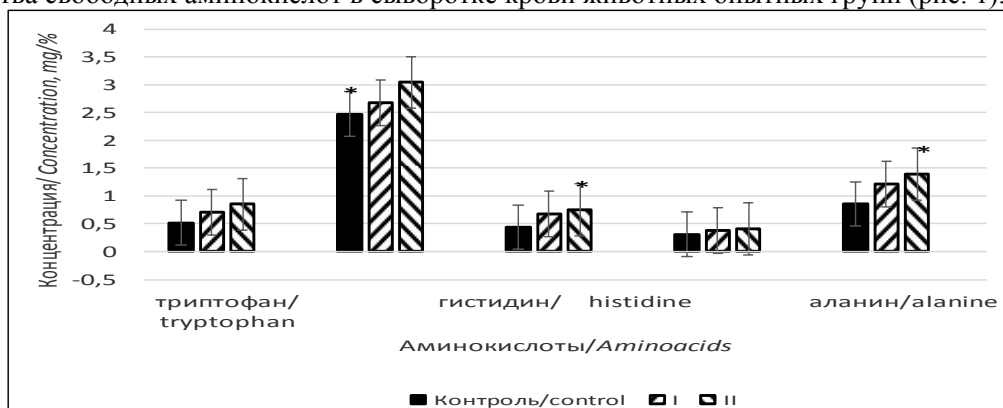


Рис. 1 – Содержание аминокислот в сыворотке крови подопытных телят ($P \leq 0,05$)
Figure 1 – The serum amino acids in experimental calves ($P \leq 0,05$)

Примечание: * – различия с контролем достоверны при $P \leq 0,05$
 Note: * – differences with control are significant at $P \leq 0,05$

В частности установлено, что коррекция рациона по аминокислотам сопровождалась увеличением триптофана во II опытной группе на 38,82 % ($P \leq 0,05$), лизина в I опытной группе – на 7,84 %, во II опытной – на 18,75 % ($P \leq 0,05$) по сравнению с контрольной группой телят. Содержание в крови треонина, который используется для синтеза глюкозы и гликогена, было выше во II опытной группе – 24,39 % относительно телят, которые не получали дополнительных аминокислот с кормом.

Таким образом, среди индивидуальных аминокислот отмечается повышение использования лизина, аланина и триптофана во II опытной группе телят и снижение их усвоения в контрольной группе телят, что оказало влияние на перераспределение аминокислот по органам и тканям (рис. 2).

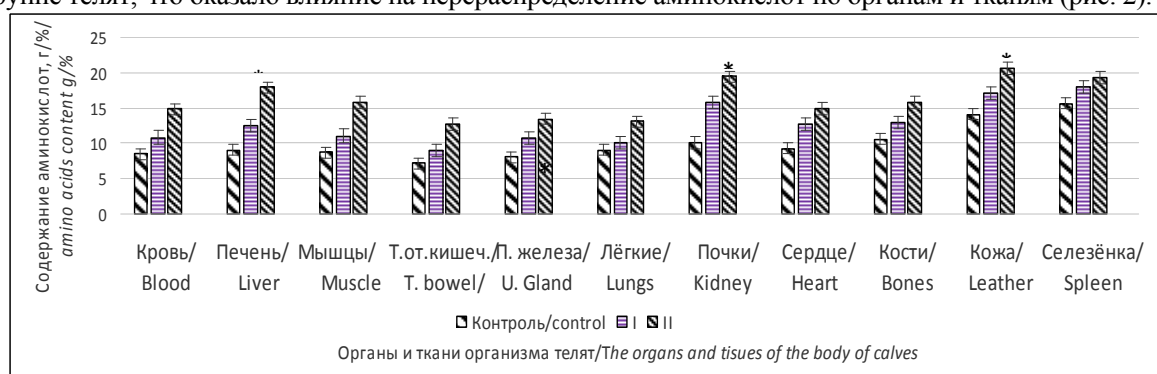


Рис. 2 – Содержание общих аминокислот в органах и тканях организма телят казахской белоголовой породы, г/% ($P \leq 0,05$)
Figure 2 – The content of total amino acids in the organs and tissues of the body of calves of the Kazakh white breed, g/% ($P \leq 0,05$)

Примечание: * – различия с контролем достоверны при $P \leq 0,05$
 Note: * – differences with control are significant at $P \leq 0,05$

Высокий процент накопления и распределения аминокислот в организме приходился на кожу (с волосом) – 34 %, печень – 56,7 %, почки – 33,4 % у телят II опытной группы по сравнению с контрольными животными.

Данные химического состава средней пробы мяса-фарша свидетельствуют, что наиболее благоприятное соотношение сухого вещества к влаге было у бычков I и II опытных групп 0,52:1, в то время как у сверстников контрольной группы – 0,51 (табл. 2).

Таблица 2. Химический состав средней пробы мяса-фарша, % ($x \pm Sx$)
Table 2. The chemical composition of average sample of minced meat, % ($x \pm Sx$)

Показатель / Indicator	Группа / Group		
	контрольная / control	I группа / I group	II группа / II group
Влага / Moisture	66,06 \pm 0,64	65,78 \pm 0,55	65,71 \pm 0,67*
Сухое вещество / Dry matter	33,94 \pm 0,64	34,22 \pm 0,55	34,29 \pm 0,67
Белок / Protein	18,93 \pm 0,63	18,89 \pm 0,43*	18,30 \pm 0,51
Жир / Fat	14,05 \pm 0,40	14,36 \pm 0,58	15,02 \pm 0,36*
В мякоти содержится, кг: / Pulp contains, kg			
сухого вещества / dry matter	63,67	67,89	72,15
белка / protein	35,51	37,48	38,50
жира / fat	26,36	28,49	31,60
Энергетическая ценность / Energy value			
1 кг мякоти, МДж / 1 kg of pulp, MJ	8,72	8,83	8,88
Энергетическая ценность всей мякоти туши, МДж / The energy value of the entire pulp of carcass, MJ	1635,87	1751,87	1868,35

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

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

В частности, в мясе молодняка I и II групп по сравнению с аналогами контрольной группы было больше сухого вещества соответственно на 0,28 и 0,35 % ($P \leq 0,05$), а жира – на 0,31 и 0,97 % ($P \leq 0,05$).

Наибольшее количество питательных веществ синтезировалось в мякоти туши бычков II опытной группы. Они превосходили сверстников из контроля и I опытной группы по содержанию в мякоти туши белка соответственно на 2,99 (8,4 %) и 1,02 кг (2,7 %), жира – на 5,06 (19,1 %) и 2,87 кг (10,0 %). Молодняк I группы, в свою очередь, превосходил сверстников из контрольной группы по массе белка и жира в мякотной части туши соответственно на 1,97 (5,5 %) и 2,13 кг (8,1 %) ($P \leq 0,05$). При этом бычки контрольной группы уступали сверстникам из I и II опытных групп по энергетической ценности мякоти туши соответственно 6,6 и 12,4 % ($P \leq 0,05$).

Результаты химического анализа длиннейшей мышцы спины представлены в таблице 3.

Таблица 3. Химический состав длиннейшей мышцы спины, ($x \pm Sx$)
Table 3. The chemical composition of rib eye, ($x \pm Sx$)

Показатель / Indicator	Группа / Group		
	контрольная / control	I группа / I group	II группа / II group
Сухое вещество, % / Dry matter, %	22,19 \pm 0,28	23,17 \pm 0,38	23,35 \pm 0,41*
Протеин, % / Protein, %	19,59 \pm 0,24	19,70 \pm 0,31	19,79 \pm 0,26
Жир, % / Fat, %	2,33 \pm 0,16	2,47 \pm 0,13	2,58 \pm 0,10*
Триптофан, мг % / Tryptophan, mg %	351,65 \pm 7,26	361,15 \pm 6,81	317,18 \pm 6,14
Оксипролин, мг % / Oxypoline, mg %	57,09 \pm 5,81	58,11 \pm 5,71	57,14 \pm 7,07
БКП / ВКР	6,16	6,22	6,50

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

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

Содержание протеина в длиннейшей мышце спины у изучаемых групп животных было в пределах 19,59-19,79 % ($P \leq 0,05$), без видимых различий по содержанию жира и по величине белкового качественного показателя они превосходили сверстников контрольной группы на 5,5 % ($P \leq 0,05$), I опытной – на 4,5 % ($P \leq 0,05$).

Таким образом, результаты исследования показали, что накопление оптимального количества внутримышечного жира, сравнительно высокая величина белкового качественного показателя свидетельствуют о хороших пищевых достоинствах у телят I и II опытных групп.

Обсуждение полученных результатов.

В свете современных представлений организм животного нуждается не в белке, а в наборе незаменимых и заменимых аминокислот, поступающем в белоксинтезирующую систему организма. По данным Yang HJ с соавторами (2016) установлено, что добавление лизина к рационам различных видов животных повышало прироста и снижало затраты кормов на 1 кг прироста. Есть основания предполагать, что потребности молодого организма в аминокислотах должны в количественном отношении соответствовать аминокислотному составу синтезируемых белков.

Накопление оптимального количества внутримышечного жира и сравнительно высокая величина белкового качественного показателя в опытных группах при введении аминокислот и микроэлементов согласуются с данными Кокорева В.А. и других (2014). Учёные провели исследования на телятах от 1- до 18-месячного возраста по изучению влияния добавки хрома на динамику живой массы и экстерьер молодняка при содержании разного уровня данного микроэлемента в рационах. Их опыты показали, что увеличение содержания хрома в рационе для телят приводит к возрастанию среднесуточного прироста и увеличению живой массы. Также выявлено, что хром нормализует пищеварение у животных, улучшает переваримость корма и его основных компонентов протеина, жира, клетчатки, способствует усвоению макро- и микроэлементов.

Кобальт имеет большое значение для нормальной жизнедеятельности микрофлоры преджелудков, а также синтеза микробиального белка. Дефицит кобальта у жвачных характеризуется биохимическими изменениями в тканях. При уровне кобальта в жидкости рубца менее 0,5 нг/мл синтез витамина В₁₂ микроорганизмами рубца нарушается. Снижение текущего уровня витамина В₁₂ в рубце, крови, печени и других тканях обычно сопровождается появлением клинических симптомов (Журавлёв А.В., 2014). Известно, что при увеличении в рационе кобальта на 25 % улучшается переваримость корма и это связано с улучшением работы перистальтики желудочно-кишечного тракта и рубцового пищеварения (Манжикова А.Б. и Лиджиева Н.Ц., 2010).

Поступление кобальта и хрома в кровь телят в достаточном количестве положительно влияет на продуктивность животных, улучшает воспроизводительные функции и благоприятно воздействует на здоровье. При введении минеральных веществ с кормом у опытных групп животных улучшается энергетическая ценность всей мякоти туши на 15,6 % относительно контрольных телят (Грига О.Э. и др., 2013; Макаева АМ et al., 2019).

Дефицит хрома характеризуется подавлением роста, пониженной реакцией в тесте на устойчивость к глюкозе, повышением уровня циркулирующего инсулина, глюкозурией, «голодной» гипергликемией, повышенным содержанием в сыворотке крови холестерина и триглицеридов. Необходимо дополнительно вводить с кормом препараты аминокислот с хромом или увеличивать в составе комбикорма ингредиенты, богатые лизином, метионином, например, соевый шрот, кормовые дрожжи или рыбную муку (Лебедев С.В. и др., 2019).

Применение в рационах при выращивании ремонтных бычков казахской белоголовой породы добавок, обогащённых микроэлементами (кобальтом, железом и хромом) и аминокислотами (триптофаном, лизином и треонином), способствует увеличению среднесуточного прироста живой массы в возрасте с 10 до 18 месяцев до 6,9 %, а также увеличению показателей мясной продуктивности (Абилов Б.Т. и др., 2016).

Pang J с коллегами (2016) показали, что нарушение условий кормления во время первых 50 дней жизни телят способствует уменьшению прироста живой массы в последующий период. Одна из

причин депрессии роста лежит в нарушении роста клеток. В результате клеток обнаруживается меньше на 9,7 % в почках, на 23,9 % – в надпочечниках, на 30,6 % – в сердце, на 22,4 % – в печени, на 40,0 % – в лёгких, на 20,2 % – в мышцах и на 72,8 % – в селезёнке; в мозге клеток становится больше на 46,9 %, но при этом их размеры уменьшаются на 55,5 %. Только клетки надпочечников увеличены на 14,4 %, а в остальных органах размеры клеток уменьшены в разной степени: на 1,5-4,8 % в сердце, печени – на 13,7-19,5 %.

Обильное кормление и включение в рацион богатых аминокислотами и микроэлементами кормов стимулирует скороспелость животных мясного типа, т. е. в раннем возрасте они достигают высокой степени развития, обеспечивающего возможность получения к 15-18-месячному возрасту убойных кондиций. Бычки большинства мясных пород достигают высокой мясной продуктивности в более раннем возрасте. В случае дефицита кобальта аутопсия печени обычно показывает инфильтрацию жиром, обнаруживаются проблемы с селезёнкой, что связано с аномальным метаболизмом эритроцитов. При этом наблюдается почти полное отсутствие жира в организме. Количество эритроцитов и уровень гемоглобина крови всегда ниже нормальных, иногда чрезвычайно низки. Первым ощутимым ответом на добавление кобальта является быстрое улучшение аппетита и повышение массы тела (Хие Т, 2017).

При изучении аминокислотного состава внутренних тканей и органов животных с добавлением к основному рациону аминокислот с наночастицами меди, хрома, кобальта у телят выявлено, что происходило увеличение этих показателей в плазме крови и накоплении во внутренних органах: на 19,7 % – в почках, 22,4 % – в печени, 20,2 % – в мышцах относительно животных контрольной группы. Для жвачных по сравнению с нежвачными также наблюдается тенденция преимущественного накопления кобальта в печени (Натыров А.К. и Арилов А.Н., 2002; Макаева А.М. и др., 2019).

Таким образом, поскольку между аминокислотами рациона и содержанием свободных аминокислот в тканях организма животных существует тесная связь, в опыте наблюдалось увеличение содержания аминокислот в плазме крови II опытной группы животных при достаточно высоком уровне поступления их с кормом и добавками. Поток свободных аминокислот и минеральных веществ в плазме крови является достоверным критерием, отражающим комплементарность аминокислотной смеси и потребности в них организма животных.

Выводы.

Недостаточная обеспеченность организма телят аминокислотами (метионином, лизином, треонином, триптофаном, гистидином) характеризуется отставанием роста, ухудшением ретенции азота корма, снижением концентрации их в свободном состоянии в мышечной ткани. Балансирование рациона телят по аминокислотам и минеральным веществам хрому и кобальту оказывает достоверное положительное влияние на мясную продуктивность, химический и белковый – качественный состав мяса. Различные уровни накопления аминокислот в отдельных органах и тканях организма опытных телят в связи с возрастом будут отражать их специфическую реакцию на ту или иную форму несбалансированности в определённой аминокислоте.

Работа финансируется Министерством науки и образования РФ для выполнения фундаментальных научных исследований определяемым президиумом Российской академии наук (Соглашение № 075-02-2019-1847)

Литература

1. Активность пищеварительных ферментов и количество пищеварительных соков у телят при использовании в рационе различного по качеству протеина / Г.И. Левахин, И.С. Мирошников, В.А. Рязанов, В.В. Гречкина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 6(74). С. 244-245. [Levakhin GI, Miroshnikov IS, Ryazanov VA, Grechkina VV. Activity of

digestive enzymes and the amount of digestive juices in calves fed diets containing protein of different quality. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2018;6(74):244-245. (*In Russ*).

2. Вишняков С.И. Аминокислоты, их обмен и использование в питании сельскохозяйственных животных: лекция для студентов зооинж., вет. фак. и слушателей фак. повышения квалификации. Воронеж: Воронеж. СХИ, 1982. 38 с. [Vishnyakov SI. Aminokisloty, ikh obmen i ispol'zovanie v pitanii sel'skokhozyaistvennykh zhiivotnykh: leksiya dlya studentov zooinzh., vet. fak. i slushatelei fak. povysheniya kvalifikatsii. Voronezh: Voronezh. SKhI; 1982:38 p. (*In Russ*)].

3. Влияние наночастиц хрома на активность пищеварительных ферментов и морфологические и биохимические параметры крови телёнка / С.В. Лебедев, О.В. Кван, И.З. Губайдуллина, И.А. Гавриш, В.В. Гречкина, Б. Момчилович, Н.И. Рябов // *Животноводство и кормопроизводство*. 2018. Т. 101. № 4. С. 136-142. [Lebedev SV, Kwan OV, Gubaidullina IZ, Gavrish IA, Grechkina VV, Momčilović B. Effect of chromium nanoparticles on digestive enzymes activity and morphological and biochemical parameters of calf blood. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2018;101(4):136-142. (*In Russ*)].

4. Гречкина В.В., Андреев Д.А. Переваримость питательных веществ рационов бычками при различной технологии пастбищного содержания в подсосный период // *Аграрная наука в инновационном развитии АПК: материалы Междунар. науч.-практ. конф. в рамках XXVI Междунар. специализированной выставки «Агрокомплекс-2016»*. Уфа, 2016. Т. 3. С. 76-79. [Grechkina VV, Andreev DA. Perevarimost' pitatel'nykh veshchestv ratsionov bychkami pri razlichnoi tekhnologii pastbishchnogo sodержaniya v podsosnykh period. (Conference proceedings) *Agrarnaya nauka v innovatsionnom razvitii APK: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. v ramkakh XXVI Mezhdunar. spetsializirovannoi vystavki «Agrokompleks-2016»*. Ufa, 2016;3:76-79. (*In Russ*)].

5. Грига О.Э., Грига Э.Н., Боженев С.Е. Влияние макро- и микроэлементов на предрасположенность коров к заболеваниям репродуктивных органов у коров // *Ветеринарная патология*. 2013. № 1(43). С. 91-94. [Griga OE, Griga EN, Bozhenov SE. Influence of macro- and micronutrients for predisposition to diseases of cows reproductive organs. *Veterinary pathology*. 2013;1(43):91-94. (*In Russ*)].

6. Журавлёв А.В. Качество мяса цыплят-бройлеров, получавших кормовой пальмовый жир // *Сборник научных трудов Северо-кавказского научно-исследовательского института животноводства*. Краснодар, 2014. Т. 3 № 1. С. 234-239. [Zhuravlev AV. Quality of the meat from broilers, fed palm fat. *Sbornik nauchnykh trudov severo-kavkazskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhiivotnovodstva*. Krasnodar, 2014;3(1):234-239 (*In Russ*)].

7. Кормовая бактериальная добавка Баксин-КД в технологии выращивания ремонтных бычков казахской белоголовой породы / Б.Т. Абилов, Г.Т. Бобрышова, В.В. Хабибулин, Н.А. Болотов, А.И. Зарытовский // *Зоотехния*. 2016. № 11. С. 18-21. [Abilov VT, Bobryshova GT, Khabibulin VV, Bolotov NA, Zaritovsky AI. Bacterial feed additive Baksin-KD in growing technology of repair bull-calves of Kazakh white-headed breed. *Zootekhnika*. 2016;11:18-21. (*In Russ*)].

8. Кулинцев В.В. Незаменимые аминокислоты в кормлении молодняка сельскохозяйственных животных: монография. М.: Изд-во РГАУ-МСХА К.А. Тимирязева, 2011. 168 с. [Kulintsev VV. Nezamenimye aminokisloty v kormlenii molodnyaka sel'skokhozyaistvennykh zhiivotnykh: monografiya. Moscow: Izd-vo RGAU-MSKhA K.A. Timiryazeva; 2011:168 p. (*In Russ*)].

9. Манжикова АБ, Лиджиева НЦ. Динамика содержания кобальта в желудочно-кишечном тракте суягных курдючных овец // *Овцы, козы, шерстяное дело*. 2009. № 2. С. 69-70. [Manzhikova AB, Lidzhieva NTs. Dinamika sodержaniya kobal'ta v zheludochno-kishechnom trakte suyagnykh kurdyuchnykh ovets. *Sheep, Goats and Wool Production*. 2009;2:69-70. (*In Russ*)]

10. Морфологические и биохимические показатели крови дойных коров при разных уровнях хлорида хрома в рационах / Кокорев В.А., Гибалкина Н.И., Межевов А.Б., Гурьянов А.М. // *Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. науч. тр. в 2-х ч. Горки, 2014. Вып. 17. Ч. 2. С. 255-262. [Kokorev VA, Gibalkina NI, Mezhevov AB, Gur'yanov AM. Morfologicheskie i biokhimicheskie pokazateli krovi doinykh korov pri raznykh urovnyakh khlorida khroma v*

ratsionakh. Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva: sb. nauch. tr: v 2-kh ch. Gorki; 2014;17(2):255-262. (*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 productivity of Kazakh white-headed heifers, of Simmental breeds and their crosses. Herald of Beef Cattle Breeding. 2014;2(85):20-26. (*In Russ*)]

12. Натыров А.К., Арилов А.Н. Нормирование минеральных веществ в рационах мясных бычков // Зоотехния. 2002. № 5. С. 19-20. [Nazarova AA. The effect of nanopowders of cobalt, copper, chromium on the physiological state of young cattle. Zootechny. 2002;5:19-20. (*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. doi: <https://doi.org/10.28983/asj.y2019i4pp54-57> [Lebedev SV, Gubaidulina EZ, Shaida 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. Agrarian Scientific Journal. 2019;4:54-57. (*In Russ*)] doi: <https://doi.org/10.28983/asj.y2019i4pp54-57>

14. Олеиновые триглицериды пальмового масла и пальмитиновые триглицериды сливочного жира. Реакция пальмитирования, пальмитат калия, магния, всасывание энтероцитами жирных кислот и микробиота толстого кишечника / В.Н. Титов, А.В. Ариповский, В.В. Щекотов, А.П. Щекотова, В.В. Кухарчук // Клиническая лабораторная диагностика. 2016. Т. 61. № 8. С. 452-461. doi: 10.18821/0869-2084-2016-61-8-452-461 [Titov VN, Aripovskii AV, Schekotov VV, Schekotova AP, Kukharchuk VV. The oleic triglycerides of palm oil and palmitic triglycerides of creamy fat. The reaction of palmitoylation, potassium and magnesium palmitate, absorption of fatty acids by enterocytes and microbiota of large intestine. The Russian Clinical Laboratory Diagnostics Journal. 2016;61(8):452-461. (*In Russ*)]. doi: 10.18821/0869-2084-2016-61-8-452-461

15. Приоритетное развитие специализированного мясного скотоводства – путь к увеличению производства высококачественной говядины / К.К. Бозымов, Р.К. Абжанов, А.Б. Ахметалиева, В.И. Косилов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 3(35). С. 129-131. [Bozymov KK, Abzhanov RK, Akhmetalieva AB, Kosilov VI. Priority development of specialized beef cattle breeding is the way to increase the high-quality beef production. Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2012;3(35):129-131. (*In Russ*)].

16. 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. [Skalny AV, 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*)].

17. Элементный и микрoэкологический состав рубца при использовании в кормлении крупного рогатого скота высокодисперсных частиц / А.М. Макаева, К.Н. Атландерова, Е.А. Сизова, С.А. Мирошников, В.В. Ваншин // Животноводство и кормопроизводство. 2019. Т. 102. № 3. С. 19-32. doi: 10.33284/2658-3135-102-3-19 [Makaeva AM, Atlanderova KN, Sizova EA, Miroshnikov SA, Vanshin VV. The elemental and microecological composition of rumen after use of highly dispersive particles in cattle feeding. Animal Husbandry and Fodder Production. 2019;102(3):19-32. (*In Russ*)]. doi: 10.33284/2658-3135-102-3-19

18. Kang JX, Wan JB, 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>

19. Lebedev SV, Gavrish IA, Gubajdullina IZ, Shejda EV. Effect of 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. Science Bulletin. 2016;61(19):1480-1488. doi: <https://doi.org/10.1007/s11434-015-0951-4>

21. Makaeva AM, Atlanderova KN, Sizova EA, Nechitaylo KS. Elemental composition and ruminal digestion with nanosized forms of SiO₂, FeCo. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Moscow, 2019;341:012193. doi: 10.1088/1755-1315/341/1/012193

22. 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: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-35369-5>

23. 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. US National Library of Medicine National Institutes of Health Search database Search term Search 2016;11(1):e0146675. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0146675>

24. Tang QQ. Lipid metabolism and diseases. Sci Bull. 2016;61(19):1471-1472. doi: <https://doi.org/10.1007/s11434-016-1174-z>

25. Xie T. 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;Article ID 4603701. doi: <https://doi.org/10.1155/2017/4603701>

26. Yang HJ, Yim NH, Lee KJ, et al. Simultaneous determination of nine bioactive compounds in Yijin-tang via high-performance liquid chromatography and liquid chromatography-electrospray ionization-mass spectrometry. Integrative Medicine Research. 2016;5(2):140-150. doi: 10.1016/j.imr.2016.04.005

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

References

1. Levakhin GI, Miroshnikov IS, Ryazanov VA, Grechkina VV. Activity of digestive enzymes and the amount of digestive juices in calves fed diets containing protein of different quality. Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2018;6(74):244-245.

2. Vishnyakov SI. Amino acids, their exchange and use in the nutrition of agricultural animals: a lecture for students zoological engineering, veterinary faculties and listeners of advanced training. Voronezh: Voronezh. SHI; 1982:28 p.

3. Lebedev SV, Kwan OV, Gubaidullina IZ, Gavrish IA, Grechkina VV, Momčilović B. Effect of chromium nanoparticles on digestive enzymes activity and morphological and biochemical parameters of calf blood. Animal Husbandry and Fodder Production. 2018;101(4):136-142.

4. Grechkina VV, Andreyenko DA. Digestibility of nutrients in diets by bulls with different technology of pasture maintenance in the sucking period (Conference proceedigs) Agricultural science in the innovative development of the agro-industrial complex: Materials of the Intern. Scientific-Practical Conf. in the framework of the XXVI International specialized exhibition "Agrocomplex-2016". Ufa, 2016;3:76-79.

5. Griga OE, Griga EN, Bozhenov SE. Influence of macro- and micronutrients for predisposition to diseases of cows reproductive organs. Veterinary pathology. 2013;1(43):91-94.

6. Zhuravlev AV. The quality of meat of broiler chickens fed fodder palm fat. Collection of scientific papers of the North Caucasian Scientific Research Institute of Animal Husbandry. Krasnodar, 2014;3(1):234-239.

7. Abilov VT, Bobryshova GT, Khabibulin VV, Bolotov NA, Zaritovsky AI. Bacterial feed additive Baksin-KD in growing technology of repair bull-calves of Kazakh white-headed breed. Zootechnya. 2016;11:18-21.

8. Kulintsev VV. Essential amino acids in feeding young farm animals: a monograph. Moscow: Publishing House of the Russian State Autonomous Administration-Moscow Agricultural Academy Timiryazeva; 2011:168 p.

9. Manzhikova AB, Lidzhieva SC. The dynamics of the cobalt content in the gastrointestinal tract of pregnant fat-rumped sheep. *Sheep, Goats and Wool Production*. 2009;2:69-70.

10. Kokorev VA, Gibalkina NI, Mezhevov AB, Guryanov AM. Morphological and biochemical blood parameters of dairy cows at different levels of chromium chloride in diets. Actual problems of the intensive development of animal husbandry: collection of scientific works: in 2 parts, Gorki; 2014;17(2): 255-262.

11. Kosilov VI, Nikonova EA, Bozymov KK, Gubashev NM. Meat productivity of Kazakh white-headed heifers, of Simmental breeds and their crosses. *Herald of Beef Cattle Breeding*. 2014;2(85):20-26.

12. Nazarova AA. The effect of nanopowders of cobalt, copper, chromium on the physiological state of young cattle. *Zootekhn.* 2002;5:19-20.

13. Lebedev SV, Gubaidulina EZ, Shaida 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. *Agrarian Scientific Journal*. 2019;4:54-57. doi: <https://doi.org/10.28983/asj.y2019i4pp54-57>

14. Titov VN, Aripovskii AV, Schekotov VV, Schekotova AP, Kukharchuk VV. The oleic triglycerides of palm oil and palmitic triglycerides of creamy fat. The reaction of palmitoylation, potassium and magnesium palmitate, absorption of fatty acids by enterocytes and microbiota of large intestine. *The Russian Clinical Laboratory Diagnostics Journal*. 2016;61(8):452-461. doi: 10.18821/0869-2084-2016-61-8-452-461

15. Bozymov KK, Abzhanov RK, Akhmetalieva AB, Kosilov VI. Priority development of specialized beef cattle breeding is the way to increase the high-quality beef production. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2012;3(35):129-131.

16. Skalny AV, Miroshnikov SA, Notova SV, Miroshnikov SV, Bolodurina IP, Skalny AV. Regional features of elemental homeostasis and problem of ecolo physiological adaptation: methodological aspect. *Journal of restorative medicine & rehabilitation*. 2013;6(58):52-55.

17. Makaeva AM, Atlanderova KN, Sizova EA, Miroshnikov SA, Vanshin VV. The elemental and microecological composition of rumen after use of highly dispersive particles in cattle feeding. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2019;102(3):19-32. (*In Russ*). doi: 10.33284/2658-3135-102-3-19

18. Kang JX, Wan JB, 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>

19. Lebedev SV, Gavrish IA, Gubajdullina IZ, Shejda EV. Effect of 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. *Science Bulletin*. 2016;61(19):1480-1488. doi: <https://doi.org/10.1007/s11434-015-0951-4>

21. Makaeva AM, Atlanderova KN, Sizova EA, Nechitaylo KS. Elemental composition and ruminal digestion with nanosized forms of SiO₂, FeCo. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Moscow, 2019;341:012193. doi: 10.1088/1755-1315/341/1/012193

22. 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: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-35369-5>

23. 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. *US National Library of Medicine National Institutes of Health Search database Search term Search* 2016;11(1):e0146675. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0146675>

24. Tang QQ. Lipid metabolism and diseases. *Sci Bull*. 2016;61(19):1471-1472. doi: <https://doi.org/10.1007/s11434-016-1174-z>

25. Xie T. 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;Article ID 4603701. doi: <https://doi.org/10.1155/2017/4603701>

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

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

25. Xie T. 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; Article ID 4603701. doi: <https://doi.org/10.1155/2017/4603701>

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

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

Лебедев Святослав Валерьевич, доктор биологических наук, заведующий лабораторией биологических испытаний и экспертиз, ведущий научный сотрудник, 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

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, тел. 8-922-877-14-97, e-mail: Viktoria1985too@mail.ru

Клычкова Марина Владимировна, кандидат биологических наук, доцент кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры, Оренбургский государственный университет, 460018, г. Оренбург, пр. Победы, 13. e-mail: mvk_77@list.ru

Мукашев Орынтай Савиртаевич, магистр кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры, Оренбургский государственный университет, 460018, г. Оренбург, пр. Победы, 13

Поступила в редакцию 5 марта 2020 г.; принята после решения редколлегии 16 марта 2020 г.; опубликована 31 марта 2020 г. / Received: 5 March 2020; Accepted: 16 March 2020; Published: 31 March 2020