

Научная статья

УДК 636.088.31

doi:10.33284/2658-3135-104-4-98

**Формирование количественных и качественных характеристик говядины,  
полученной от бычков при использовании йодсодержащих кормовых добавок**

**Марина Ивановна Сложенкина<sup>1</sup>, Алексей Сергеевич Мирошник<sup>2</sup>, Александр Анатольевич Мосолов<sup>3</sup>,  
Иван Фёдорович Горлов<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup>Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной  
продукции, Волгоград, Россия

<sup>1</sup>niimmp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9542-5893>

<sup>2</sup>zxzxzx10@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8817-643534>

<sup>3</sup>niimmp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3266-9505>

<sup>4</sup>niimmp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8683-8159>

**Аннотация.** В представленной статье изложены результаты изучения влияния йодсодержащих кормовых добавок на мясную продуктивность, убойные показатели бычков калмыцкой породы и качественные характеристики их мяса. Научно-хозяйственный опыт проводили в условиях СПК «Плодовитое» Малодербетовского района Республики Калмыкия. Для опыта были сформированы 3 группы бычков калмыцкой породы по 15 голов в каждой. Подбор осуществлялся из животных среднего типа телосложения возраста 10 месяцев по методу пар-аналогов. Рацион животных опытных групп содержал кормовую добавку Йоддар-Zn в количестве 4 г на голову в сутки, в то же время бычкам 2 опытной группы скармливали дополнительно бифидогенную кормовую добавку ЛактуВет-1. Совместное использование этих кормовых добавок позволило увеличить интенсивность роста бычков, положительно повлияло на убойный выход, площадь мышечного глазка и массовую долю мякоти в тушах бычков и, соответственно, повысило экономическую эффективность производства продукции животноводства. Содержание йода в длиннейшей мышце спины также значительно увеличилось.

**Ключевые слова:** бычки, калмыцкая порода, кормление, кормовые добавки, Йоддар-Zn, ЛактуВет-1, мышечная ткань, йод

**Благодарности:** работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 21-16 00025.

**Для цитирования:** Сложенкина М.И., Мирошник А.С., Мосолов А.А., Горлов И.Ф. Формирование количественных и качественных характеристик говядины, полученной от бычков при использовании йодсодержащих кормовых добавок // Животноводство и кормопроизводство. 2021. Т. 104, № 4. С. 98-107. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-104-4-98>

Original article

**Formation of quantitative and qualitative characteristics of beef from bulls after use  
of iodine-containing feed additives**

**Marina I Slozhenkina<sup>1</sup>, Alexey S Miroshnik<sup>2</sup>, Alexander A Mosolov<sup>3</sup>, Ivan F Gorlov<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup>Povolzhsky Research Institute of Production and Processing of Meat and Dairy Products, Volgograd, Russia

<sup>1</sup>niimmp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9542-5893>

<sup>2</sup>zxzxzx10@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8817-6435>

<sup>3</sup>niimmp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3266-9505>

<sup>4</sup>niimmp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8683-8159>

**Abstract.** The article presents the results of a research on the effect of iodine-containing feed additives on meat productivity, slaughter indicators of the Kalmyk cattle and qualitative characteristics of their

meat. The experiment were conducted in the agricultural enterprise «Plodovitoye» in Maloderbetovskiy district of the Republic of Kalmykia. For the experiment, 3 groups of Kalmyk bulls were formed, 15 heads in each. Diet of the experimental animals contained feed additive "Yoddar-Zn" in amount of 4 g per head per day, at the same time, in the second group bulls were additionally fed with bifidogenic feed additive "LactuVet-1". Combined use of these feed additives made it possible to increase growth rate of bulls, positively affected the slaughter yield, the area of loin eye and the mass fraction of flesh in the carcasses of bulls and, accordingly, increased economic efficiency of livestock production. Iodine content in rib eye also increased significantly.

**Keywords:** steers, Kalmyk cattle, feeding, feed additives, Yoddar-Zn, LactuVet-1, muscle tissue, iodine

**Acknowledgments:** the work was supported by the Russian Science Foundation, Project № 21-16 00025.

**For citation:** Slozhenkina MI, Miroshnik AS, Mosolov AA, Gorlov IF. Formation of quantitative and qualitative characteristics of beef from bulls after use of iodine-containing feed additives. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2021;104(4): 98-107. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-104-4-98>

### **Введение.**

Изменение конъюнктуры рынка пищевой продукции Российской Федерации в последнее десятилетие в сторону востребованности функциональных продуктов питания спровоцировало спрос на фортифицированное мясное сырьё, в том числе йодосодержащее.

Йод благодаря своей высокой растворимости в воде, реакционной способности и летучести своих соединений является рассеянным элементом земной коры, встречающимся во всех породах, почвах, водоёмах и даже полярных ледяных шапках (Álvarez F et al., 2016; Saiz-Lopez A et al., 2015; Huang RJ et al., 2013; Schönhardt A et al., 2012; Мирошниченко П.В. и др., 2020; Коробова Е.М. и др., 2016). Ещё основатель биогеохимии, лауреат Сталинской премии I степени, академик Императорской Санкт-Петербургской академии наук В.И. Вернадский называл йод «микросмической смесью», поскольку атомы этого галогена распространены повсеместно (Строев Ю.И. и Чурилов Л.П., 2016). Несмотря на это, организму человека имеющегося в окружающей среде и пище йода часто оказывается недостаточно для восполнения физиологических потребностей (Кравченко В.И. и Медведев Б.К., 2018). Это можно объяснить постоянным снижением содержания йода в почвенном слое в результате атмосферных осадков, наводнений, образования льда в горных районах, а также активного ведения натурального сельского хозяйства, что в свою очередь приводит к дефициту этого микроэлемента во всей пищевой цепи (Saiz-Lopez A et al., 2015; Schönhardt A et al., 2015; Смирнов А.П. и Машкина Е.А., 2017). Так, по оценкам ВОЗ, более 1,9 млрд человек по всему миру подвержены постоянному недостаточному потреблению йода (Смирнов А.П. и Машкина Е.А., 2017).

Йод является эссенциальным микроэлементом и необходим организму для размножения, роста и нормального протекания процессов обмена веществ (Кравченко В.И. и Медведев Б.К., 2018; Смирнов А.П. и Машкина Е.А., 2017; Фролов А.Н., 2020; Шемуранова Н.А. и Гарифуллина Н.А., 2020). При дефиците йода возникают аномалии развития нейронов головного мозга, разнообразные врождённые патологии, самопроизвольный выкидыш, мёртворождение, бесплодие и гипотиреоз (Prezioso G et al., 2018). Снижение рождаемости, численности здорового населения с точки зрения неврологии и психиатрии в условиях современной эпохи цифровизации представляет собой важную проблему общественного здравоохранения и сопряжено с большими экономическими издержками как для хозяйствующих субъектов, так и для государства в целом.

Именно поэтому в настоящее время весьма актуальна проблема йододефицита. Как показывает практика, йодирование соли не является достаточно эффективной мерой для её решения (Prezioso G et al., 2018; Lyons G 2018; Lin Y et al., 2021). Можно объяснить это тем, что несмотря на практически 100 % биодоступность, неорганические формы йода из кишечника попадают в кровь в виде йодидов. В то же время связанный с белками йод – в виде гидролизованых органических мо-

лекул. При этом в первом случае из организма впоследствии выводится порядка 90 % йода, а во втором – около 70 % (Трошина Е.А. и Платонова Н.М., 2008).

Таким образом, значимость разработки способов обогащения и фортификации пищевого сырья и продуктов питания органическими формами йода не вызывает сомнений.

#### Цель исследования.

Изучить влияние йодсодержащих кормовых добавок на мясную продуктивность, убойные показатели бычков калмыцкой породы и качественные характеристики их мяса.

#### Материалы и методы исследования.

**Объект исследования.** Бычки калмыцкой породы.

Обслуживание животных и экспериментальные исследования были выполнены в соответствии с инструкциями и рекомендациями российских нормативных актов (1987 г.; Приказ Минздрава СССР No 755 от 12.08.1977 «О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием экспериментальных животных») и «Guide for the Care and Use of Laboratory Animals» (National Academy Press, Washington, D.C., 1996). При проведении исследований были предприняты меры для обеспечения минимума страданий животных и уменьшения количества исследуемых опытных образцов.

**Схема эксперимента.** Научно-хозяйственный опыт по совместному действию кормовых добавок Йоддар-Zn и ЛактуВет-1 проводили в условиях СПК «Плодовитое» Малодербетовского района Республики Калмыкия.

Химический состав кормовой добавки ЛактуВет-1 приведён на рисунке 1.

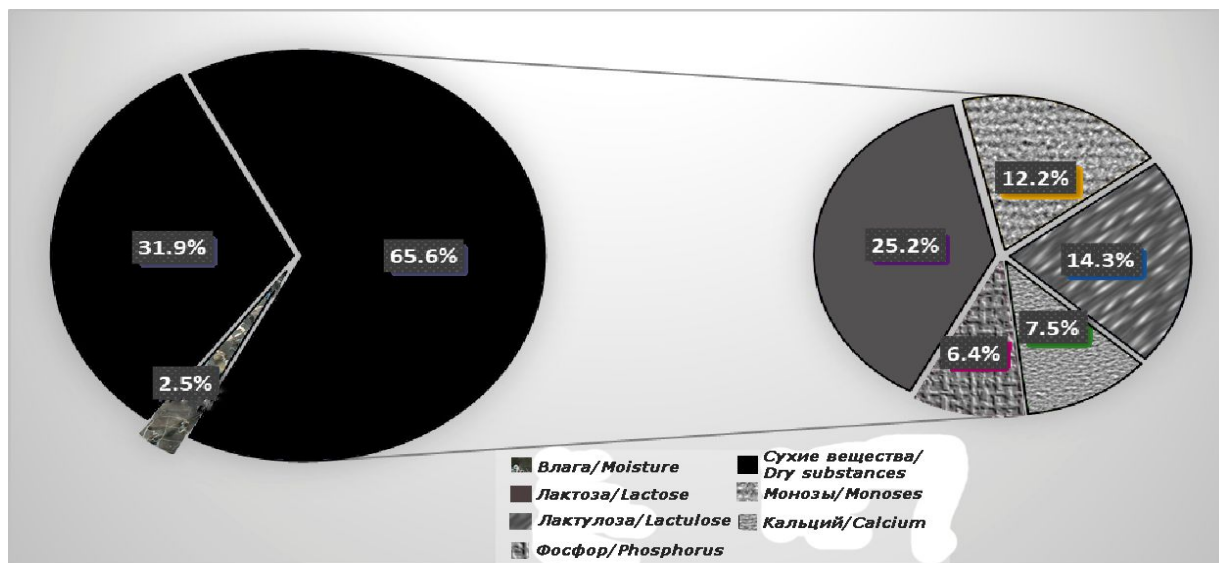


Рис. 1 – Химический состав кормовой добавки ЛактуВет-1

Figure 1 – Chemical composition of LaktuVet-1 feed additive

Кормовая добавка Йоддар-Zn (рег. № ПВР-2-10.9/02488 от 29.12.2014), используемая в настоящем опыте, была произведена ООО «Фили Н-Фарм» г. Москва. Содержание йода и цинка в ней –  $33 \pm 3,3$  мкг/г и  $12,5 \pm 1,25$  мкг/г соответственно.

Были сформированы 3 группы бычков калмыцкой породы возраста 10 месяцев по 15 голов в каждой из животных среднего типа телосложения по методу пар-аналогов. Рацион бычков был составлен при помощи программы «Корм Оптима Эксперт» в расчёте на получение среднесуточных приростов 1000 г. Он содержал: злаково-бобового сена – 7,0-9,5 кг, соломы – 3,0-4,0 кг, кон-

центрированных кормов – 2,5-4,5 кг, поваренной соли – 42,8-54,0 г, кормового фосфата – 16,7-36,8 г, премикса – 32,4-46,7 г. Рацион животных опытных групп также содержал кормовую добавку Йоддар-Zn в количестве 4 г на голову в сутки, при этом бычкам 2 опытной группы скармливали дополнительно бифидогенную кормовую добавку ЛактуВет-1 в количестве 100 мг/кг живой массы в сутки. Подопытные бычки все добавки и премиксы получали в комплексе с зерносмесью при помощи мобильного кормораздатчика.

Контрольный убой подопытного молодняка и обвалку туш выполняли в убойном пункте СПК «Плодовитое» Малодербетовского района Республики Калмыкия в возрасте 16 месяцев. Отбор проб осуществляли по общепринятым методикам.

**Оборудование и технические средства.** Анализ химического состава длиннейшей мышцы спины выполняли в клинико-диагностической лаборатории системной диагностики и лечения нарушений обмена веществ ООО «Микронутриенты» (Лицензия № ЛО-77-01-006064 от 25.04.2013) на квадрупольном масс-спектрометре Nexion 300D (Perkin Elmer, США) по методу масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой.

**Статистическая обработка.** Полученные в ходе экспериментальных работ материалы обрабатывались с помощью методов вариационной статистики с определением достоверности по Стьюденту-Фишеру при трёх уровнях вероятности с использованием программы «Statistica 6.0» («Stat Soft Inc.», США). В данном исследовании критический уровень значимости принимался меньшим или равным 0,05.

#### Результаты исследования.

В рамках опыта определялись мясные качества и убойные показатели подопытных животных, результаты которых представлены в таблице 1 и 2.

Таблица 1. Среднесуточный прирост живой массы подопытных бычков, г (n=15)  
Table 1. Average daily live weight gain of experimental bulls, g (n=15)

Период, месяцев / Time period, months	Группа животных / Group		
	контрольная /control	1 опытная / Group 1	2 опытная / Group 2
10-11	906,0±1,9	909,6±1,7	916,4±1,8
11-12	969,0±2,5	974,8±2,3	1018,8±2,1
12-13	959,1±2,4	975,0±2,4	1068,7±2,2
13-14	933,3±1,8	953,6±2,0	1048,9±1,7
14-15	894,2±2,1	929,0±1,9	1015,2±1,6
15-16	893,2±1,9	926,7±1,9	989,2±2,1
10-16	925,8±2,2	944,8±2,3	1009,5±2,5

Молодняк всех опытных групп характеризовался высокой энергией роста. Животные 2 опытной группы превосходили животных 1 опытной по абсолютному среднесуточному приросту живой массы на 64,7 г или 6,9 % ( $P \geq 0,001$ ), контрольной группы – на 83,7 г или 9,0 % ( $P \geq 0,001$ ). Результаты контрольного убоя и обвалки туш подопытных бычков представлены в таблице 2.

Результаты обвалки показали, что животные 2 опытной группы превосходили по массе мякоти аналогов из контрольной группы на 20,4 кг. При этом выход мякоти повысился на 0,91 %, площадь мышечного глазка – на 1,5 см<sup>2</sup>, а индекс мясности – на 0,23.

При постановке опыта предполагалось взаимодействие йода с углеводами в кормовой добавке ЛактуВет-1 за счёт образования органических комплексов в желудочно-кишечном тракте. Такие комплексы дольше задерживаются в организме животного. Как следствие, лучше усваивается йод. Следует отметить, что при определении химического состава мышечной ткани животных, а именно длиннейшей мышцы спины, также анализировались фармакодинамические синергисты йода, необходимые для осуществления биологических эффектов йода: цинк, селен, железо и медь. Результаты химического анализа проб длиннейшей мышцы спины подопытных животных приведены на рисунке 2.

Таблица 2. Убойные качества и показатели морфологического состава туш подопытных бычков,  $X \pm Sx$  ( $n = 6$ )Table 2. Slaughter qualities and morphological composition of carcasses of experimental bulls,  $X \pm Sx$  ( $n = 6$ )

Показатель / Indicator	Группа / Group		
	контрольная / control	1 опытная / group 1	2 опытная / group 2
Предубойная масса, кг/Pre-slaughter weight, kg	420,7 $\pm$ 0,81	428,1 $\pm$ 0,92	458,2 $\pm$ 0,68
Масса парной туши, кг/ Fresh carcass weight, kg	234,7 $\pm$ 0,66	238,8 $\pm$ 0,57	257,6 $\pm$ 0,54
Выход туши, % / Carcass yield, %	55,79	55,78	56,22
Масса внутреннего жира-сырца, кг/Carcass yield, %	12,1 $\pm$ 0,22	12,7 $\pm$ 0,19	11,9 $\pm$ 0,27
Убойная масса, кг / Slaughter weight, kg	246,8 $\pm$ 1,38	251,5 $\pm$ 2,01	269,5 $\pm$ 1,45
Убойный выход, % / Slaughter yield, %	58,66	58,75	58,82
Масса охлажденной туши, кг/ Chilled carcass weight, kg	230,90 $\pm$ 0,95	235,05 $\pm$ 0,61	253,68 $\pm$ 0,74
Масса мякоти, кг / Pulp weight, kg	183,34 $\pm$ 0,47	187,73 $\pm$ 0,22	203,74 $\pm$ 0,59
Выход мякоти, % / Pulp yield, kg	79,40	79,87	80,31
Масса костей и сухожилий, кг / Weight of bones and tendons, kg	47,56 $\pm$ 0,17	47,32 $\pm$ 0,33	49,94 $\pm$ 0,29
Выход костей и сухожилий, % / Bones and tendons yield, %	20,60	20,13	19,69
Масса сухожилий, кг / Tendon weight, kg	8,40 $\pm$ 0,19	8,43 $\pm$ 0,21	8,74 $\pm$ 0,30
Выход сухожилий, % / Tendon yield, %	3,64	3,59	3,45
Индекс мясности / Fleshing index	3,85	3,97	4,08
Площадь мышечного глазка, см <sup>2</sup> / Rib eye, cm <sup>2</sup>	78,7 $\pm$ 0,43	79,1 $\pm$ 0,51	80,2 $\pm$ 0,46

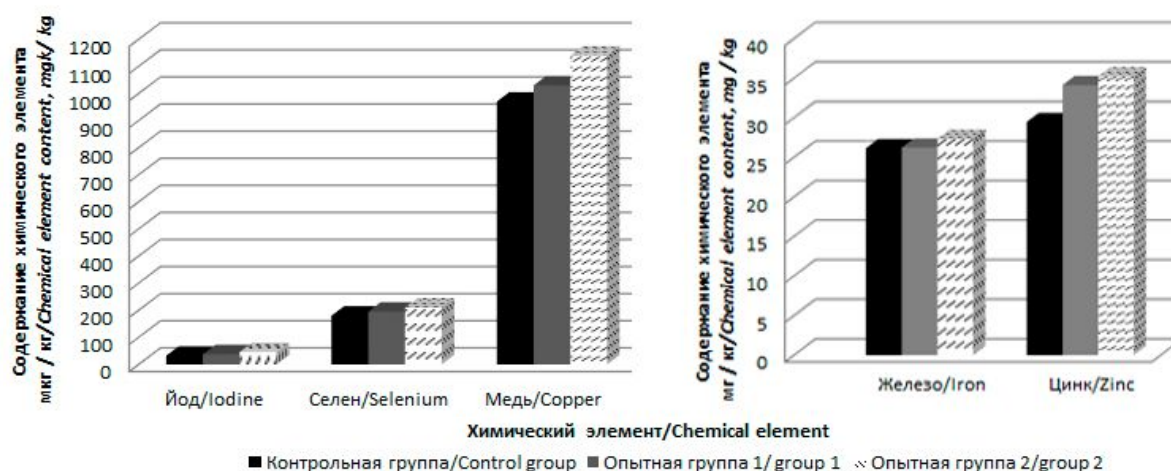


Рис. 2 – Микроэлементный состав образцов длиннейшей мышцы спины

Figure 2 – Microelement composition of rib eye samples

Примечание: Здесь и далее  $P \geq 0,05$ Note: Hereinafter  $P \geq 0.05$ 

Как видно из графика, совместное введение кормовых добавок Йоддар-Zn и ЛактуВет-1 вызвало значительное повышение содержания всех изучаемых микроэлементов в образцах средней пробы длиннейшей мышце спины, в частности содержание йода увеличилось на 6 мг/кг или 18 % по сравнению с 1 опытной группы и на 8 мг/кг или 24 % – по сравнению с контрольной группой.

Себестоимость прироста живой массы у бычков 1 опытной группы была ниже на 1,21 руб., 1 опытной группы – на 5,62 руб. в сравнении с животными контрольной группы. Дополнительной прибыли на голову соответственно было больше на 205,20 и 949,05 руб. При этом уровень рентабельности производства говядины у них был выше на 2,4 и 11,1 % соответственно.

#### **Обсуждение полученных результатов.**

Обогащение йодом мясной продукции целесообразно не только с точки зрения широкого распространения дефицита этого микроэлемента в рационе населения, признанное ООН и ВОЗ мировой проблемой, обостряющейся по мере возрастания техногенного воздействия на человека и окружающую среду, но и с позиции повышения рентабельности производства животноводческой продукции. Дело в том, что йод положительно влияет на мясную продуктивность сельскохозяйственных животных (Григорьев М.Ф. и др., 2019; Костромкина Н.В. и Валошин А.В., 2017).

Повышенное содержание йода в длиннейшей мышце спины бычков 2 опытной группы, предположительно, вызвано увеличением биодоступности цинка, меди и селена в рационе в результате положительного влияния лактулозы на состав кишечной микрофлоры (Mortensen PB et al., 1990; Мосолова Н.И. и др., 2017). Это в совокупности привело к интенсификации процессов метаболизма в организме животных и, как следствие, высокой энергии роста бычков, лучшему развитию мышечной ткани, что отразилось на убойных показателях и морфологическом составе туш.

Полученные данные о влиянии кормовой добавки Йоддар-Zn на энергию роста согласуются с результатами ранее проведенного эксперимента на бычках казахской белоголовой породы в условиях ОАО «Шуруповское» Фроловского района Волгоградской области (Горлов И.Ф. и др., 2016).

#### **Заключение.**

На основании представленных данных можно сделать вывод о целесообразности совместного введения кормовых добавок Йоддар-Zn и ЛактуВет-1 в рацион бычков калмыцкой породы с целью получения мясного сырья, обогащенного йодом и его фармакологическими синергистами.

Совместное использование этих кормовых добавок позволило увеличить интенсивность роста бычков, положительно повлияло на убойный выход, площадь мышечного глазка и массовую долю мякоти в тушах бычков и, соответственно, повысило экономическую эффективность производства продукции животноводства. Выход мякоти повысился на 0,91 %, площадь мышечного глазка – на 1,5 см<sup>2</sup>, а индекс мясности – на 0,23 относительно контрольной группы. Содержание йода в длиннейшей мышце спины увеличилось на 6 мг/кг или 18 % по сравнению с 1 опытной группой и на 8 мг/кг или 24 % – по сравнению с контрольной группой.

#### **Список источников**

1. Биотехнологические приёмы повышения продуктивного действия кормов для сельскохозяйственных животных / Н.И. Мосолова, Е.Ю. Злобина, Е.В. Карпенко, В.С. Гришин, М.В. Постнова // Вестник ВолГУ. Серия 11. Естественные науки. 2017. Т. 7. № 1. С. 19-24. [Mosolova NI, Zlobina EYu, Karpenko EV, Grishin VS, Postnova MV. Biotechnological methods of increasing the productive effect of farm animals feed. Science Journal of VolSU. Natural sciences. 2017;7(1):19-24. (In Russ)]. doi: 10.15688/jvolsu11.2017.1.2
2. Дефицит йода в агроландшафтах Брянской области / Е.М. Коробова, В.Ю. Берёзкин, Л.И. Колмыкова, Н.В. Корсакова, Л.В. Кригман // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2016. № 3. С. 57-65. [Korobova EM, Beryozkin VY, Kolmykova LI, Korsakova NV, Krigman LV. Iodine deficiency in agricultural landscapes of the Bryansk region. RUDN Journal of Ecology and Life Safety. 2016;3:57-65. (In Russ)]. doi: 10.24412/FfyG3kPYc54
3. Костромкина, Н.В., Валошин А.В. Влияние селеносодержащего препарата «Сел - Плекс» на энергию роста и мясную продуктивность молодняка крупного рогатого скота // Вестник Улья-

новской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 4(40). С. 141-144. [Kostromkina NV, Valoshin AV. Influence of selenium-containing compound Sel-Plex on the growth energy and beef productivity of young cattle. Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2017;4(40):141-144. (In Russ)]. doi: 10.18286/1816-45-2017-4-141-144

4. Кравченко В.И., Медведев Б.К. Биологическая роль йода и йодная недостаточность как патогенетический фактор возникновения тиреоидной патологии у беременных и ее профилактика // Міжнародний ендокринологічний журнал. 2018. Т. 14. № 2. С. 111-118. [Kravchenko VI, Medvedev BK. The biological role of iodine and iodine deficiency as pathogenetic factor of thyroid pathology in pregnant women and its prevention. International Journal of Endocrinology. 2018;14(2):111-118. (In Russ)]. doi: 10.22141/2224-0721.14.2.2018.130552

5. Мирошниченко П.В., Панфилина Е.В., Шантыз А.Х. Мониторинг кормов для крупного рогатого скота в Краснодарском крае // Сборник научных трудов КНИЦЗВ. 2020. Т. 9. № 1. С. 168-171. [Miroshnichenko PV, Panfilkina EV, Shantyz AK. Monitoring of feed for cattle in the Krasnodar territory. Collection of Scientific Papers of KNTSZV. 2020;9(1):168-171. (In Russ)]. doi: 10.34617/5r2n-pj56

6. Рост, развитие молодняка крупного рогатого скота в условиях Якутии при включении в их рационы минеральные кормовые добавки / М.Ф. Григорьев, А.И. Григорьева, А.В. Попова // Научный журнал КубГАУ. 2019. № 151. С. 46-55. [Grigorev MF, Grigoreva AI, Popova AV. Growth, development of bulls in the conditions of Yakutia when mineral feed additives were included in their diets. Scientific Journal of KubSAU. 2019;151:46-55. (In Russ.)]. doi: 10.21515/1990-4665-151-005

7. Смирнов А.П., Машкина Е.А. Причины йододефицитных состояний и их влияние на когнитивные способности детского населения на примере Кировской области // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 2-2(56). С. 33-35. [Smirnov AP, Mashkina EA. Causes of iodine-deficient conditions and their impact on cognitive ability of children by the example of Kirov region. International Research Journal. 2017;2-2(56):33-35. (In Russ)]. doi: 10.23670/IRJ.2017.56.028

8. Строев Ю.И., Чурилов Л.П. Осторожно: «Йодниковый период»! (к законопроекту об обязательном йодировании поваренной соли) // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. 2016. Т. 11. №1. С. 135-148. [Stroev YuI, Churilov LP. Caution: The "Iodize age"! (to the bill on mandatory iodization of table salt). Health – the basis of human development: problems and solutions. 2016;1:135-148. (In Russ)].

9. Трошина Е.А., Платонова Н.М. Метаболизм йода и профилактика йододефицитных заболеваний у детей и подростков // Вопросы современной педиатрии. 2008. № 7(3). С. 66-75. [Troshina E, Platonova N. Iodine metabolism and prophylaxis of iodine deficient diseases in children and adolescents. Current Pediatrics. 2008;7(3):66-75. (In Russ)].

10. Фролов А.Н. Использование новой технологии для коррекции элементного статуса коров с нарушениями воспроизводительной функции // Животноводство и кормопроизводство. 2020. Т. 103. № 2. С. 24-42. [Frolov AN. Using new technology to correct elemental status of cows with impaired reproductive function. Animal Husbandry and Fodder Production. 2020;103(2):24-42. (In Russ)]. doi: 10.33284/2658-3135-103-2-24

11. Шемуранова Н.А., Гарифуллина Н.А. Растения как основа для создания экологически безопасных высокофункциональных биодобавок для животных (обзор) // Аграрная наука Северо-Востока. 2020. Т. 21. № 5. С. 483-502. [Shemuranova NA, Garifullina NA. Plants as the basis for the development of environmentally friendly highly functional bioadditives for animals (review). Agricultural Science Euro-North-East. 2020;21(5):483-502. (In Russ)]. doi: 10.30766/2072-9081.2020.21.5.483-502

12. Эффективность использования новых кормовых добавок при производстве говядины / И.Ф. Горлов, А.В. Ранделин, М.И. Сложенкина, С.Н. Шлыков, А.А. Кайдулина, А.В. Яковенко // Вестник мясного скотоводства. 2016. № 1(93). С. 80-85. [Gorlov IF, Randelin AV, Slozhenkina MI, Shlykov SN, Kaydulina AA, Yakovenko AV. Effectiveness of using new feed additives in beef production. Herald of Beef Cattle Breeding. 2016;1(93):80-85. (In Russ.)].

13. Álvarez F, Reich M, Snyder G, Pérez-Fodich A, Muramatsu Y, Daniele L, Fehn U. Iodine budget in surface waters from Atacama: Natural and anthropogenic iodine sources revealed by halogen geochemistry and iodine-129 isotopes. *Applied Geochemistry*. 2016;68:53-63. doi: 10.1016/j.apgeochem.2016.03.011
14. Huang RJ, Thorenz UR, Kundel M, Venables DS, Ceburnis D, Ho KF, Chen J, Vogel AL, Küpper FC, Smyth PPA, Nitschke U, Stengel DB, Berresheim H, O'Dowd CD, Hoffmann T. The seaweeds *Fucus vesiculosus* and *Ascophyllum nodosum* are significant contributors to coastal iodine emissions. *Atmospheric Chemistry and Physics*. 2013;13(10):5255-5264. doi: 10.5194/acp-13-5255-2013
15. Lin Y, Chen D, Wu J, Chen Z. Iodine status five years after the adjustment of universal salt iodization: a cross-sectional study in Fujian Province, China. *Nutrition Journal*. 2021;20(1):17. doi: 10.1186/s12937-021-00676-7
16. Lyons G. Biofortification of cereals with foliar selenium and iodine could reduce hypothyroidism. *Frontiers in Plant Science*. 2018;9:730. doi: 10.3389/fpls.2018.00730
17. Mortensen PB, Holtug K, Bonnén H, Clausen MR. The degradation of amino acids, proteins, and blood to short-chain fatty acids in colon is prevented by lactulose. *Gastroenterology*. 1990;98(2):353-360. doi: 10.1016/0016-5085(90)90825-l
18. Prezioso G, Giannini C, Chiarelli F. Effect of thyroid hormones on neurons and neurodevelopment. *Hormone Research in Paediatrics*. 2018;90(2):73-81. doi: 10.1159/000492129
19. Saiz-Lopez A, Blaszczyk-Boxe CS, Carpenter LJ. A mechanism for biologically induced iodine emissions from sea ice. *Atmospheric Chemistry and Physics*. 2015;15(17):9731-9746. doi: 10.5194/acp-15-9731-2015
20. Schönhardt A, Richter A, Begoin M, Burrows JP. Iodine monoxide and the relations to sea ice and biological activity. European Space Agency (Special Publication) ESA SP. 2012;703SP:13.

## References

1. Mosolova NI, Zlobina EYu, Karpenko EV, Grishin VS, Postnova MV. Biotechnological methods of increasing the productive effect of farm animals feed. *Science Journal of VolSU. Natural sciences*. 2017;7(1):19-24. doi: 10.15688/jvolsu11.2017.1.2
2. Korobova EM, Beryozkin VY, Kolmykova LI, Korsakova NV, Krigman LV. Iodine deficiency in agricultural landscapes of the Bryansk region. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2016;3:57-65. doi: 10.24412/FfyG3kPYc54
3. Kostromkina NV, Valoshin AV. Influence of selenium-containing compound sel-plex on the growth energy and meat productivity of young cattle. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2017;4(40):141-144. doi: 10.18286/1816-45-2017-4-141-144
4. Kravchenko VI, Medvedev BK. The biological role of iodine and iodine deficiency as pathogenic factor of thyroid pathology in pregnant women and its prevention. *International Journal of Endocrinology*. 2018;14(2):111-118. doi: 10.22141/2224-0721.14.2.2018.130552
5. Miroshnichenko PV, Panfilkina EV, Shantyz AK. Monitoring of feed for cattle in the Krasnodar territory. *Collection of Scientific Papers of KRCAHVM*. 2020;9(1):168-171. doi: 10.34617/5r2n-pj56
6. Grigorev MF, Grigoreva AI, Popova AV. Growth, development of bulls in the conditions of Yakutia when including mineral feed additives in their rations. *Scientific Journal of KubSAU*. 2019;151:46-55. doi: 10.21515/1990-4665-151-005
7. Smirnov AP, Mashkina EA. Causes of iodine-deficient conditions and their impact on cognitive ability of children by the example of Kirov region. *International Research Journal*. 2017;2-2(56):33-35. doi: 10.23670/IRJ.2017.56.028
8. Stroeve Yul, Churilov LP. Caution: The "Iodize age"! (to the bill on mandatory iodization of table salt). *Health - the Basis of Human Development: Problems and Solutions*. 2016;1:135-148.
9. Troshina E, Platonova N. Iodine metabolism and prophylaxis of iodine deficient diseases in children and adolescents. *Current Pediatrics*. 2008;7(3):66-75.



10. Frolov AN. Using new technology to correct elemental status of cows with impaired reproductive function. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2020;103(2):24-42. doi: 10.33284/2658-3135-103-2-24
11. Shemuranova NA, Garifullina NA. Plants as the basis for the development of environmentally friendly highly functional bioadditives for animals (review). *Agricultural Science Euro-North-East*. 2020;21(5):483-502. doi: 10.30766/2072-9081.2020.21.5.483-502
12. Gorlov IF, Randelin AV, Slozhenkina MI, Shlykov SN, Kaydulina AA, Yakovenko AV. Effectiveness of using new feed additives in beef production. *Herald of Beef Cattle Breeding*. 2016;1(93):80-85.
13. Álvarez F, Reich M, Snyder G, Pérez-Fodich A, Muramatsu Y, Daniele L, Fehn U. Iodine budget in surface waters from Atacama: Natural and anthropogenic iodine sources revealed by halogen geochemistry and iodine-129 isotopes. *Applied Geochemistry*. 2016;68:53-63. doi: 10.1016/j.apgeochem.2016.03.011
14. Huang RJ, Thorenz UR, Kundel M, Venables DS, Ceburnis D, Ho KF, Chen J, Vogel AL, Küpper FC, Smyth PPA, Nitschke U, Stengel DB, Berresheim H, O'Dowd CD, Hoffmann T. The seaweeds *Fucus vesiculosus* and *Ascophyllum nodosum* are significant contributors to coastal iodine emissions. *Atmospheric Chemistry and Physics*. 2013;13(10):5255-5264. doi: 10.5194/acp-13-5255-2013
15. Lin Y, Chen D, Wu J, Chen Z. Iodine status five years after the adjustment of universal salt iodization: a cross-sectional study in Fujian Province, China. *Nutrition Journal*. 2021;20(1):17. doi: 10.1186/s12937-021-00676-7
16. Lyons G. Biofortification of cereals with foliar selenium and iodine could reduce hypothyroidism. *Frontiers in Plant Science*. 2018;9:730. doi: 10.3389/fpls.2018.00730
17. Mortensen PB, Holtug K, Bonnén H, Clausen MR. The degradation of amino acids, proteins, and blood to short-chain fatty acids in colon is prevented by lactulose. *Gastroenterology*. 1990;98(2):353-360. doi: 10.1016/0016-5085(90)90825-1
18. Prezioso G, Giannini C, Chiarelli F. Effect of thyroid hormones on neurons and neurodevelopment. *Hormone Research in Paediatrics*. 2018;90(2):73-81. doi: 10.1159/000492129
19. Saiz-Lopez A, Blaszcak-Boxe CS, Carpenter LJ. A mechanism for biologically induced iodine emissions from sea ice. *Atmospheric Chemistry and Physics*. 2015;15(17):9731-9746. doi: 10.5194/acp-15-9731-2015
20. Schönhardt A, Richter A, Begoin M, Burrows JP. Iodine monoxide and the relations to sea ice and biological activity. *European Space Agency (Special Publication) ESA SP*. 2012;703SP:13.

#### **Информация об авторах:**

**Марина Ивановна Сложенкина**, доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, директор, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, 400120, Волгоград, ул. имени Маршала Рокоссовского, 6, тел.: 8 (844)239-10-48.

**Алексей Сергеевич Мирошник**, аспирант факультета пищевых биотехнологий и инженерии университета ИТМО, младший научный сотрудник, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, 400120, Волгоград, ул. имени Маршала Рокоссовского, 6, тел.: 8(844)239-10-48.

**Александр Анатольевич Мосолов**, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, 400120, Волгоград, ул. имени Маршала Рокоссовского, 6, тел.: 8(844)239-10-48.

**Иван Фёдорович Горлов**, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, главный научный сотрудник, научный руководитель, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции, 400120, г. Волгоград, ул. имени Маршала Рокоссовского, 6, тел.: 8(844)239-10-48.

**Information about the authors:**

**Marina I Slozhenkina**, Dr. Sci. (Biology), Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director of the Povolzhsky Research Institute for the Production and Processing of Meat and Dairy Products, 6 Street named after Marshal Rokossovsky, 400120, Volgograd, tel.: 8(844)239-10-48.

**Alexey S Miroshnik**, PhD student at the Faculty of Food Biotechnology and Engineering, ITMO University, Junior Researcher of the Povolzhsky Research Institute of Production and Processing of Meat and Dairy Products", 6 Street named after Marshal Rokossovsky, 400120, Volgograd, tel.: 8(844)239-10-48.

**Alexander A Mosolov**, Dr. Sci. (Biology), Leading Researcher of the Povolzhsky Research Institute of Production and Processing of Meat and Dairy Products, 6 Street named after Marshal Rokossovsky, 400120, Volgograd, tel.: 8(844)239-10-48.

**Ivan F Gorlov**, Dr. Sci. (Agriculture), Academician of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher, Research Manager of Povolzhsky Research Institute of Production and Processing of Meat and Dairy Products, 6 Street named after Marshal Rokossovsky, 400120, Volgograd, tel.: 8(844)239-10-48.

Статья поступила в редакцию 18.11.2021; одобрена после рецензирования 30.11.2021; принята к публикации 13.12.2021.

The article was submitted 18.11.2021; approved after reviewing 30.11.2021; accepted for publication 13.12.2021.