

Модель биоэнергетического параметрирования воспроизводящего поголовья овец при оценке шерстной продуктивности

Л. Д. Самусенко[✉], А. В. Мамаев, С. Н. Химичева, А. О. Соловьева

Орловский государственный аграрный университет им. Н. В. Парахина, Орел, Россия

[✉]E-mail: ldsamusenko@mail.ru

Аннотация. В свете современных тенденций развития АПК, направленного на производство и увеличение экологически чистой продукции овцеводства, селекционные методы нуждаются в совершенствовании подходов, основанных на использовании новых, более тонких биоинформационных методик. **Научная новизна** работы заключается в том, что впервые проведены комплексные исследования, позволяющие путем применения биоэнергетического параметрирования поверхностно локализованных биологически активных центров проводить оценку селекционных показателей продуктивного потенциала воспроизводящего поголовья овец разного возраста. На основе вышеизложенного будет составлена информационная модель процесса оценки продуктивного потенциала воспроизводящего поголовья овец разного возраста. **Цель** исследований – выполнить биоэнергетическое параметрирование для создания цифровой модели оценки шерстного продуктивного потенциала воспроизводящего поголовья овец разного возраста. **Методы.** Исследования проводились в ОС «Навесное» с 2016 по 2022 г. Объектом исследований являлись бараны и матки овец северокавказской породы. В опытах использовано 136 голов маток и 9 голов баранов-производителей в возрасте от 1,5 до 3,5 лет. Измерения уровней биоэлектрических потенциалов проводили прибором типа ЭЛАП в поверхностно локализованных биологически активных центрах (ПЛБАЦ) № 13, № 15, № 64, № 65, № 80 в течение трех смежных дней с расчетом средних значений. **Результаты.** Продуктивные показатели баранов-производителей и овцематок взаимосвязаны с уровнями биоэлектрических потенциалов их ПЛБАЦ; параметрирование уровней биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ овец северокавказской породы позволяет оценивать селекционно-генетические параметры шерстной продуктивности воспроизводящего поголовья овец и формировать оптимальные варианты подбора родительских пар. Данные закономерности могут быть успешно использованы в селекционной работе с овцами северокавказской породы при оценке их селекционно наследуемых показателей продуктивности и при подборе родительских пар. Разработанная цифровая модель биоинформационной оценки показателей продуктивности овец позволяет с высокой долей вероятности прогнозировать степень наследуемости продуктивных показателей и увеличивать рентабельность отрасли.

Ключевые слова: овцематки, бараны, шерстная продуктивность, биоэнергетическое параметрирование, поверхностно локализованные биологически активные центры

Для цитирования: Самусенко Л. Д., Мамаев А. В., Химичева С. Н., Соловьева А. О. Модель биоэнергетического параметрирования воспроизводящего поголовья овец при оценке шерстной продуктивности // Аграрный вестник Урала. 2025. Т. 25, № 01. С. 83–93. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-01-83-93>.

Дата поступления статьи: 10.06.2024, **дата рецензирования:** 21.09.2024, **дата принятия:** 27.09.2024.

A model of bioenergetic parameterization of a reproducing sheep population in assessing wool productivity

L. D. Samusenko✉, A. V. Mamaev, S. N. Khimicheva, A. O. Solovyeva
Orel State Agrarian University named after N. V. Parakhin, Orel, Russia
✉E-mail: ldsamusenko@mail.ru

Abstract. The purpose In the light of current agricultural development trends aimed at the production and increase of environmentally friendly sheep products, breeding methods need to improve approaches based on the use of new, more subtle bioinformatic techniques. **Scientific novelty** of the work lies in the fact that, for the first time, comprehensive studies have been conducted that make it possible, through the use of bioenergetic parameterization of superficially localized biologically active centers, to evaluate breeding indicators of the productive potential of reproducing sheep of different ages. Based on the above, an information model of the process of assessing the productive potential of reproducing sheep of different ages will be compiled. **The purpose** of the research perform bioenergetic parameterization to create a digital model for estimating the wool productive potential of reproducing sheep of different ages. **Methods.** The research was carried out at the Navesnoye laboratory from 2016 to 2022. The object of the research were sheep and queens of sheep of the North Caucasian breed. The experiments used 136 heads of queens and 9 heads of breeding sheep aged from 1.5 to 3.5 years. Bioelectric potential levels were measured using an ELAP-type device in superficially localized biologically active centers (SLBAC) № 13, № 15, № 64, № 65, № 80 for three consecutive days with the calculation of averages. **Results.** The productive indicators of breeding sheep and ewes are interrelated with the levels of bioelectric potentials of their sheep; parameterization of the levels of bioelectric potentials of sheep of the North Caucasian breed makes it possible to evaluate the breeding and genetic parameters of wool productivity of reproducing sheep and to form optimal options for the selection of parental pairs. These patterns can be successfully used in breeding work with sheep of the North Caucasian breed in the assessment of their breeding heritable productivity indicators and in the selection of parental pairs. The developed digital model of bioinformatic assessment of sheep productivity indicators makes it possible to predict the degree of heritability of productive indicators with a high degree of probability and increase the profitability of the industry.

Keywords: sheep, sheep, wool productivity, bioenergetic parameterization, superficially localized biologically active centers

For citation: Samusenko L. D., Mamaev A. V., Khimicheva S. N., Solovyeva A. O. A model of bioenergetic parameterization of a reproducing sheep population in assessing wool productivity. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2025; 25 (01): 83–93. DOI: <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-01-83-93>. (In Russ.)

Date of paper submission: 10.06.2024, **date of review:** 21.09.2024, **date of acceptance:** 27.09.2024.

Постановка проблемы (Introduction)

Современный этап экономического и социального развития страны характеризуется существенным влиянием на него цифровизации. Сельское хозяйство в мире превращается из традиционной в высокотехнологичную отрасль, способную создавать новые рынки инновационных разработок с использованием современных цифровых технологий. Внедрение интеллектуальных цифровых решений будет способствовать развитию овцеводства, повышению производительности труда и снижению себестоимости продукции, что, в свою очередь, позволит государству, бизнесу и обществу развиваться эффективнее [1–3].

Многолетний практический опыт показывает, что конкурентоспособность овцеводства определяется продуктивностью разводимых пород овец, которые должны характеризоваться отличной шерстной продуктивностью, хорошо выраженными мясными качествами и высокой приспособленностью к условиям разведения [3–6]. Племенные овцы традиционно пользуются повышенным спросом, а отрасль способна конкурировать с другими отраслями животноводства. Интенсивное развитие современного овцеводства, несомненно, требует ускорения и оптимизации, а достоверное прогнозирование продуктивности потомства является важнейшим условием эффективного ведения отрасли

[3; 7–9]. В пределах породы, возраста овец уровень их продуктивности и качественные характеристики получаемого сырья находятся в зависимости от действия наследственных, индивидуальных и породных особенностей животных, обусловленных аддитивным действием генов, а также от условий кормления, содержания и эксплуатации. Комплекса факторов обеспечивает формирование определенного количества и качества продукции, что в целом отражается в том числе и на тонине шерсти [4; 10].

В селекции овец знание закономерностей изменчивости показателей позволяет производить систематический учет и прогнозирование продуктивности при планировании экономики производства. В свете современных тенденций развития АПК, направленного на производство и увеличение экологически чистой продукции овцеводства, селекционные методы нуждаются в совершенствовании подходов, основанных на использовании новых, более тонких биоинформационных методик. В этом отношении определенного внимания заслуживает изучение и использование компенсаторно-приспособительных реакций животного организма через особые образования на поверхности тела животного – поверхностно локализованные биологически активные центры (ПЛБАЦ), которые являются элементами, участвующими в реализации реакций гомеостатирования организма. Рефлекторные элементы – это своеобразные сенсоры для обмена информацией между биологической системой и окружающей средой. Информация о состоянии биологической системы преобразуется в форму, удобную для передачи и направляется в форме электрических импульсов в управляющий элемент функциональной системы – центральную нервную систему. Это наиболее быстрый путь передачи информации в живых организмах [11; 12].

В результате анализа исследований, проведенных Л. Д. Самусенко и А. В. Мамаевым (2022, 2023), установлено, что продуктивность сельскохозяйственных животных можно прогнозировать по уровням биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ, а с помощью воздействия на центры можно корректировать функциональную деятельность тех или иных органов и систем органов [13–15]. Применение подходов, основанных на изучении функциональной активности ПЛБАЦ для оценки племенного поголовья овец, позволит рациональнее проводить отбор и подбор родительских пар, лучше организовывать селекционный процесс в стадах и получать высокоценный племенной молодняк для формирования высокопродуктивных стад животных.

Гипотезой исследований являлось положение о том, что уровни биоэнергетической активности ПЛБАЦ могут служить одним из элементов биоинформационной цифровой модели прогнозирования уровней продуктивности овец разного возраста.

Новизна работы заключается в том, что впервые проведены комплексные исследования, позволяющие путем применения биоэнергетического параметрирования ПЛБАЦ проводить оценку селекционных показателей продуктивного потенциала воспроизводящего поголовья овец разного возраста.

На основе вышеизложенного будет составлена информационная модель процесса оценки продуктивного потенциала воспроизводящего поголовья овец разного возраста.

Цель исследований – провести биоэнергетическое параметрирование для создания цифровой модели оценки продуктивного потенциала воспроизводящего поголовья овец разного возраста.

Методология и методы исследования (Methods)

Исследования проводились в ОС «Навесное» с 2016 по 2022 год. Объектом исследований являлись бараны и матки овец северокавказской породы. В опытах использовано 136 голов маток и 9 голов баранов-производителей в возрасте от 1,5 до 3,5 лет, из которых были сформированы по три опытные группы маток и баранов-производителей. Опытные группы формировали по принципу аналогов с учетом возраста и живой массы. За контроль были приняты опытные группы маток и баранов-производителей в возрасте 1,5 лет.

Опытные животные находились в одинаковых условиях кормления и содержания. Полноценность кормления оценивали по фактическим рационам кормления и концентрации питательных веществ в сухом веществе, сравнивая их с рекомендуемыми нормами ВИЖ. Изучены показатели продуктивности: живая масса, кг; настриг шерсти, кг; тонина волокна, мкм; длина шерсти, см; извитость, шт. на 1 см. Живая масса определялась индивидуально с точностью до 0,5 кг, длина шерсти – индивидуально во время бонитировки с точностью до 0,5 см. Инструментальная оценка тонины шерсти проводилась индивидуально у основных баранов-производителей и маток. Нاستриг шерсти в оригинале учитывался индивидуально во время стрижки с точностью до 0,1 кг. Выход чистого волокна, выраженный в процентах, определялся после промывки образцов шерсти (шерсть отбиралась с боков, спины, ляжек) индивидуально у основных и ремонтных баранов; у каждой пятой матки и ярки – по ГОСТ 17514-93 «Шерсть натуральная. Методы определения тонины».

Ранее проведенными исследованиями А. В. Мамаева и Л. Д. Самусенко на теле овец идентифицированы 80 поверхностно локализованных биологически активных центров (патент РФ 2570325), имеющих строго определенную локализацию и особенности морфофункционального строения. Руководствуясь метамерно структурной организацией ПЛБАЦ и их связями с центральной и вегетативной

нервной системой, для исследований были выбраны ПЛБАЦ № 13, № 15, № 64, № 65, № 80. Места их локализации отличаются наличием большого количества нервных ветвей, исходящих из разных отделов спинного мозга, и их непосредственной связью через афферентные нервные окончания с головным мозгом.

Измерения уровней биоэлектрических потенциалов проводили прибором типа ЭЛАП в течение трех смежных дней, с расчетом средних значений. Места локализации ПЛБАЦ: № 13 – на дорсомедиальной линии тела в углублении между остистым отростком последнего поясничного, позвонка и первым крестцовым позвонком; № 15 – на дорсомедиальной линии тела между остистыми отростками последнего крестцового и первого хвостового

позвонков; № 64 – билатерально, каудально 13-го ребра на 1 ширину ладони и 2 поперечника пальца и дорсально БАЦ 63 (локализация БАЦ 63 – билатерально, каудально 13-го ребра на 3 поперечника пальца на уровне верхнего края плечевого сустава) на два поперечника пальцев; № 65 – билатерально на один поперечник пальца каудально БАЦ 64 и на один поперечник пальца дорсально БАЦ 64; № 80 – билатерально, на 2–4 поперечника пальцев ниже медиального края коленной чашечки и 1–2 поперечника пальцев с латеральной стороны большеберцовой кости каудально. Полученные данные обрабатывали методом вариационной статистики с вычислением критерия достоверности по Стьюденту с использованием ПК и компьютерных программ Microsoft Office Excel 2010, SPSS18.

Таблица 1
Продуктивные показатели и уровни биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ баранов-производителей разного возраста

Показатель	Группа опыта; возраст баранов-производителей, лет		
	1 (к); 1,5	2; 2,5	3; 3,5
	$X \pm m$	$X \pm m$	$X \pm m$
Количество, голов	3	3	3
Уровни биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ, мкА	43,9 ± 0,56	49,6 ± 0,45***	48,7 ± 0,50**
$C_{\text{в}}$, %	4,02	2,67	1,83
Живая масса, кг	81,8 ± 0,68	90,0 ± 1,17**	96,9 ± 1,9***
$C_{\text{в}}$, %	1,42	2,22	3,43
Настриг невымытой шерсти, кг	8,8 ± 0,68	11,1 ± 0,15*	12,5 ± 0,29*
$C_{\text{в}}$, %	13,20	2,20	4,00
Естественная длина шерсти, см	13,5 ± 1,17	12,3 ± 1,56	12,3 ± 2,7
$C_{\text{в}}$, %	15,38	21,62	5,26
Тонина шерсти, мкм	33,0 ± 1,17	31,0 ± 1,17	32,3 ± 1,56
$C_{\text{в}}$, %	6,06	2,10	8,24
Извитость, шт/см	13,0 ± 1,17	12,3 ± 1,56	12,6 ± 0,39
$C_{\text{в}}$, %	20,00	20,0	18,18

Примечание. Разница статистически достоверна по сравнению с контролем: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Table 1
Productive indicators and levels of bioelectric potentials of SLBAC of sheep producers of different ages

Indicator	Group of experience, age of sheep producers, year		
	1 (c); 1,5	2; 2,5	3; 3,5
	$X \pm m$	$X \pm m$	$X \pm m$
Number, heads	3	3	3
Level of bioelectric potential SLBAC, mV	43.9 ± 0.56	49.6 ± 0.45***	48.7 ± 0.50**
$C_{\text{в}}$, %	4.02	2.67	1.83
Live weight, kg	81.8 ± 0.68	90.0 ± 1.17**	96.9 ± 1.9***
$C_{\text{в}}$, %	1.42	2.22	3.43
Shearing of unwashed wool, kg	8.8 ± 0.68	11.1 ± 0.15*	12.5 ± 0.29*
$C_{\text{в}}$, %	13.20	2.20	4.00
Natural wool length, cm	13.5 ± 1.17	12.3 ± 1.56	12.3 ± 2.7
$C_{\text{в}}$, %	15.38	21.62	5.26
Wool tone, microns	33.0 ± 1.17	31.0 ± 1.17	32.3 ± 1.56
$C_{\text{в}}$, %	6.06	2.10	8.24
Tortuosity, pcs/cm	13.0 ± 1.17	12.3 ± 1.56	12.6 ± 0.39
$C_{\text{в}}$, %	20.00	20.00	18.18

Note. The difference is statistically significant compared to the control: * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

Продуктивные показатели и уровни биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ маток разного возраста

Показатель	Группа опыта, возраст маток, лет		
	1 (к); 1,5	2; 2,5	3;3,5
	$X \pm m$	$X \pm m$	$X \pm m$
Количество, голов	48	45	43
Уровни биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ, мкА	35,5 ± 0,34	38,8 ± 0,36***	41,2 ± 0,70***
C_{λ} , %	6,79	6,26	11,04
Живая масса, кг	41,0 ± 0,34	44,0 ± 0,42**	49,2 ± 0,45***
C_{λ} , %	5,84	5,8	6,1
Настриг невытой шерсти, кг	3,12 ± 0,1	4,09 ± 0,1**	4,47 ± 0,10***
C_{λ} , %	14,15	12,83	15,44
Естественная длина шерсти, см	9,5 ± 0,31	11,1 ± 0,22*	12,1 ± 0,22*
C_{λ} , %	23,17	13,3	12,11
Тонина шерсти, мкм	30,5 ± 0,28	30,8 ± 0,31	31,5 ± 0,52
C_{λ} , %	6,3	6,7	10,86
Извитость, шт/см	11,91 ± 0,21	13,84 ± 0,23	14,9 ± 0,23
C_{λ} , %	12,68	11,31	10,27

Примечание. Разница статистически достоверна по сравнению с контролем: * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

Table 2

Productive indicators and levels of bioelectric potentials of swimmers of queens of different ages

Indicator	Group of experience, age of queens, year		
	1 (c); 1.5	2; 2.5	3; 3.5
	$X \pm m$	$X \pm m$	$X \pm m$
Number, heads	48	45	43
Level of bioelectric potential SLBAC, mV	35.5 ± 0.34	38.8 ± 0.36***	41.2 ± 0.70***
C_{λ} , %	6.79	6.26	11.04
Live weight, kg	41.0 ± 0.34	44.0 ± 0.42**	49.2 ± 0.45***
C_{λ} , %	5.84	5.8	6.1
Shearing of unwashed wool, kg	3.12 ± 0.1	4.09 ± 0.1**	4.47 ± 0.10***
C_{λ} , %	14.15	12.83	15.44
Natural wool length, cm	9.5 ± 0.31	11.1 ± 0.22*	12.1 ± 0.22*
C_{λ} , %	23.17	13.3	12.11
Wool tone, microns	30.5 ± 0.28	30.8 ± 0.31	31.5 ± 0.52
C_{λ} , %	6.3	6.7	10.86
Tortuosity, pcs/cm	11.91 ± 0.21	13.84 ± 0.23***	14.9 ± 0.23***
C_{λ} , %	12.68	11.31	10.27

Note. The difference is statistically significant compared to the control: * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

Результаты (Results)

В связи с изменяющимися требованиями к продуктивным качествам овец увеличивается число селекционируемых признаков. Ведение селекции по всем показателям малоэффективно, отсюда возникает необходимость расширения знаний о характере связей между признаками, которые позволят вести одновременную селекцию по нескольким наиболее важным показателям продуктивности животных.

В хозяйстве применяется естественное осеменение овцематок чистопородными баранами-производителями северокавказской породы. Животные обладают высокой скороспелостью и представляют весьма большую племенную ценность. Для создания и внедрения в практику цифровой модели

оценки продуктивного потенциала овец проведены опыты по биоэнергетическому параметрированию ПЛБАЦ животных. Уровни биоэлектрических потенциалов, измеренные в ПЛБАЦ, и продуктивные показатели опытных баранов-производителей и овцематок представлены в таблицах 1, 2.

Бараны-производители имели значения уровней биоэлектрических потенциалов и показатели продуктивности, соответствующие их возрастным особенностям. Контрольные молодые бараны-производители в возрасте 1,5 лет отличались низкими, средними уровнями биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ (43,9 мкА) и достоверно уступали по уровням биоэлектрических потенциалов животным в возрасте 2,5 и 3,5 лет в среднем на 5,7 мкА и

4,8 мкА соответственно ($p < 0,05$). По живой массе и настригу невымытой шерсти также установлена достоверная разница относительно контроля на 8,2 кг и 15,1 кг, 2,3 кг и 3,7 кг соответственно ($p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,001$). Естественная длина шерсти у молодых баранов с меньшими уровнями биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ была выше, чем у возрастных баранов, в среднем на 1,1 см при недостоверных различиях. Установлено, что при снижении средних значений уровней биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ диаметр шерстного волокна в косице увеличивается. Так, при средних уровнях биоэлектрических потенциалов 43,9 мкА диаметр волокна составлял 33,0 мкм, а при 49,6 мкА – 31,0 мкм. Извитость волокна зависит от показателя тонины и в среднем во всех трех опытных группах составила 12,6 шт/см при недостоверных различиях. Расчеты коэффициентов изменчивости (C_v , %) количественных признаков руна показали значения от 1 % до 13 %, качественных показателей – от 5 % до 21 %. Таким образом, установлено, что уровни биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ баранов-производителей отражают их продуктивные показатели в соответствии с возрастом.

При изучении продуктивных показателей и уровней биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ овцематок были выявлены аналогичные закономерности (таблица 2). Так, показатели уровней биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ маток в возрасте 2,5 и 3,5 лет превышали показатели контрольной группы молодых животных на 3,32 мкА и 5,73 мкА при достоверной разнице ($p < 0,001$). По живой массе различия в опытных группах овцематок второй и третьей опытных групп также были достоверными по сравнению с контролем на 3,0 кг и 8,2 кг соответственно ($p < 0,01$; $p < 0,001$).

По настригу невымытой шерсти прослеживалась аналогичная закономерность. Достоверные различия между матками контрольной группы и матками второй и третьей группы составили 0,97 кг и 1,35 кг соответственно при $p < 0,01$ и $p < 0,001$. У животных второй и третьей опытных групп были достоверно выше по сравнению с контролем ($p < 0,05$, $p < 0,001$) естественная длина шерсти на 1,6 см и 2,6 см, извитость на 1,93 и 2,99 шт/см, соответственно. По тонине шерсть соответствовала породе, находилась в требуемых по инструкции бонитировки пределах, но не отличалась достоверными отличиями по группам опыта.

Коэффициент изменчивости (C_v , %) количественных признаков руна не превышал 15%, в то время как изменчивость (C_v , %) качественных показателей варьировала в более широких пределах – от 6 % до 23 %, что указывает на большую их подверженность влиянию паратипических и средовых факторов, чем генетических.

Знания корреляционных зависимостей признаков продуктивности совместно с измеренными биоэнергетическими характеристиками организма животных является необходимой предпосылкой для научного обоснования создаваемой цифровой модели оценки продуктивного потенциала воспроизводящего поголовья овец разного возраста. При наличии генотипической корреляции признаков отбор по одному из признаков, обусловленный плеiotропным действием, затрагивает и другой, связанный с действием данного гена, что обуславливает при их сегрегации одновременное изменение особенностей фенотипа, которые соответственно не детерминируют. Сущность и характер проявления количественных признаков обусловлены комплексной комбинацией большого числа генов, поэтому поиск показателей, позволяющих вести косвенный отбор представляет как теоретический, так и практический интерес для селекции [10; 16].

Наиболее достоверным биостатистическим методом, позволяющим установить наличие взаимосвязи между количественными и качественными показателями шерстной продуктивности, служит расчет коэффициентов корреляции уровней биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ и традиционных продуктивных характеристик (r) (таблица 3).

Анализ данных таблицы 3 показывает положительно тесную связь зависимых переменных – уровней биоэлектрических потенциалов и возраста у баранов-производителей + 0,678, у маток + 0,992. После проведения дальнейшего коррелятивного анализа зависимости уровней биоэлектрических потенциалов с показателями продуктивности была установлена разнонаправленная с разной степенью проявления связь. Так, положительная с разной силой проявления коррелятивная связь между переменными «живая масса» и «уровни биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ» у баранов-производителей составили +0,767...+0,951, уровнями биоэлектрических потенциалов и настригом шерсти +0,409...+0,973. У маток коррелятивная связь аналогичных показателей имела также прямолинейную направленность с умеренной силой проявления. Коррелятивная связь переменных уровней биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ и тонины шерсти у баранов-производителей имела положительную связь с силой проявления +0,327...+0,921, а у маток, напротив, обратную, умеренной степени связь –0,711...+0,133. По связи переменных уровней биоэлектрических потенциалов и длины шерсти у баранов наблюдалась положительная тесная связь +0,703...+1, у маток – положительная с умеренной силой связи +0,370...+0,480. Зависимость уровней биоэлектрических потенциалов и извитости шерсти в группах была прямой у баранов-производителей с тесной силой связи +0,654...+0,866, у маток – умеренной (+0,219...+0,505).

Таблица 3

Корреляция селекционных показателей овец с уровнями биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ

Коэффициент корреляции (r)	Производитель ♂	Матка ♀
Уровни биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ – возраст	+0,678	+0,992
Уровни биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ – живая масса	+0,767...+0,951	+0,418...+0,488
Уровни биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ – настриг шерсти	+0,409...+0,973	+ 0,214...+0,421
Уровни биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ – тонина шерсти	+0,327...+0,921	-0,715...+0,133
Уровни биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ – длина шерсти	-0,703...+1	+0,370...+0,480
Уровни биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ – извитость шерсти	+0,654...+0,866	+0,219...+0,505

Table 3

Correlation of sheep breeding indicators with the levels of bioelectric potentials of the SLBAC

Correlation coefficient (r)	Manufacturer ♂	Uterus ♀
Bioelectric potential levels SLBAC – age	+0.678	+0.992
Bioelectric potential levels SLBAC – live weight	+0.767...+0.951	+0.418...+0.488
Bioelectric potential levels SLBAC – shearing of wool	+0.409...+0.973	+ 0.214...+0.421
Bioelectric potential levels SLBAC – the fineness of wool	+0.327...+0.921	-0.715...+0.133
Bioelectric potential levels SLBAC – the length of the coat	-0.703...+1	+0.370...+0.480
Bioelectric potential levels SLBAC – the tortuosity of the coat	+0.654...+0.866	+0.219...+0.505

Таким образом, следует отметить, что использование установленных связей между уровнями биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ и количественными и качественными признаками шерсти в практике селекции может служить в качестве дополнительного, более тонкого критерия прогнозирования. Реализация разработанного способа в производственных условиях не требует особых условий, методика проста и надежна, позволяет оценивать и прогнозировать потенциальную продуктивность воспроизводящего поголовья овец и прогнозировать продуктивность будущего потомства в количественно сравнимых единицах.

На основе вышеизложенного составлена цифровая модель оценки продуктивного потенциала овец разного возраста (рис. 1).

Предлагаемая цифровая модель биоэнергетического параметрирования уровней биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ позволит:

- проводить быструю и объективную оценку продуктивности овец;
- прогнозировать индивидуальные показатели живой массы и настрига и качества шерсти;
- прогнозировать подбор родительских пар для получения высокопродуктивного потомства.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Шерстное сырье представляет на отечественном рынке наибольшую ценность. Повышение рентабельности шерстного овцеводства невозможно без применения современных научных разработок и методов исследования сырья. Обновление данных о селекционно-генетических параметрах животных с учетом современных изменений потенциала животных, селекционного процесса и генофондного развития пород позволит селекционерам хозяйства эффективнее управлять ими в процессе отбора и

подбора. Новые, физиологически обоснованные сведения могут служить основой для планирования селекционной работы и прогнозирования уровня продуктивности потомков. Селекция овец на улучшение показателей продуктивности требует в первую очередь учитывать фенотипическое разнообразие признаков продуктивности и особенно с их оценкой у воспроизводящего поголовья овец. При отсутствии генетического разнообразия применение методов селекции является неэффективным и приводит к снижению желаемого результата или эффекта селекции. Фенотипическое разнообразие складывается из суммы двух главных слагаемых: первое – наследственные различия между особями, второе – влияние внешних или средовых факторов. Наследуемость прежде всего определяет степень изменчивости признака и разнообразия его проявления. Некоторые авторы предлагают по показателям наследуемости судить о влиянии генетических факторов и условий среды на формирование признака. Степень проявления любого селекционного признака связана с напряженностью работы функциональных систем организма [10; 15; 17–20]. Как утверждает ряд исследователей (А. В. Мамаев, К. А. Лещуков, К. В. Коновалов), формирование определенного вида продуктивности связано с течением биоэнергетических процессов, происходящих в организме, что закономерно отражается на уровнях биоэлектрических потенциалов поверхностно локализованных биологически активных центров. Используя данные биоэнергетические параметры, авторы предлагают проводить коррекцию функционального состояния организма, оценивать продуктивные показатели животных и качественные показатели сырья [11; 13; 14; 21].

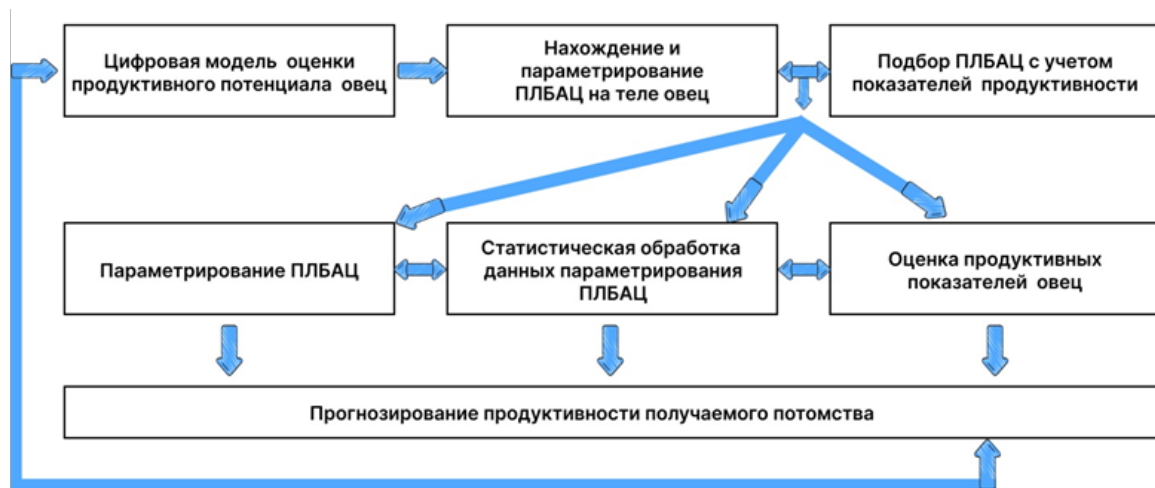


Рис. 1. Алгоритм цифровой модели биоэнергетической оценки овец

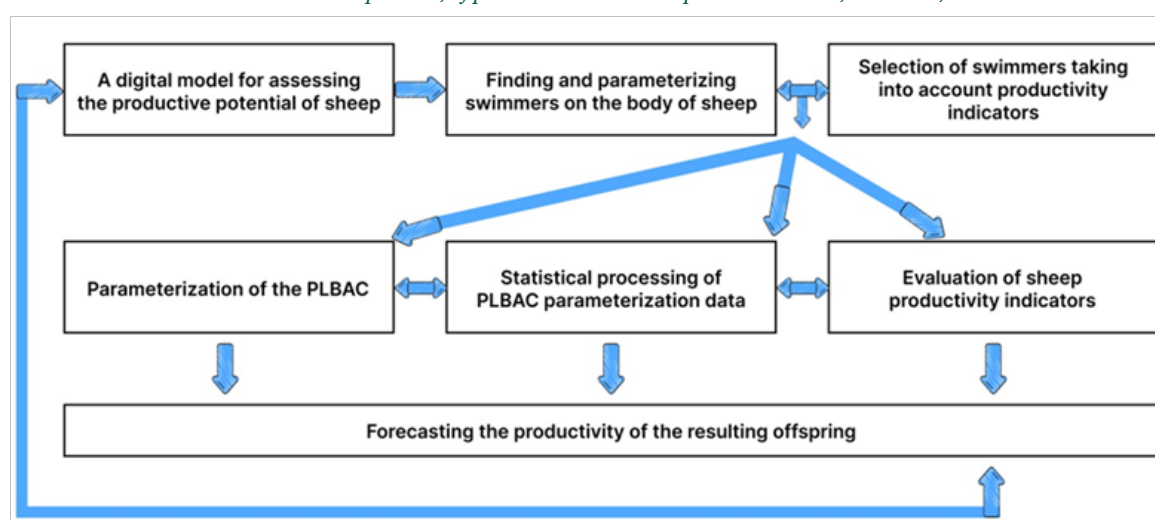


Fig. 1. Algorithm of a digital model of bioenergetic assessment of productivity of a reproducing flock of sheep

Полученные результаты исследований позволяют сделать следующие выводы:

1) продуктивные показатели баранов-производителей и овцематок взаимосвязаны с средними уровнями биоэлектрических потенциалов их ПЛБАЦ;

2) параметрирование уровней биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ овец северокавказской породы позволяет оценивать селекционно-генетические параметры шерстной продуктивности воспроизводящего поголовья овец и прогнозировать оптимальные варианты подбора воспроизводящего поголовья;

3) бараны-производители и овцематки в возрасте 2,5–3,5 года обладают средними уровнями биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ на 11,95 %

выше относительно 1,5-летних животных ($p <$ овцематки с повышенными на 12,67 % средними уровнями биоэлектрических потенциалов ПЛБАЦ отличались большими настригом шерсти – на 37,17 %, ее тониной – на 2,1 %, длиной – на 22,10 %.

Установленные закономерности могут быть успешно использованы в селекционной работе с овцами северокавказской породы при оценке их селекционно наследуемых показателей продуктивности и при подборе родительских пар. Разработанная цифровая модель биоинформационной оценки показателей продуктивности овец позволяет с высокой долей вероятности прогнозировать степень наследуемости продуктивных показателей и увеличивать рентабельность отрасли.

Библиографический список

1. Абонеев В. В., Вомлацкий В. И., Осепчук Д. В., Абонеева Е. В. О некоторых проблемах управления развитием овцеводства в Российской Федерации // Наука, образование и инновации для АПК: состояние, проблемы и перспективы: материалы XII международной научно-практической онлайн-конференции. Майкоп, 2022. С. 255–259.

2. Трухачев В. И., Ерохин А. И., Юлдашбаев Ю. А., Ерохин С. А. Вектор развития овцеводства в мире и России // Овцы, козы, шерстяное дело. 2023. № 4. С. 3–9. DOI: 10.26897/2074-0840-2023-4-3-9.
3. Трухачев В. И., Юлдашбаев Ю. А., Свиначев И. Ю. [и др.] Современное состояние и перспективы развития животноводства России и стран СНГ: монография. Москва: ООО «Мегаполис». 2022. 337 с.
4. Абонеев В. В., Чамурлиев Н. Г., Колосов Ю. А., Марченко В. В., Абонеев Д. В., Ларионов Р. П. Шерстная продуктивность молодняка овец разного происхождения // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 3 (51). С. 230–236.
5. Ерохин А. И., Магоматов Т. А., Ерохин С. А., Сычева И. Н., Пахомова Е. В. Эффективность промышленного скрещивания основных пород овец России с производителями разного направления продуктивности // Овцы, козы, шерстяное дело. 2023. № 2. С. 7–10.
6. Trukhachev V. I., Oleinik S. A., Chernobai E. N., Antonenko T. I., Konoplev V. I. Selected methods of formation desirable phenotype of different sheep breeds // Agriculture for the next 100 years: proceedings of the 26th NJF Congress. 2018. Pp. 125–129. DOI: 10.15544/njfcongress.2018.18.
7. Aboneev V. V., Aboneev D. V., Tarchokov T. T., Sukhanova S. F., Aboneev E. V., Marchenko V. V. Improving the competitiveness of fine-wool sheep using local and world stud rams // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. The proceedings of the conference AgroCON-2019. 2019. Article number 012045. DOI: 10.1088/1755-1315/341/1/012045.
8. Chernobai E. N., Agarkova N. A., Voblikova T. V., Efimova N. I. Sheep productivity in relation to coarse fiber in new-born lambs of different genotypes // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Series “International Scientific and Practical Conference Biotechnology in the Agro-Industrial Complex and Sustainable Environmental Management”. 2020. Article number 012022. DOI: 10.1088/1755-1315/613/1/012022.
9. Колосов Ю. А., Абонеев В. В., Гаглоев А. Ч., Курус Р. И., Засемчук И. В Шерстная продуктивность овец породы маньчжурский меринос при разных вариантах подбора // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2022. № 4 (71). С. 140–144.
10. Чернобай Е. Н., Антоненко Т. И., Агаркова Н. А. Селекционно-генетические методы создания новых пород сельскохозяйственных животных: учебное пособие. Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2020. 257 с.
11. Мамаев А. В., Лещуков К. А. Биологическая оценка продуктивного потенциала животных: монография. Орел: Изд-во ОрелГАУ, 2014. 337с.
12. Казеев Г. В., Казеева А. В. Биоэнергетика животных (функциональная энергоинформационная система): учебное пособие. Москва: ФГБОУ ВПО РГАУ, 2013. 76 с.
13. Самусенко Л. Д., Мамаев А. В., Биоэнергетический метод оценки качества шерстной продуктивности овец // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 3 (63). С. 174–178. DOI: 10.18286/1816-4501-2023-3-174-178.
14. Samusenko L. D., Mamaev A. V. Application of environmentally safe bioelectrical parameterization for the assessment of potential multiple pregnancy of sheep and offspring growing capacity // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Series “International Science and Technology Conference “Earth Science” (ISTC Earth Science 2022). Chapter 1. Article number 022019 DOI: 10.1088/1755-1315/988/2/022019.
15. Samusenko L. D., Mamaev A. V., Rodina N. D., Sergeeva E. Yu. Practical use of bioenergetic evaluation of sire-bulls with different quality of semen production // BIO Web of Conferences. 2021. Vol. 32. Article number 04003. DOI:10.1051/bioconf/20213204003.
16. Дунин И. М., Павлов М. Б., Белик Н. И., Сердюков И. Г., Павлов А. М. Возрастные изменения тонины шерсти // Зоотехния. 2021. № 2. С. 36–38. DOI: 10.25708/ZT.2021.85.22.011.
17. Чернобай Е. Н., Резун Н. А., Онищенко О. Н., Исмаилов И. С. Современное состояние и методы повышения продуктивности овец // Геномика и биотехнологии в сельском хозяйстве: сборник научных статей по материалам пленарного заседания 88-й научно-практической конференции ФГБОУ ВО «Ставропольский ГАУ» «Аграрная наука – Северо-Кавказскому федеральному округу». Ставрополь, 2023. С. 48–52.
18. Колосов Ю. А., Абонеев В. В., Куликова А. Я., Колосова Н. Н., Абонеева Е. В. Интенсивности отбора и его взаимосвязь с селекционным дифференциалом и продуктивностью овец // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2024. № 1 (43). С. 70–77. DOI: 10.55196/2411-3492-2024-1-43-70-77.
19. Владимиров Н. И., Косарев А. П., Владимирова Н. Ю. Возрастной подбор родительских пар и продуктивность потомства в овцеводстве // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 3 (125). С. 85–89.
20. Юлдашбаев Ю. А., Косилов В. И., Никонова Е. А., Миронова И. В., Галиева З. А., Газеев И. Р. Влияние генотипа баранчиков на химический состав длинной мышцы спины // Вестник Ошского государ-

ственного университета. Сельское хозяйство: агрономия, ветеринария и зоотехния. 2023. № 3. С. 35–42. DOI: 10.52754/16948696_2023_3_4.

21. Коновалов К. В., Мамаев А. В. Разработка способа прижизненной оценки уровня контаминации продуктов убоя овец в зоне с повышенной антропогенной нагрузкой // Вестник аграрной науки. 2022. № 2 (95). С. 56–64. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2022.2.56.

Об авторах:

Людмила Дмитриевна Самусенко, кандидат биологических наук, доцент кафедры частной зоотехнии и разведения сельскохозяйственных животных имени профессора А. М. Гуськова, Орловский государственный аграрный университет им. Н. В. Парахина, Орел, Россия; ORCID 0000-0001-6243-3088, AuthorID 573057. E-mail: ldsamusenko@mail.ru

Андрей Валентинович Мамаев, доктор биологических наук, профессор кафедры продукты питания животного происхождения, Орловский государственный аграрный университет им. Н. В. Парахина, Орел, Россия; ORCID 000-0003-4864-086X, AuthorID 86007. E-mail: shatone@mail.ru

Светлана Николаевна Химичева, кандидат биологических наук, доцент кафедры частной зоотехнии и разведения сельскохозяйственных животных имени профессора А. М. Гуськова, Орловский государственный аграрный университет им. Н. В. Парахина, Орел, Россия; ORCID 0000-00018478-1024, AuthorID 644304. E-mail: himichevasvetlana@yandex.ru

Анна Олеговна Соловьева, кандидат технических наук, доцент кафедры продукты питания животного происхождения, Орловский государственный аграрный университет им. Н. В. Парахина, Орел, Россия; ORCID 0009-0008-8636-1283, AuthorID 718453. E-mail: Annasolo57@yandex.ru

References

1. Aboneev V. V., Vomlatskiy V. I. On some problems of sheep breeding development management in the Russian Federation. *Science, Education and Innovations for Agriculture: State, Problems and Prospects: materials of the XII international scientific and practical online conference*. Maykop, 2022. Pp. 255–259. (In Russ.)

2. Trukhachev V. I., Erokhin A. I., Yuldashbayev Yu. A., Erokhin S. A. Vector of sheep breeding development in the world and Russia. *Sheep, Goats, Wool Business*. 2023; 4: 3–9. DOI: 10.26897/2074-0840-2023-4-3-9.

3. Trukhachev V. I., Yuldashbaev Yu. A., Svinarev I. Yu., et al. *The current state and prospects for the development of animal husbandry in Russia and the CIS countries: a monograph*. Moscow: Megapolis LLC. 2022. 337 p. (In Russ.)

4. Aboneev V. V., Chamurliiev N. G., Kolosov Yu. A., Marchenko V. V., Aboneev D. V., Larionov R. P. The wool productivity of young sheep of different origin. *Proceedings of the Nizhnevolzhsky Agrouniversity Complex: Science and Higher Professional Education*. 2018; 3 (51): 230–236. (In Russ.)

5. Erokhin A. I., Magomadov T. A. Efficiency of industrial crossing of the main breeds of sheep in Russia with rams of different directions of productivity. *Sheep, Goats, Wool Business*. 2023; 2: 7–10. (In Russ.)

6. Trukhachev V. I., Oleinik S. A., Chernobai E. N., Antonenko T. I., Konoplev V. I. Selected methods of formation desirable phenotype of different sheep breeds. *Agriculture for the next 100 years: proceedings of the 26th NJF Congress*. 2018: 125–129. DOI: 10.15544/njfcongress.2018.18.

7. Aboneev V. V., Aboneev D. V., Tarchokov T. T., Sukhanova S. F., Aboneev E. V., Marchenko V. V. Improving the competitiveness of fine-wool sheep using local and world stud rams. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. The proceedings of the conference AgroCON-2019*. 2019: 012045. DOI: 10.1088/1755-1315/341/1/012045.

8. Chernobai E.N., Agarkova N.A. Voblikova T.V., Efimova N.I. Sheep productivity in relation to coarse fiber in new-born lambs of different genotypes: в сборнике *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Scientific and Practical Conference Biotechnology in the Agro-Industrial Complex and Sustainable Environmental Management*. 2020: 012022. DOI: 10.1088/1755-1315/613/1/012022.

9. Kolosov Yu. A., Aboneev V. V. Wool productivity of sheep of the Manych merino breed with different selection options. *Bulletin of the Michurinsk State Agrarian University*. 2022; 4 (71): 140–144. (In Russ.)

10. Chernobay E. N., Antonenko T. I., Agarkova N. A. *Breeding and genetic methods of Creating new breeds of farm animals: a textbook*. Stavropol: Stavropol State Agrarian University, 2020. 257 p. (In Russ.)

11. Mamaev A. V., Leshchukov K. A. *Biological assessment of the productive potential of animals: a monograph*. Orel: Orel SAU, 2014. 337 p. (In Russ.)

12. Kazeev G. V., Kazeeva A. V. *Animal bioenergetics (functional energy information system: a study guide*. Moscow: Russian State Agrarian Correspondence University, 2013. 76 p. (In Russ.)

13. Samusenko L. D., Mamaev A. V. Bioenergetic method for assessing the quality of wool productivity of sheep. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2023; 3 (63): 174–178. DOI: 10.18286/1816-4501-2023-3-174-178.
14. Samusenko L. D., Mamaev A. V. Application of environmentally safe bioelectrical parameterization for the assessment of potential multiple pregnancy of sheep and offspring growing capacity. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Series “International Science and Technology Conference “Earth Science” (ISTC Earth Science 2022). Chapter 1*. 2022; 1: 022019.
15. Samusenko L. D., Mamaev A. V., Rodina N. D., Sergeeva E. Yu. Practical use of bioenergetic evaluation of sire-bulls with different quality of semen production. *BIO Web of Conferences*. 2021; 32: 04003. DOI: 10.1051/bioconf/20213204003.
16. Dunin I. M., Pavlov M. B. Age-related changes in wool fineness. *Zootechniya*. 2021; 2: 36–38 DOI: 10.25708/ZT.2021.85.22.011. (In Russ.)
17. Chernobay E. N., Rezun N. A. The current state and methods of increasing sheep productivity. In the collection: *Genomics and Biotechnology in Agriculture: collection of scientific articles based on the materials of the plenary session of the 88th scientific and practical conference of the Stavropol State Agrarian University “Agrarian Science – to the North Caucasus Federal District”*. Stavropol, 2023. Pp. 48–52. (In Russ.)
18. Kolosov Yu. A., Aboneev V. V. The intensity of selection and its relationship with the breeding differential and productivity in a herd of merino sheep. *Proceedings of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V. M. Kokov*. 2024; 1 (43): 70–77 DOI: 10.55196/2411-3492-2024-1-43-70-77. (In Russ.)
19. Vladimirov N. I., Kosarev A. P., Vladimirova N. Yu. Age selection of parents and progeny performance in sheep breeding. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2015; № 3 (125): 85–89. (In Russ.)
20. Yuldashbaev Yu. A., Kosilov V. I. The effect of the sheep genotype on the chemical composition of the longest back muscle. *Bulletin of Osh State University. Agriculture: agronomy, veterinary medicine and animal husbandry*. 2023; 3: 35–42. DOI: 10.52754/16948696_2023_3_4. (In Russ.)
21. Konovalov K. V. The development of a method for lifetime assessment of the level of contamination of sheep slaughter products in the zone with the increased anthropogenic load. *Bulletin of Agrarian Science*. 2022; 2 (95): 56–64. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2022.2.56. (In Russ.)

Authors' information:

Lyudmila D. Samusenko, candidate of biological sciences, associate professor of the department of private animal husbandry and breeding of farm animals named after professor A. M. Guskov, Orel State Agrarian University named after N. V. Parakhin, Orel, Russia; ORCID 0000-0001-6243-3088, AuthorID 573057.

E-mail: ldsamusenko@mail.ru

Andrey V. Mamaev, doctor of biological sciences, full professor, professor of the department of food of animal origin, Orel State Agrarian University named after N. V. Parakhin, Orel, Russia; ORCID 000-0003-4864-086X, AuthorID 86007. *E-mail: shatone@mail.ru*

Svetlana N. Khimicheva, candidate of biological sciences, associate professor, of the department of private animal husbandry and breeding of farm animals named after professor A. M. Guskov, Orel State Agrarian University named after N. V. Parakhin, Orel, Russia; ORCID 0000-00018478-1024, AuthorID 644304.

E-mail: himichevasvetlana@yandex.ru

Anna O. Solovyeva, candidate of technical sciences, professor of the department of food of animal origin, Orel State Agrarian University named after N. V. Parakhin, Orel, Russia; ORCID 0009-0008-8636-1283, AuthorID 718453. *E-mail: Annasolo57@yandex.ru*