

## Оценка свойств мяса кролика как сырья для производства функциональных продуктов

Людмила В. Антипова <sup>1</sup>	antipova.l54@yandex.ru
Яна А. Попова <sup>1</sup>	bimine@yandex.ru
Анна В. Черкасова <sup>1</sup>	anna2016cherkasova@yandex.ru

<sup>1</sup> Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

**Аннотация.** Представлены результаты исследований массового выхода и состава анатомических участков тушки кроликов, механизмы автолиза мяса кроликов и гистоморфологические изменения во время протекания автолиза. Определена степень перевариваемости белков мышечной ткани кроликов. Объектом исследования служили тушки Калифорнийского кролика. Установлено, что процесс созревания мяса завершится через 8 часов. Созревшее мясо характеризуется более высокой пищевой ценностью и качеством. Развивающиеся процессы в тушке кролика влияют на функционально-технологические свойства мяса во время разрешения посмертного окоченения и в начале стадии созревания. Функционально-технологические свойства составляют: 53,7 % – водосвязывающая способность и 50,6 % – водоудерживающая способность. Спустя 24 часа после убоя, функционально-технологические свойства в целом увеличились до 64,1 и 61,7 соответственно, что соответствует 85% процентам от парного мяса. Такие показатели функционально-технологических свойств обуславливаются высоким содержанием высококачественных полноценных белков. Отмечена высокая перевариваемость белковых компонентов мышечной ткани кроликов. Стадии автолиза проиллюстрированы микроструктурными и качественными характеристиками мяса кроликов. Выявлен глубокий характер протекания автолитических процессов в длиннейшей мышце спины спустя 12 часов после убоя кролика, в результате которых формируются физико-химические, биохимические, органолептические свойства мяса, обеспечивающие высокое качество продукции. Менее интенсивные процессы протекали в мышечной ткани грушевидной мышцы, а также предлопаточной мышцы, объясняется особенностями структуры этих частей мышечной системы. Результаты исследования свидетельствуют о перспективности использования мяса кроликов в производстве функциональных продуктов. Разработанные технологии позволяют учитывать предпочтения и уровень дохода потребителей.

**Ключевые слова:** мясо кроликов, автолиз, парное мясо, созревание, окоченение, мышечная ткань, перевариваемость, функционально-технологические свойства.

## Evaluation of rabbit meat properties as raw material for functional products manufacturing

Lyudmila V. Antipova <sup>1</sup>	antipova.l54@yandex.ru
Yana A. Popova <sup>1</sup>	bimine@yandex.ru
Anna V. Cherkasova <sup>1</sup>	anna2016cherkasova@yandex.ru

<sup>1</sup> Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

**Abstract.** The research results of the mass yield and composition of the anatomical areas of rabbits carcass, the mechanisms of autolysis of rabbit meat and histomorphological changes during the course of autolysis were presented in the work. The degree of protein digestibility of rabbit muscle tissue was determined. The object of research was the California rabbit carcass. It was established that the process of meat maturing would be completed in 8 hours. Matured meat is characterized by higher nutritional value and quality. The developing in the rabbit carcass processes affect the functional and technological properties of meat during the rigor mortis resolution and at the beginning of the maturing stage. Functional and technological properties are: 53.7% - water-binding capacity and 50.6% - water-holding capacity. 24 hours later after slaughter, the functional and technological properties as a whole increased to 64.1 and 61.7, respectively, which corresponds to 85% of fresh-killed meat. Such indicators of functional and technological properties are due to the high content of high-quality complete proteins. The high digestibility of the protein components of rabbits muscle tissue was observed. The autolysis stages were illustrated by the microstructural and qualitative characteristics of rabbit meat. The deep character of autolytic processes in the longest back muscle 12 hours after rabbit slaughter, which resulted in the formation of physico-chemical, biochemical, organoleptic properties of meat, ensuring products high quality was identified. Less intensive processes took place in the muscle tissue of piriformis muscle, as well as the pre-blade muscle, which was explained by the structure peculiarities of these parts of the muscular system. The research results indicate the prospects of rabbit meat using in functional products manufacturing. The technologies developed allow to take into account preferences and income level of consumers.

**Keywords:** rabbit meat, autolysis, fresh-killed meat, maturing, mortification, muscle tissue, digestibility, functional and technological properties.

### Введение

В доктрине продовольственной безопасности (от 25 октября 2010 года) обозначена гарантированная возможность производства безопасных пищевых продуктов. Залогом ее выполнения является экономическая устойчивость внутреннего производства в объемах и

ассортименте, которые отвечают современным нормам потребления продуктов питания [1].

Государственная политика направлена на поиски путей решения по возобновлению биологически активных ресурсов для удовлетворения физиологических норм. Огромная роль белков в жизнедеятельности человека, незаменимость их функций и постоянно

Для цитирования

Антипова Л.В., Попова Я.А., Черкасова А.В. Оценка свойств мяса кролика как сырья для производства функциональных продуктов // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 1. С. 207–212. doi:10.20914/2310-1202-2019-1-207-212

For citation

Antipova L.V., Popova Ya.A., Cherkasova A.V. Evaluation of rabbit meat properties as raw material for functional products manufacturing. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 1. pp. 207–212. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-1-207-212

увеличивающийся дефицит в питании человека обуславливает постоянно возрастающее внимание к этой проблеме [2].

**Цель работы** – исследование автолитических процессов в мясе кролика и их влияния на функционально-технологические свойства мяса.

Знание процессов автолиза позволит правильно применять мясо с технологической точки зрения и производить качественные продукты питания.

### Материалы и методы

В качестве объекта исследования были выбраны тушки Калифорнийского кролика в возрасте 3 месяцев. Средняя масса полученной тушки кролика составила 1,4 кг.

В ходе исследований проведен замер температуры тушки в процессе реализации технологии убоя (таблица 1).

Таблица 1.  
Изменение температуры тушки кролика, °C

The temperature change  
of the rabbit carcasses, °C

Сразу после убоя Immediately after slaughter	Часы   Hours		
	1	2	3
39,3	37,5	34,8	32,6

### Результаты и обсуждение

В соответствии с классическими представлениями биохимии автолиза начинается процесс анаэробного распада гликогена. Поскольку кислород больше не поступает в организм становится невозможным процесс ресинтеза гликогена. Гликоген в мышечных волокнах начинает распадаться сразу же после убоя, что приводит к накоплению молочной и фосфорной кислот и понижению pH. Данный процесс в тушке кролика соответствует классическому протеканию процесса автолиза. Для изучения послеубойных превращений в тушке кролика нами была изучена динамика изменения pH (таблица 2, рисунок 1).

Таблица 2.  
Изменение pH тушки кролика

The change in the pH of rabbit carcasses

Сразу после убоя   Immediately after slaughter	Часы   Hours							
	1	2	3	4	5	6	7	8
7,0	6,6	5,7	5,5	5,7	5,9	6,0	6,1	6,2

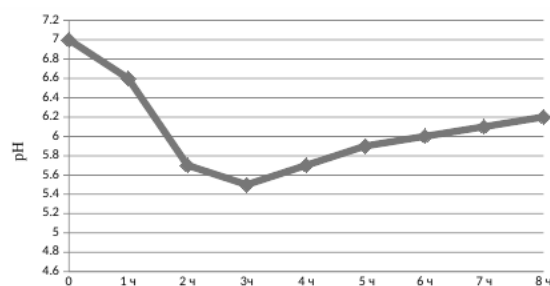


Рисунок 1. Динамика изменения pH

Figure 1. Dynamics of pH change

Как видно из рисунка 1, в момент снятия первой точки, мышечные ткани тушки кролика находились в парном состоянии, pH составляла 7 ед. Спустя 60 мин с момента убоя начинают активно развиваться процессы «посмертного окоченения», pH тканей начинает снижаться в кислую сторону. Через 3 ч после убоя наступает посмертное окоченение. Процесс начинается с шейного отдела: мясо становится жестким, теряет эластичность, мышечные волокна сильно сокращены. Из-за смещения pH в кислую сторону возрастает устойчивость мяса к различным гнилостным микроорганизмам. Процесс разрешения посмертного окоченения в тушке начинается после 4 ч с момента убоя. Спустя 8 ч после убоя развивается процесс созревания мяса. Мышцы расслаблены, уменьшаются их прочностные показатели, созревшее мясо имеет более высокую пищевую ценность, чем мясо в стадии окоченения. Развивающиеся процессы в тушке кролика влияют на функционально-технологические свойства мяса. Чтобы получить возможность оценить эффективность рационального использования тушки кролика в промышленном производстве, нами были определены некоторые функционально-технологические свойства мышечной ткани (таблица 3).

Таблица 3.  
Изменение функционально-технологических свойств мяса кролика

Table 3.  
Changes in functional and technological properties of rabbit meat

Функционально технологические свойства   Functional and technological properties	Часы   Hours						
	0	1	3	5	7	9	24
Водосвязывающая способность   Water binding capacity	75,3	60,2	27,5	45,4	53,7	58,6	64,1
Водоудерживающая способность   Water retention ability	72,7	58,6	24,1	43,2	50,6	55,9	61,7
Жироудерживающая способность   Fat retention ability	71,8	59,2	29,5	47,4	53,8	57,4	63,3

Из данных таблицы 3 видно, что функционально-технологические свойства мышечной ткани кролика сильно изменяются со временем. В первую очередь, это связано с изменениями pH среды и количеством влаги в мышцах. Наибольшая водосвязывающая способность и водоудерживающая способность наблюдались у парного мяса – более 70%, во время начала процесса посмертного окоченения функционально-технологические свойства резко уменьшаются до 60,2 и 58,6% соответственно.

По прошествии 3 ч после убоя наступает процесс окоченения, водосвязывающая способность и водоудерживающая способность находятся на очень низком уровне – 27,5 и 24,1 соответственно, что свидетельствует об изменении состава белков и структуры мышечных волокон. В ходе наших исследований было установлено, что во время разрешения посмертного окоченения и в начале стадии созревания функционально-технологические свойства увеличиваются и составляют: 53,7% – водосвязывающая способность и 50,6% – водоудерживающая. При повторном исследовании в момент стадии созревания мяса спустя 24 ч после убоя, функционально-технологические свойства увеличились до 64,1 – водосвязывающая способность и 61,7 – водоудерживающая способность, что соответствует 85% от

парного мяса. Такие показатели функционально-технологических свойств обуславливаются высоким содержанием высококачественных полноценных белков. В технологиях производства, ориентированных на получение мясного сырья с наивысшими показателями нежности, применяют выдержку при температуре 3–5 °С, говядины 14–28 дней, свинины 7–12 сут, мяса кур и кроликов 12–24 ч. Стадия созревания мясного сырья наиболее важна и пригодна для использования его в технологических целях, поскольку в процессе созревания происходит расщепление белковых молекул с образованием более простых соединений (актомиозин → актин + миозин). Со временем происходит кумулятивное накопление аминного азота в мышцах, что в итоге может привести к началу процессов гниения. Жироудерживающая способность изменялась согласно уровню pH, но оставалась относительно на высоком уровне на протяжении всего эксперимента, что объясняется невысокой массовой долей жировой ткани в самом мясе кролика.

Чтобы обеспечить возможность рационального использования тушки кролика, были проведены исследования перевариваемости мышечной ткани кролика на стадии созревания (таблица 4).

Таблица 4.

## Перевариваемость белковых компонентов

Table 4.

## Digestibility of protein components

Наименование части тушки The name of the rabbit carcasses	Накопление продуктов ферментативного гидролиза (мкг/см <sup>3</sup> ) при длительности гидролиза, ч Accumulation of products of enzymatic hydrolysis (μg/cm <sup>3</sup> ) for a duration hydrolysis, h					
	пепсином / pepsin			трипсином / trypsin		
	1	2	3	4	5	6
Спинно-лопаточная   Dorso-scapular	0,28	0,43	0,64	0,92	1,10	1,34
Длиннейшая мышца спины Longest muscle in the back	0,25	0,38	0,58	0,89	1,02	1,27
Тазобедренная   Hip	0,21	0,35	0,56	0,84	0,94	1,20

Данные таблицы 4 свидетельствуют о том, что мясо кролика различных анатомических участков переваривается ферментами желудочно-кишечного тракта высоко, примерно на одном уровне. Все три образца прошли тепловую обработку и варку. Отличная атакуемость ферментами ЖКТ белковых молекул объясняется высокой степенью релаксации мышц при минимальном содержании акто-миозинового комплекса. Во время развития автолитических превращений на стадии окоченения развариваемость коллагена, а также переход его в глютин снижается при нагревании, но спустя небольшой промежуток времени снова увеличивается. Мясо на данной стадии автолиза очень плохо

переваривается пепсином, и почти полностью отсутствуют вкус и аромат.

С целью изучения микроструктурных характеристик были проведены гистологические исследования мышечной ткани предлопаточной мышцы, длиннейшей мышцы спины, грушевидной мышцы кролика.

После момента убоя мышцы максимально расслаблены, наблюдалась небольшая механическая прочность и мягкая консистенция, отмечалась небольшая деформация волокон. Микрофотографии гистологических препаратов выявило характерную структуру мышечной ткани.

Материал хранили в условиях холодильника при t = 4 °С. Окраска гематоксилин-эозином.

Поперечный срез выявляет периферическое расположение ядер. Мышечная ткань длиннейшей мышцы спины, изъятая непосредственно после убоя, представлена длинными волокнами без видимых включений соединительных тканей. Следует отметить, что по сравнению с мышечной тканью длиннейшей мышцы спины предлопаточная мышца в парном состоянии включает более обширные жировые прослойки. Микроструктура мышечной ткани грушевидной мышцы характеризуется более сочными эозофильными волокнами, прилегающими к участкам рыхлой соединительной и жировой ткани.

По результатам исследования было установлено, что структура мышечной ткани длиннейшей мышцы спины спустя 1 ч после убоя показывает небольшие зоны сокращения, рядом с которыми начинают выявляться мышечные волокна зигзагообразной формы, но мышцы все еще в состоянии расслабления. В микроструктуре мышечной ткани грушевидной мышцы выявляются единичные участки сокращения. Следовательно, можно заключить, что период послеубойного сокращения наступает несколько раньше в длиннейшей мышце спины. Это можно объяснить большим развитием миофибриллярной структуры этого участка мышечной системы. Кроме того, подтверждением более активных автолитических процессов в мышечной ткани длиннейшей мышцы спины является то, что уже после 1 часа хранения в мышечных волокнах появляются единичные целевые разрушения.

Спустя 3 ч с момента убоя процесс посмертного окоченения достигает своего пика, pH мяса опускается в кислую сторону и находится на уровне 5,5 ед. Мышечные волокна значительно деформированы, наблюдается сильная зигзагообразная изогнутость. Видны дугообразные и S-образные изгибы. Большинство волокон сокращено, отмечается поперечная исчерченность.

Результаты микроскопирования длиннейшей мышцы спины спустя 3 ч приведены на рисунке 2.

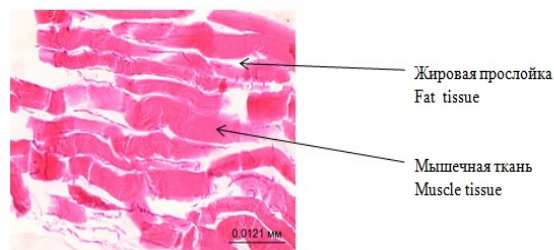


Рисунок 2. Микроструктура мяса кролика спустя 3 ч после убоя (длиннейшая мышца спины). Увеличение×200

Figure 2. The microstructure of the rabbit meat after 3 hours after slaughter (longissimus the back). Magnification×200

На рисунке 2 видно, что в мышечной ткани наблюдаются более обширные участки разволокнения, происходит разрушение мышечных волокон, появляются многочисленные участки деструкции, в основном появление перпендикулярных к длине мышечных волокон щелевидных разрывов.

В мышечной ткани грушевидной мышцы подобные явления наблюдались, но их проявление фракционировалось меньшей степенью (рисунок 3).

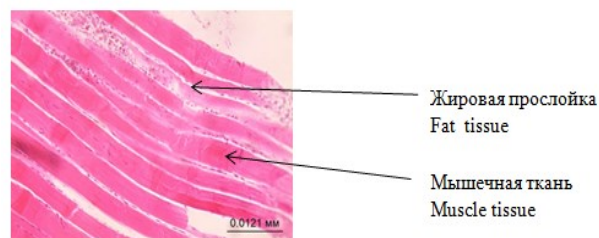


Рисунок 3. Микроструктура мяса кролика спустя 3 ч после убоя (грушевидная мышца). Увеличение×200

Figure 3. Microstructure of rabbit meat 3 hours after slaughter (pear muscle). Magnification×200

Анализируя рисунок 3, необходимо отметить, что в мышечной ткани грушевидной мышцы изменения выразились в разволокнении мышечных волокон, появлении обширных разрывов, разрушении структур ядер.

Результаты микроскопирования предлопаточной мышцы спустя 3 ч хранения приведены на рисунке 4.

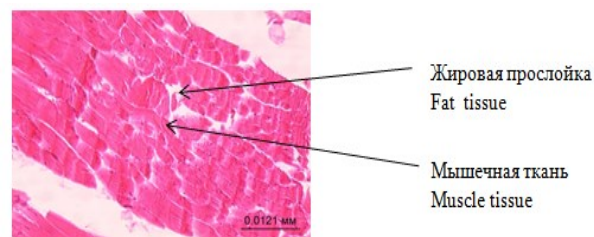


Рисунок 4. Микроструктура мяса кролика спустя 3 ч после убоя (предлопаточная мышца). Увеличение×200

Figure 4. Microstructure of rabbit meat 3 hours after slaughter (scapular muscle). Magnification×200

Как видно из рисунка 4, микроструктура мяса через 3 ч после убоя показывает, что активное протекание автолитических процессов в предлопаточной мышце проявилось в виде глубокой фрагментации мышечных волокон, нарушении и разрушении структур ядер, появлении обширных разрывов.

Спустя 6 ч с момента убоя в мясе происходят процессы окоченения. Мышечные волокна постепенно выпрямляются. Все еще сокращено

большинство волокон, но встречаются расслабленные волокна. Исчерченность волокон видна плохо, некоторые мышечные волокна раздвинуты и между ними видно пространство.

Через 12 ч после убоя активные автолитические процессы в мышечной ткани исследуемых мышц были практически завершены. Спустя 12 ч в длиннейшей мышце спины автолитические процессы носили достаточно глубокий характер. Следовательно, можно рассматривать их как стадию глубокого автолиза, в результате которого формируется физико-химическое, биохимическое, органолептическое качество мяса, обеспечивающее высокое качество продукции.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Об основах государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации на период до 2020 года: распоряжение правительства РФ № 1873-р от 25 октября 2010 г. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902242308>
- 2 Антипова Л.В., Сторублевцев С.А., Успенская М.Е., Попова Я.А. и др. Комплексная переработка кроликов: традиции и инновации: монография. Воронеж, 2017. 377 с.
- 3 Антипова Л.В., Василенко О.А., Щетинина С.А. Использование продуктов переработки кроликов для производства диетических продуктов // Производство продуктов здорового питания: материалы международной научно-практической конференции. Вологда, 2004. С. 65–68.
- 4 Василенко О.А. Разработка технологий производства мясных продуктов на основе рациональной разделки тушек кроликов. Воронеж, 2004. 22 с.
- 5 ГОСТ Р 51447–99. Мясо и мясные продукты. Методы отбора проб. М.: Стандартинформ, 2010.
- 6 Пономарев В.Я., Юнусов Э.Ш., Ежкова Г.О. Влияние кормовых минеральных добавок на качественные и технологические показатели мяса кроликов // Вестник Казанского технологического университета. 2014. № 20. С. 213–216.
- 7 Горлов И.Ф., Шалимова О.А., Цикин С.С. Перспективы расширения источников сырья животного происхождения путем использования нетрадиционного мясного сырья // Вестник ОрелГАУ. 2009. № 6 (21). С. 53–56.
- 8 Рождественская Л.Н., Бычкова Е.С. Определение социально-экономической эффективности внедрения инновационных продуктов // Пищевая промышленность. 2011. № 11. С. 14–16.
- 9 Чернуха И.М., Федулова Л.В., Дыдыкин А.С. Безопасные и полезные продукты как главный фактор, определяющий качество жизни // Все о мясе. 2014. № 2. С. 20–22.
- 10 Царегородцева Е.В. Создание мясопродуктов с заданным уровнем качества, пищевой и биологической ценностью // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2015. № 2 (2). С. 63–67.

Менее интенсивные процессы протекали в мышечной ткани грушевидной, а также предлопаточной мышцы что, по нашему мнению, объясняется особенностями структуры этих частей мышечной системы.

#### Заключение

Основываясь на результатах исследования, авторами разработана и предлагается рациональная разделка тушек кроликов с выделением наиболее ценных для нее частей. Из полученных продуктов разделки предлагается производить мясокостные и бескостные натуральные полуфабрикаты с высокой пищевой ценностью.

#### REFERENCES

- 1 Ob osnovakh gosudarstvennoy politiki v oblasti zdorovogo pitaniya naseleniya Rossiyskoy Federatsii na period do 2020 goda [On the basis of the state policy in the field of healthy nutrition of the population of the Russian Federation for the period up to 2020: Order of the Government of the Russian Federation No. 1873–p of October 25, 2010]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/902242308> (in Russian).
- 2 Antipova L.V., Storablevtsev S.A., Uspenskaya M.E., Popova Y.A. et al. Kompleksnaya pererabotka krolikov: traditsii i innovatsii [Complex processing of rabbits: traditions and innovations: monograph]. Voronezh, 2017. 377 p. (in Russian).
- 3 Antipova LV, Vasilenko OA, Schetinina S.A. Use of rabbit processing products for the production of dietary products. Proizvodstvo produktov zdorovogo pitaniya [Production of healthy food products: materials of the international scientific-practical conference]. Vologda, 2004. pp. 65–68. (in Russian).
- 4 Vasilenko O.A. Razrabotka tekhnologiy proizvodstva myasnykh produktov na osnove ratsional'noy razdelki tushkek krolikov [Development of technologies for the production of meat products based on the rational cutting of rabbit carcasses]. Voronezh, 2004. 22 p. (in Russian).
- 5 GOST R 51447–99. Myaso i myasnyye produkty. Metody otbora prob [State Standard 51447–99. Meat and meat products. Sampling methods]. Moscow, Standardinform, 2010. (in Russian).
- 6 Ponomarev V.Ya., Yunusov E.Sh., Yezhkova G.O. Influence of feed mineral additives on the quality and technological indicators of rabbit meat. Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta [Bulletin of Kazan Technological University]. 2014. no. 20. pp. 213–216. (in Russian).
- 7 Gorlov I.F., Shalimova O.A., Tsikin S.S. Prospects for expanding sources of raw materials of animal origin through the use of unconventional meat raw materials. Vestnik OrelGAU [Vestnik OrelGAU]. 2009. no. 6 (21). pp. 53–56. (in Russian).
- 8 Rozhdestvenskaya L.N., Bychkova E.S. Determining the socio-economic efficiency of introducing innovative products. Pishchevaya promyshlennost' [Food industry]. 2011. no. 11. pp. 14–16. (in Russian).
- 9 Chernukha I.M., Fedulova L.V., Dydykin A.S. Safe and healthy products as the main factor determining the quality of life. Vse o myase [Everything about meat]. 2014. no. 2. pp. 20–22. (in Russian).

10 Tsaregorodtseva E.V. Creation of meat products with a given level of quality, nutritional and biological value. *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya:*

*Sel'skokhozyaystvennyye nauki. Ekonomicheskiye nauki* [Vestnik of the Mari State University. Chapter Agriculture. Economics]. 2015. no. 2 (2). pp. 63–67. (in Russian).

#### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**

**Людмила В. Антипова** д.т.н., профессор, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, antipova.l54@yandex.ru

**Яна А. Попова** аспирант, кафедра технологии продуктов животного происхождения, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, bimine@yandex.ru

**Анна В. Черкасова** младший научный сотрудник, научно-образовательный центр «Живые системы», Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, anna2016cherkasova@yandex.ru

#### **КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА**

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

#### **КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**ПОСТУПИЛА 17.01.2019**

**ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 11.02.2019**

#### **INFORMATION ABOUT AUTHORS**

**Lyudmila V. Antipova** Dr. Sci. (Engin.), professor, technology of animal products department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, antipova.l54@yandex.ru

**Yana A. Popova** graduate student, technology of animal products department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, bimine@yandex.ru

**Anna V. Cherkasova** junior research assistant, scientific and educational center “Living systems”, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, anna2016cherkasova@yandex.ru

#### **CONTRIBUTION**

All authors equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

#### **CONFLICT OF INTEREST**

The authors declare no conflict of interest.

**RECEIVED 1.17.2019**

**ACCEPTED 2.11.2019**