

# Влияние антиоксиданта «Дигидрохверцетин» на микроструктурные характеристики мышечной ткани цыплят-бройлеров

Надежда Николаевна Кузьмина<sup>1</sup>, Олег Юрьевич Петров<sup>1</sup>, Галина Павловна Дробот<sup>1</sup>,  
Александрова Жанна Александровна<sup>1</sup>, Сергей Степанович Козак<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет», г. Йошкар-Ола; <sup>2</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт птицеперерабатывающей промышленности (ВНИИПП) - филиал ФНЦ «ВНИТИП» РАН

**Аннотация:** Представлены результаты исследования влияния ввода в рацион цыплят-бройлеров кросса Кобб-500 антиоксидантной добавки «Дигидрохверцетин» (0,50; 0,75 и 1,00% по массе рациона) на микроструктурные характеристики мяса. Гистологические исследования мышц проводили согласно действующим нормативным документам; микроскопию и снимки гистологических препаратов производили на микроскопе MEIJI. Показано, что ввод добавки не приводит к нарушению структуры мышечной ткани. Однако при дозах добавки 0,75% и выше появляются гипертрофированные волокна и нарастающее количество участков с расширением эндомизия и участков скопления белой жировой ткани. Кроме того, чаще наблюдаются волокна в состоянии распада. Подобные картины, по-видимому, свидетельствуют о перестройках мышечной ткани, что подтверждается и сохранением поперечной исчерченности в паренхиме.

**Ключевые слова:** цыплята-бройлеры, дигидрохверцетин, мышцы, поперечная исчерченность, лейкоцитарная инфильтрация.

**Для цитирования:** Кузьмина, Н.Н. Влияние антиоксиданта «Дигидрохверцетин» на микроструктурные характеристики мышечной ткани цыплят-бройлеров / Н.Н. Кузьмина, О.Ю. Петров, Г.П. Дробот, Ж.А. Александрова, С.С. Козак // Птицеводство. – 2022. – №12. – С. 52-57.

**doi:** 10.33845/0033-3239-2022-71-12-52-57

**Введение.** На качество мяса птицы влияет ряд факторов: генетические, селекционные, кормовые, технологий выращивания, транспортировки, убой и переработки. В настоящее время многие научные работы отечественных и зарубежных ученых направлены на изучение влияния этих факторов на качество и сохранность мяса, в первую очередь, полученного от цыплят-бройлеров, учитывая его преобладающие объемы в общей структуре производства мяса птицы.

В связи с этим необходимо установление взаимосвязи между физиологическими показателями, морфологическим составом тушки и показателями качества мяса с целью получения информации для прогнозирования продуктивности

живой птицы в определенных направлениях и производства мяса птицы с заданными свойствами, а также продуктов из него [1].

Применение добавок позволяет управлять качественными характеристиками производимого мясного сырья. Одним из современных препаратов, обеспечивающих прижизненное формирование качества мяса с улучшенными показателями, является натуральный антиоксидант нового поколения «Дигидрохверцетин» [2-4].

Для оценки, с высокой долей достоверности, влияния применяемой добавки на свойства и качество получаемого мясного сырья предпочтительно использовать микроструктурный анализ мышечной ткани.

Гистологическое исследование является прямым методом определения состояния сырья, продукции и их состава. Микроструктурные исследования позволяют судить о составе и об изменениях, происходящих в отдельных участках и компонентах исследуемых объектов. При этом на основе тех или иных морфологических особенностей различных тканевых и клеточных структур можно установить не только сам факт их присутствия, но и определить их количество. Этот метод давно известен и широко применяется в биологии и медицине.

В зависимости от строения и свойств, различают поперечнополосатую скелетную и сердечную, а также гладкую мышечные ткани. Поперечнополосатая мышечная





ткань составляет основу мяса, в состав которого, кроме мышечных волокон, также входят элементы соединительной и жировой тканей.

Структуры скелетной мышечной ткани птиц и убойных животных аналогичны. Однако в их мышечных волокнах ядра имеют не только периферическое, но и центральное расположение (с определенными особенностями в белых и красных мышцах) [5].

Цель исследования – изучить влияние скармливания цыплятам-бройлерам кросса Кобб-500 различных доз антиоксидантного препарата «Дигидрохверцетин» в составе полнорационных комбикормов (ПК) на гистологические показатели их мышечной ткани.

**Материал и методика исследований.** Эксперимент был проведен на 4 группах бройлеров кросса Кобб-500. Контрольная I группа получала ПК без добавок; опытные группы II, III и IV на протяжении выращивания получали тот же комбикорм с добавлением антиоксидантного препарата «Дигидрохверцетин» в дозах 0,50; 0,75 и 1,00% соответственно группам. Гистологические исследования были проведены на грудных и бедренных мышцах тушек бройлеров, подвергнутых анатомической разделке с последующими обвалкой и жиловкой [6].

Для фиксации мышц применяли 10% раствор нейтрального формалина. Далее проводили заливку в парафин и получали срезы толщиной 5 мкм на санном микротоме «МС-2». Затем для обзорного исследования препаратов мышц срезы окрашивали гематоксилин-эозином, а для изучения структур соединительной ткани или выявления коллагена применяли окраску по методу Ван

Гизона [7]. Готовые срезы заключали в канадский бальзам. Гистологические исследования мышц проводили по ГОСТ 19496-2013; микроскопию и снимки гистологических препаратов производили на микроскопе MEIJI (Япония).

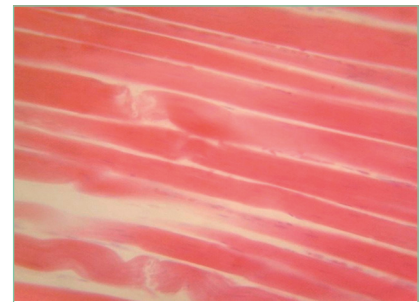
**Результаты исследований и их обсуждение.** Гистологические исследования проводили с целью выяснения, за счет чего происходит увеличение мышечной массы, и фиксации возможных появлений дистрофических морфологических изменений при повышенной скорости роста бройлеров в условиях промышленной технологии выращивания.

Считается, что рост мышечных волокон обуславливается, в основном, двумя факторами: увеличением диаметра волокна вследствие накопления миофибрилл, и удлинением мышечного волокна вследствие добавления новообразовавшихся саркомеров [8].

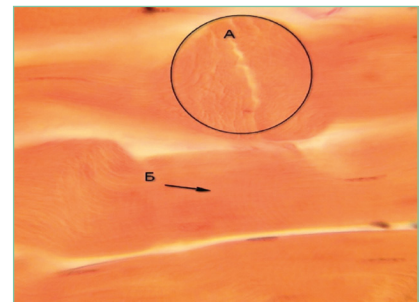
В ходе исследования проводилась гистологическая оценка скелетной мускулатуры грудки и бедра бройлеров сравниваемых групп. Анализ микроструктуры мышц показал неравномерность роста мышечных волокон на разных возрастных этапах жизни бройлеров.

При визуальной оценке грудных мышц бройлеров контрольной группы (белые мышечные волокна) толщина волокон не различается. Выявляется поперечная исчерченность. Наблюдается равномерная окраска мышечных волокон, в то время как окраска ядер неравномерна, чаще они светлые. В единичных случаях выявляются контрактуры мышечных волокон и кровоизлияния в строму (рис. 1).

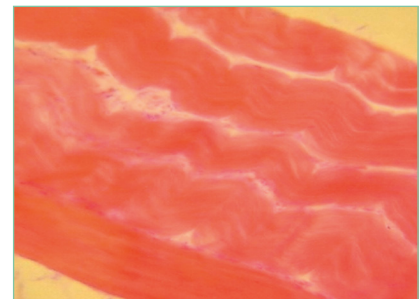
У одной особи обнаружен отек мышечной ткани (рис. 2А). В этом участке поперечная исчерченность



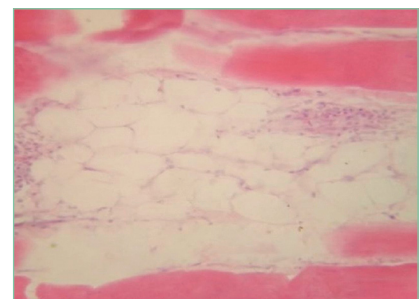
**Рис. 1.** Микроструктура грудных мышц цыплят-бройлеров контрольной группы: контрактуры мышечных волокон (гематоксилин-эозин; об.  $\times 40$ ; ок.  $\times 10$ )



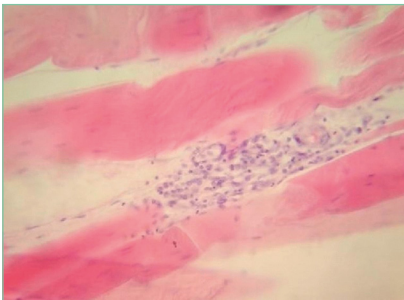
**Рис. 2.** Гистологическая картина грудных мышц цыплят-бройлеров контрольной группы: А – отек мышечных волокон; Б – поперечно-полосатая исчерченность грудных мышечных волокон (окраска по Ван Гизону; об.  $\times 100$ ; ок.  $\times 10$ )



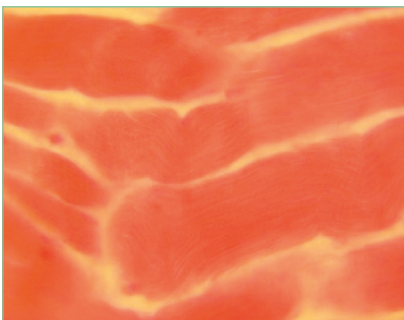
**Рис. 3.** Контрактура мышечных волокон бедренных мышц цыплят-бройлеров контрольной группы (гематоксилин-эозин; об.  $\times 40$ ; ок.  $\times 10$ )



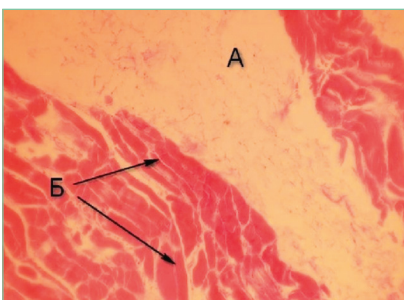
**Рис. 4.** Гистологическая картина грудных мышц цыплят-бройлеров II группы: развитие жировой ткани (гематоксилин – эозин; об.  $\times 40$ ; ок.  $\times 10$ )



**Рис. 5.** Лейкоцитарная инфильтрация мышечных волокон грудных мышц цыплят-бройлеров II группы (гемаксилин-эозин; об.  $\times 40$ ; ок.  $\times 10$ )



**Рис. 6.** Микроструктура бедренных мышц цыплят-бройлеров II группы (гемаксилин-эозин; об.  $\times 100$ ; ок.  $\times 10$ )



**Рис. 7.** Гистологическая картина бедренных мышц цыплят-бройлеров II группы: А – развитие жировой ткани; Б – различная толщина мышечных волокон (гемаксилин-эозин; об.  $\times 10$ ; ок.  $\times 10$ )



**Рис. 8.** Микроструктура мышечных волокон грудных мышц цыплят-бройлеров III группы: неравномерная окраска волокон (гемаксилин-эозин; об.  $\times 40$ ; ок.  $\times 10$ )

волокон слабо выражена (рис. 2Б). Имеются единичные прослойки белой жировой ткани. Стромальные элементы в целом выражаются слабо.

При изучении бедренных мышц цыплят контрольной группы (красные мышечные волокна) преимущественно отмечается равномерная окраска волокон. Выявлена неравномерная окраска ядер. Волокна характеризуются одинаковой толщиной, но визуальнo кажутся меньшими по диаметру, чем волокна грудных мышц. Иногда на препаратах обнаруживается волнообразный ход волокон (рис. 3), контрактуры встречаются неодинаково: есть участки множественных контрактур, есть участки без них. Поперечная исчерченность просматривается практически повсеместно. Хорошо виден клеточный компонент стромы. Между мышечных волокон встречаются небольшие по толщине прослойки белой жировой ткани. У одной особи наблюдаются очаги воспалительной инфильтрации в мышечной паренхиме.

У бройлеров II группы мышечные волокна грудки имеют нормальную окраску и визуальнo не различаются по толщине между собой, но кажутся тоньше, чем белые волокна контрольной группы птиц. У одной особи между мышечными волокнами выявлено развитие белой жировой ткани (рис. 4).

Поперечная исчерченность волокон, как правило, определяется. В единичных участках мышечной ткани наблюдались контрактуры, имела место слабо выраженная лейкоцитарная инфильтрация, преимущественно периваскулярно (рис. 5). Однако на препаратах выявляются и волокна с неравномерной окраской. У одной особи наблюдались мышечные волокна

с признаками распада. Строма в целом спокойна, и лишь в отдельных участках выявляются периваскулярная инфильтрация и мелкие гранулемы. В целом прослойки эндомизия выглядят более расширенными, чем в аналогичных мышцах особой контрольной группы.

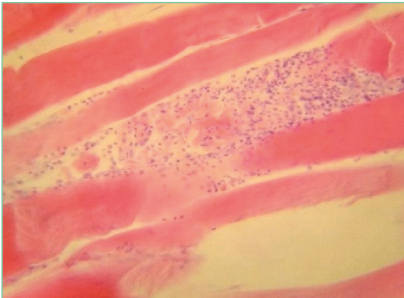
При изучении бедренных мышц бройлеров II группы их красные волокна также имели равномерную окраску. Наблюдается слабо выраженная поперечнополосатая исчерченность (рис. 6).

У одной особи между мышечными волокнами обнаружено большое скопление жировой ткани (рис. 7А). При этом у данной особи мышечные волокна визуальнo различаются по толщине (рис. 7Б). В отдельных участках мышечной ткани в красных волокнах наблюдались контрактуры, либо разволокнение. Строма на большинстве препаратов выглядела спокойной.

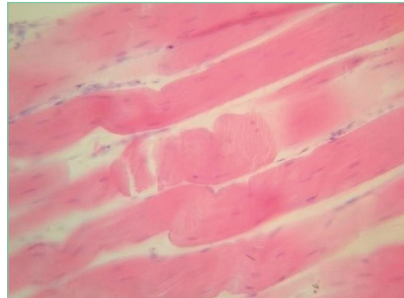
У бройлеров III группы в прослойках белых мышечных волокон грудной мышцы мы наблюдали развитие жировой ткани у всех исследуемых особей. Для белых волокон всех особей было отмечено равномерное окрашивание паренхимы, и лишь у одной особи наблюдалась ее неравномерная окраска (рис. 8). У этой же особи отмечены крупноочаговые лейкоцитарные инфильтраты (рис. 9).

У одной птицы выявлялись значительно выраженные отеки мышечных волокон (рис. 10), имелись картины мышечного распада. Поперечнополосатая исчерченность в этих случаях не просматривалась, но в целом в мышцах этой группы она хорошо видна. Между мышечными волокнами отмечено расширение эндомизия.

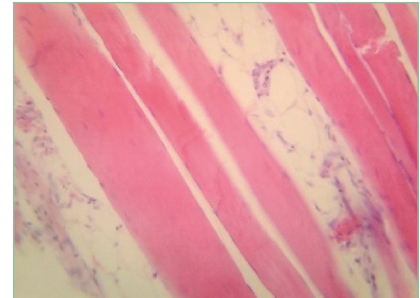
При исследовании красных волокон бедренных мышц бройле-



**Рис. 9.** Лейкоцитарная инфильтрация грудных мышц цыплят-бройлеров III группы (гематоксилин-эозин; об.  $\times 40$ ; ок.  $\times 10$ )



**Рис. 10.** Гистологическая картина грудных мышц цыплят-бройлеров III группы: отек мышечных волокон (гематоксилин-эозин; об.  $\times 40$ ; ок.  $\times 10$ )



**Рис. 11.** Микроструктура бедренных мышц цыплят-бройлеров III группы: развитие жировой ткани между мышечными волокнами (гематоксилин-эозин; об.  $\times 40$ ; ок.  $\times 10$ )

ров III группы была установлена их равномерная окраска. Только в единичных участках мышечной ткани наблюдались контрактурные изменения волокон и их неравномерное окрашивание, имела место лейкоцитарная инфильтрация. У большинства птиц выявлено развитие белой жировой ткани между волокнами (рис. 11). Поперечнополосатая исчерченность чаще просматривается. При визуальном изучении волокон видно, что у одной особи они характеризуются одинаковыми размерами и очень плотным расположением. У остальных птиц область эндомизия расширена. У некоторых особей, наряду с нормальными, выявляются гипертрофированные волокна. Клеточность стромы увеличена.

У бройлеров IV группы в белых мышечных волокнах выявлялась неравномерная окраска паренхимы и у одной птицы – неравномерная окраска ядер. Толщина волокон

визуально не различалась, также просматривается поперечнополосатая исчерченность. У одной особи часто выявлялись скопления жировой ткани и лейкоцитарная инфильтрация мышечной паренхимы, расширение участков эндомизия. Отдельные волокна были гипертрофированы. У некоторых особей в единичных случаях в мышечных волокнах наблюдалось разволокнение и появление контрактур.

Красные волокна бедренных мышц цыплят-бройлеров IV группы характеризовались нормальной толщиной волокон и хорошо просматриваемой поперечнополосатой исчерченностью. Окраска волокон, однако, неравномерная. В строме между волокнами выявлено много участков лейкоцитарной инфильтрации, также были отмечены области со скоплениями жировой ткани. Вообще клеточность стромы несколько повышена. Общее расположение волокон можно охарак-

теризовать как плотное. Очагами встречается гипертрофия волокон, и реже наблюдается их распад. По мнению некоторых авторов [9], микроскопические картины сохранения поперечной исчерченности в подобных случаях доказывают, что для этих мышечных волокон характерен рост и развитие.

**Заключение.** Добавление в рацион птиц антиоксидантной добавки «Дигидрохверцетин» не приводит к нарушению структуры мышечной ткани. Однако при дозах от 0,75% и выше появляются гипертрофированные волокна и все больше участков с расширением эндомизия и участков скопления белой жировой ткани. Кроме того, чаще наблюдаются волокна в состоянии распада. Подобные картины, по-видимому, свидетельствуют о перестройках мышечной ткани, что подтверждается и сохранением поперечной исчерченности в паренхиме.

### Литература

1. Гущин В.В. Повышение качества и снижение потерь мяса птицы на стадиях производства: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. - Сергиев Посад, 2004. - 44 с.
2. Методические рекомендации Государственного санитарно-эпидемиологического нормирования РФ № 2.3.1.1915-04 от 2004 г. «Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ».
3. Сергеев В.Н., Гущин В.В., Маковеев И.И., Козак С.С., Брагин В.С. Определение эффективности использования дигидрохверцетина при производстве тушек цыплят-бройлеров // Мясная индустрия. - 2019. - №7. - С. 37-39.



4. Козак С.С., Макоев И.И., Догадова Н.Л., Брагин В.С. Влияние дигидрокверцетина на увеличение сроков хранения тушек цыплят-бройлеров // Птица и птицепродукты. - 2017. - №4. - С. 52-55.
5. Хвыля С.И., Пчелкина В.А. Контроль качества мяса: гистологические методы // Методы оценки соответствия. - 2013. - №10. - С. 30-34.
6. Методика проведения анатомической разделки тушек, органолептической оценки качества мяса и яиц сельскохозяйственной птицы и морфологии яиц / В.С. Лукашенко, М.А. Лысенко, Т.А. Столляр [и др.]. - Сергиев Посад: ВНИТИП, 2013. - 35 с.
7. Большой практикум по гистологической технике / В.С. Трубачева, Г.П. Дробот, Л.И. Абдрушевич. - Йошкар-Ола: Марийский гос. ун-т, 2003. - 47 с.
8. Плющиков В.Г., Никитченко В.Е., Никитченко Д.В. Разработка и применение высокоэффективных методов контроля пищевой продукции // Вестник РУДН, сер. Агрономия и животноводство. - 2008. - №3. - С. 91-93.
9. Кундюкова У.И., Дроздова Л.И., Лебедева И.А. Влияние сорбентов на формирование скелетной мускулатуры бройлеров // Архивариус. - 2017. - Т. 1. - №3. - С. 11-16.

#### Сведения об авторах:

**Кузьмина Н.Н.:** преподаватель кафедры технологии мясных и молочных продуктов; kuzmina221995@mail.ru. **Петров О.Ю.:** доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры технологии мясных и молочных продуктов; tmspetrov@yandex.ru. **Дробот Г.П.:** кандидат биологических наук, доцент, зав. кафедрой биохимии, клеточной биологии и микробиологии; droga59@mail.ru. **Александрова Ж.А.:** магистрант кафедры биохимии, клеточной биологии и микробиологии; zhann98@bk.ru. **Козак С.С.:** доктор биологических наук, профессор, руководитель Испытательного лабораторного центра; kozakvniipp@gmail.com.

Статья поступила в редакцию 11.03.2022; одобрена после рецензирования 22.04.2022; принята к публикации 15.11.2022.

#### Research article

### Effect of Antioxidant Dihydroquercetin on the Microstructural Characteristics of Muscle Tissues in Broilers

Nadezhda N. Kuzmina<sup>1</sup>, Oleg Yu. Petrov<sup>1</sup>, Galina P. Drobot<sup>1</sup>, Janna A. Alexandrova<sup>1</sup>, Sergey S. Kozak<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mari State University, Yoshkar-Ola; <sup>2</sup>All-Russian Research Institute of Poultry Processing Industry – branch of the Federal Scientific Center «All-Russian Research and Technological Institute of Poultry» of Russian Academy of Sciences

**Abstract.** *The effects of supplementation of diets for broiler chicks with antioxidant dihydroquercetin (0.50; 0.75 and 1.00% of total diet) on the microstructural characteristics of meat were studied. Histological investigations of muscles were carried out according to current regulatory documents; microscopy and histological imaging were performed on a MEIJI microscope. It was found that the additive generally did not compromise the structure of breast and thigh muscle tissues. However, at the doses 0.75% and higher the hypertrophied fibers and increasing numbers of zones with endomysial expansion and with accumulation of white fatty tissue were found; these doses also resulted in higher number of degrading fibers. These observations together with the pertaining of the striation in the parenchyma presumably evidenced the occurrence of a certain rearrangement of muscular tissue induced by the higher doses of the antioxidant.*

**Keywords:** broiler chicks, dihydroquercetin, muscles, striation, leukocytic infiltration.

**For Citation:** Kuzmina N.N., Petrov O.Yu., Drobot G.P., Alexandrova J.A., Kozak S.S. (2022) Effect of antioxidant dihydroquercetin on the microstructural characteristics of muscle tissues in broilers. *Ptitsevodstvo*, 71(12): 52-57. (in Russ.)

**doi:** 10.33845/0033-3239-2022-71-12-52-57

## References

1. Gushchin VV (2004) Improvement of Quality and Reduction of Wastes of Poultry Meat at Different Production Stages: Dr. of Agric. Sci. Thes., Sergiev Posad, 44 pp. (in Russ.).
2. The Recommended Levels of Consumption of Nutrients and Bioactive Substances: State recommendations No 2.3.1.1915-04 (2004) (in Russ.).
3. Sergeev VN, Gushchin VV, Makoveev II, Kozak SS, Bragin VS (2019) Effectiveness of using dihydroquercetin in production of broiler chicken carcasses. *Meat Ind.*, (7):37-9 (in Russ.).
4. Kozak SS, Makoveev II, Dogadova NL, Bragin VS (2017) Effect of dihydroquercetin on the shelf life of broiler carcasses. *Poult. Chicken Prod.*, (4):52-5 (in Russ.).
5. Khvylya SI, Pchelkina VA (2013) Control of meat quality: histological methods. *Meth. Qual. Contr.*, (10):30-4 (in Russ.).
6. Lukashenko VS, Lysenko MA, Stollyar TA [et al.] Protocols of Anatomic Dissection of Poultry Carcasses, Organoleptic Assessment of Poultry Meat and Eggs, Determination of Egg Morphology. Sergiev Posad, VNITIP, 2013, 35 pp. (in Russ.).
7. Trubacheva VS, Drobot GP, Abdrushevich LI (2003) Large Practicum on Histological Techniques. Mari State University, 47 pp. (in Russ.).
8. Plushikov VG, Nikitchenko VE, Nikitchenko DV (2008) The development and use of highly effective methods of control of food production. *Proc. RUDN, ser. Agron. Anim. Prod.*, (3):91-3 (in Russ.).
9. Kundryukova UI, Drozdova LI, Lebedeva IA (2017) Influence of sorbents on the formation of the broiler skeletal musculator. *Archivarius*, 1(3):11-6 (in Russ.).

## Authors:

**Kuzmina N.N.:** Lecturer, Dept. of Technology of Meat and Dairy Products; kuzmina221995@mail.ru. **Petrov O.Yu.:** Dr. of Agric. Sci., Assoc. Prof., Prof. of Dept. of Technology of Meat and Dairy Products; tmspetrov@yandex.ru. **Drobot G.P.:** Cand. of Biol. Sci., Assoc. Prof., Head of Dept. of Biochemistry, Cell Biology, and Microbiology; droga59@mail.ru. **Alexandrova J.A.:** Magistrate, Dept. of Biochemistry, Cell Biology, and Microbiology; zhann98@bk.ru. **Kozak S.S.:** Dr. of Biol. Sci., Prof., Head of Research Laboratory Center; kozakvniipp@gmail.com.

Submitted 11.03.2022; revised 22.04.2022; accepted 15.11.2022.

© Кузьмина Н.Н., Петров О.Ю., Дробот Г.П., Александрова Ж.А., Козак С.С., 2022

