

ВЛИЯНИЕ НОВОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ НА ХИМИЧЕСКИЕ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЯСА ПТИЦЫ

А.В. Банникова, *annbannikova@gmail.com*

О.С. Ларионова[✉], *larionova1@mail.ru*

Я.Б. Древо, *drevko@list.ru*

Л.С. Крылова, *krilovalyubov@yandex.ru*

С.В. Ларионов, *larionov.sgau@gmail.com*

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, Саратов, Россия

Аннотация. Многочисленные исследования ученых показали, что биомасса личинок насекомых, в частности *Musca domestica*, может быть использована в качестве альтернативного источника белка в кормлении животных. В данном контексте решение вопросов глобальной продовольственной безопасности приобретает особую значимость и актуальность. Биомасса насекомых содержит от 40 до 60 % сырого протеина и до 36 % липидов, которые могут быть извлечены и использованы для различных целей. Кроме того, большое значение имеет усвояемость белка, этот показатель для белка насекомых составляет 86–89 %, что намного выше, чем у растительных протеинов. Целью данного исследования являлось изучение влияния новой кормовой добавки на химические и органолептические показатели мяса цыплят-бройлеров кросса «Кобб 500». Новая кормовая добавка представляла собой биомассу личинок *Musca domestica*, выращенных на субстрате с добавлением селена и кобальта в количестве 15 мг/кг. Данную кормовую добавку включали в рацион цыплят-бройлеров кросса «Кобб 500» в количестве 10 % к основному рациону. При исследовании химического состава мяса птицы было выявлено, что массовая доля жира мяса цыплят-бройлеров, получающих в рационе новую кормовую добавку из личинок *M. domestica*, была меньше, по сравнению с другими группами животных. Однако содержание белка в мясе птицы, получавшей в качестве добавки к основному рациону муку из биомассы личинок *M. domestica*, было больше почти на 5 %. Проведена оценка сенсорных свойств мяса птицы и бульонов из него. Оказалось, что сочность контрольного образца мяса птицы «нравилась», так как имеет «среднюю степень нежности». Результаты опытных образцов по приемлемости чуть ниже за счет более нежной консистенции. Бульоны всех образцов были мутноваты с достаточной навариваемостью и требуемым вкусом и ароматом. В целом оценки по гедонистической шкале всех продуктов позволяют утверждать об их приемлемости.

Ключевые слова: кормовая добавка, *Musca domestica*, биомасса личинок, мясо птицы, мука из личинок, насекомые, мука из биомассы личинок, цыплята-бройлеры, химические свойства мяса, органолептические показатели

Для цитирования: Влияние новой кормовой добавки на химические и органолептические показатели мяса птицы / А.В. Банникова, О.С. Ларионова, Я.Б. Древо и др. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2024. Т. 12, № 2. С. 66–74. DOI: 10.14529/food240208

Original article
DOI: 10.14529/food240208

THE INFLUENCE OF A NEW ANIMAL FEED SUPPLEMENT ON THE CHEMICAL AND ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS OF POULTRY MEAT

A.V. Bannikova, annbannikova@gmail.com

O.S. Larionova[✉], larionova1@mail.ru

Ya.B. Drevko, drevko@list.ru

L.S. Krylova, krilovalyubov@yandex.ru

S.V. Larionov, larionov.sgau@gmail.com

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov,
Saratov, Russia

Abstract. Numerous studies by scientists have shown that the biomass of insect larvae, in particular *M. domestica* can be used as an alternative source of protein in animal feeding. In this context, the solution of global food security issues is of particular importance and relevance. Insect biomass contains from 40 to 60 % crude protein and up to 36 % lipids which can be extracted and used for various purposes. In addition, protein digestibility is of great importance this indicator for insect protein is 86–89 %, which is much higher than that of plant proteins. The purpose of this research was to study the effect of a new animal feed supplement on the chemical and organoleptic parameters of poultry meat. When studying the chemical composition of poultry meat it was revealed that the mass fraction of fat from meat of farm animals obtaining a new animal feed supplement from *M. domestica* larvae in the diet was less, compared with other groups of farm animals. The protein content in poultry meat which obtained flour from the biomass of *M. domestica* larvae as an supplement to the main diet was almost 5 % higher. An assessment of the sensory properties of poultry meat and broths from it was carried out. It turned out that the juiciness of the control sample of poultry meat was «liked» because it has an «average degree of tenderness». The results of the prototypes are slightly lower in acceptability due to a more delicate consistency. The broths of all samples were cloudy with sufficient digestibility and the required taste and aroma. In general, the hedonistic scale ratings of all products allow to assert their acceptability.

Keywords: feed supplement, *Musca domestica*, biomass larva, poultry meat, flour from larvae, insects, flour from larval biomass, broiler chickens, chemical properties of meat, organoleptic parameters

For citation: Bannikova A.V., Larionova O.S., Drevko Ya.B., Krylova L.S., Larionov S.V. The influence of a new animal feed supplement on the chemical and organoleptic characteristics of poultry meat. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2024, vol. 12, no. 2, pp. 66–74. (In Russ.) DOI: 10.14529/food240208

Введение

В последние годы большое внимание было уделено новым технологиям прижизненного формирования сырья с заданными технологическими и потребительскими свойствами. Имеются сведения об оптимизации кормления мелкого рогатого скота по цинку, йоду и селену путем обогащения их рационов кормовыми добавками «Йоддар-Zn» и «ДАФС-25», что оказывало положительное влияние не только на качество мясного сырья, но и способствовало получению обогащенной микроэлементами баранины для функционального питания [6]. Другими исследователями было предложено использование физио-

логических способов активизации естественных компенсаторно-адаптационных механизмов для нивелирования стресса у сельскохозяйственных животных, обуславливающих получение более качественной животноводческой продукции [5]. Функциональные ингредиенты, такие как растительные и животные белки, пищевые волокна и минеральные компоненты, могут быть включены в рационы сельскохозяйственной птицы в целях улучшения их продуктивности, химического состава туши и качества свежего мяса. Растущий мировой спрос на рыбную муку, связанный с интенсификацией отрасли птицеводства, способствует повышению рыночной цены на

данный кормовой ингредиент [7]. Насекомые могут стать идеальной альтернативой в качестве источника белка в рационе домашней птицы, поскольку являются источником полноценного протеина с высоким содержанием белка (55–70 %) и широким профилем аминокислот. Кроме этого, насекомые являются высокоэффективными биологическими преобразователями органических отходов, оказывают низкое воздействие на окружающую среду, поскольку выделяют меньше парниковых газов и потребляют меньше воды. Кроме того, использование белка насекомых значительно улучшает качество куриного мяса и снижает себестоимость производства. Белок насекомых является полноценным и более питательным по сравнению с растительным белком [10, 11]. Помимо этого, он содержит макро- и микроэлементы, и биологически активные вещества. Использование насекомых в качестве потенциального кормового ингредиента богатого белком в рационах животных является перспективным решением и открывает новые перспективы в кормлении животных [8, 9, 13, 14, 15].

В целях обеспечения требуемого функционального профиля сырья сельскохозяйственной птицы в данной статье рассмотрены вопросы влияния новой кормовой добавки из насекомых, обеспечивающей получение мяса с высокими показателями качества и заданными функциональными свойствами.

Объекты и методы исследований

Для проведения эксперимента цыплят-бройлеров кросса «Кобб 500» формировали в три группы по 50 голов. Контрольная (первая) группа получала обычный рацион, вторая группа – обычный рацион с добавлением 10 % муки из биомассы личинок *M. domestica*, третья группа – обычный рацион с добавлением 10 % рыбной муки. На протяжении всего эксперимента (24 дня) кормление и поение было *ad libitum*. Для приготовления муки из биомассы личинок *M. domestica* выращивание личинок осуществляли на курином помете, обогащенном селеном и кобальтом в концентрации 15 мг/кг. Полученную биомассу высушивали при помощи инфракрасного сушильного шкафа «Мастер сушки СШ2-130» (режим: 50 °С, 6 часов). Высушенную биомассу личинок измельчали при помощи лабораторной мельницы ЛЗМ-1 в муку [12]. Для изучения химического состава и проведения органолептического анализа проводили убой цыплят-бройлеров: кон-

трольной группы, получавших обычный рацион; второй группы – в дополнение к обычному рациону получавших 10 % добавку с повышенным содержанием белка и улучшенным аминокислотным составом из муки личинок *M. domestica*; третьей группы – в дополнение к обычному рациону получавших 10 % добавку в виде рыбной муки.

Определение массовой доли влаги мяса (грудные и бедренные мышцы) осуществляли при высушивании в сушильном шкафу при температуре (103 ± 2) °С и (150 ± 2) °С согласно ГОСТ 9793-2016 [1]. Массовую долю жира определяли с использованием экстракционного аппарата Сокслета и ускоренного метода с использованием фильтрующей делительной воронки согласно ГОСТ 23042-2015 [2]. Массовую долю белка определяли, используя метод Кьельдаля и фотометрический метод согласно ГОСТ 25011-2017 [3]. Массовую долю общей золы определяли согласно ГОСТ 31727-2012 [4].

В оценке органолептических свойств вареного мяса курицы (грудные и бедренные мышцы) и бульонов использовался гедонистический тест, показывающий уровень предпочтения продукта по девятибалльной шкале («чрезвычайно не нравится» – «крайне нравится»), а также степень интенсивности определенного параметра, начиная от «крайне низкой» (1) до «очень высокой» (9). Данные методы используют для исследования реакции потребителей на новый продукт, который либо приготовлен по новой технологии, либо содержит новый компонент, либо хранился с использованием новых материалов.

Сенсорная характеристика образцов была проведена для выбранных образцов среди 20 человек в возрасте 20–50 лет. До проведения сенсорной оценки каждого члена группы просили прочитать описание проекта по разработке новых видов продуктов и важности их органолептической оценки. После ответов на возникшие вопросы участники подтвердили согласие на участие в эксперименте путем подписания соответствующего документа. Только после данной предварительной процедуры, описанной ранее, участникам были предоставлены образцы вареного мяса курицы и бульонов при температуре (65 ± 1) °С.

Каждому образцу был присвоен трехзначный код, выбранный из таблицы случайных чисел. Форма с сенсорной оценкой также была пронумерована, так что участники сен-

сорного анализа не знали, какой образец скрывается под данным кодом. Перед дегустацией участники были проинструктированы употребить воду с лимонным соком для удаления нежелательных привкусов, а затем сделать глоток воды комнатной температуры, и произвести дегустацию образцов слева направо. Данная последовательность потребления воды с лимонным соком и обычной воды была соблюдена после дегустации каждого образца.

Результаты и их обсуждение

По результатам ранее проведенных нами исследований муки из биомассы личинок, выращенных на субстрате с добавлением селена и кобальта в количестве 15 мг/кг, регистрировали увеличение содержания сырого протеина в их биомассе на 3,72 % по отношению к контролю, которое составило 61,72 %. Вместе с тем, отмечали, что аминокислотный профиль личинок был представлен максимальным количеством лизина, фенилаланина, лейцина + изолейцина, тирозина через 48 часов, а гистидина, валина, треонина, серина через 72 часа культивирования по сравнению с контролем [12].

При изучении химического состава мяса птицы (грудные и бедренные мышцы) (рис. 1) было выявлено, что массовая доля жира во 2-й группе была меньше, чем в 3-й группе и контроле. Содержание золы во 2-м образце было больше в 2,16 и 2,01 раза, чем в контроле и в 3-й группе соответственно. Наибольшее

содержание белка отмечали во второй группе, получавшей в качестве добавки к основному рациону обогащенную муку из биомассы личинок в количестве 10 %, что было больше на 4,66 %; 4,06 % у контроля и третьей группы соответственно. Это свидетельствует о достаточно высоком уровне энергетического обмена у животных второй группы.

Результаты сенсорной панели обобщены на рис. 2–5, что позволит произвести сравнение между контрольным образцом мяса птицы и мяса птицы, которая получала в составе основного рациона кормовую добавку из муки личинок и рыбной муки. Показаны средние результаты теста предпочтений в сравнении с оценкой интенсивности параметров мяса птицы.

На рис. 2 представлены результаты сенсорной оценки по интенсивности и приемлемости параметров мяса птицы, которые, по нашему мнению, играют неоспоримую роль в формировании товарного вида и покупательской способности данного продукта, а именно: интенсивность сочности (1 – совсем не сочный, 9 – очень сочный); интенсивность жесткости (1 – очень жесткое мясо, 9 – очень мягкое); выраженность вкуса (1 – совсем не выражен, 9 – очень ярко выражен); выраженность аромата (1 – совсем не выражен, 9 – очень ярко выражен).

Из рисунка видно, что мясо птицы второй группы, получающей корм с мукой из личинок, было наиболее сочным ($6,56 \pm 1,33$), по

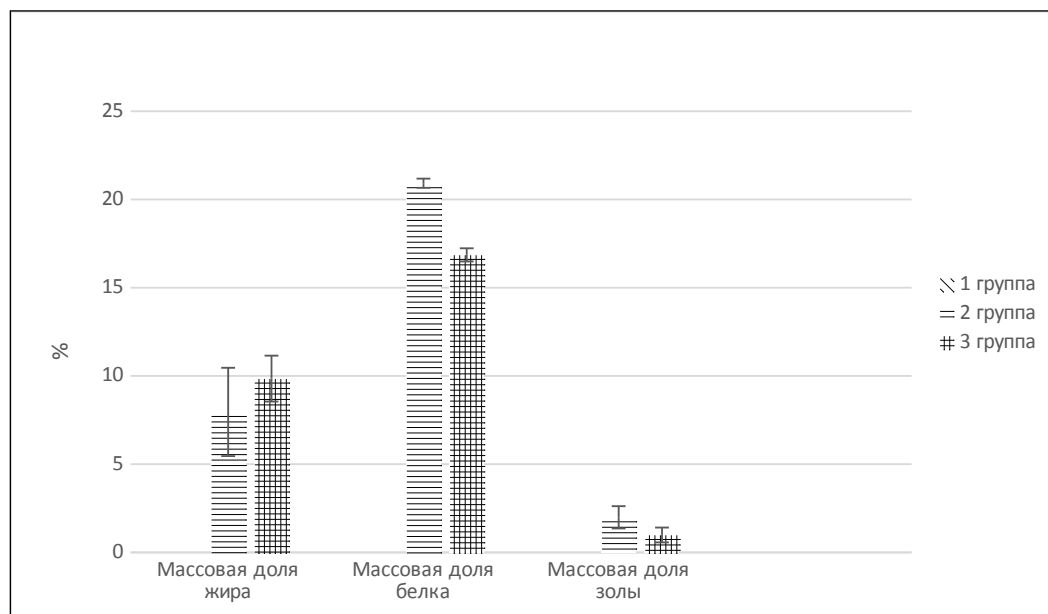


Рис. 1. Химический состав мяса птицы

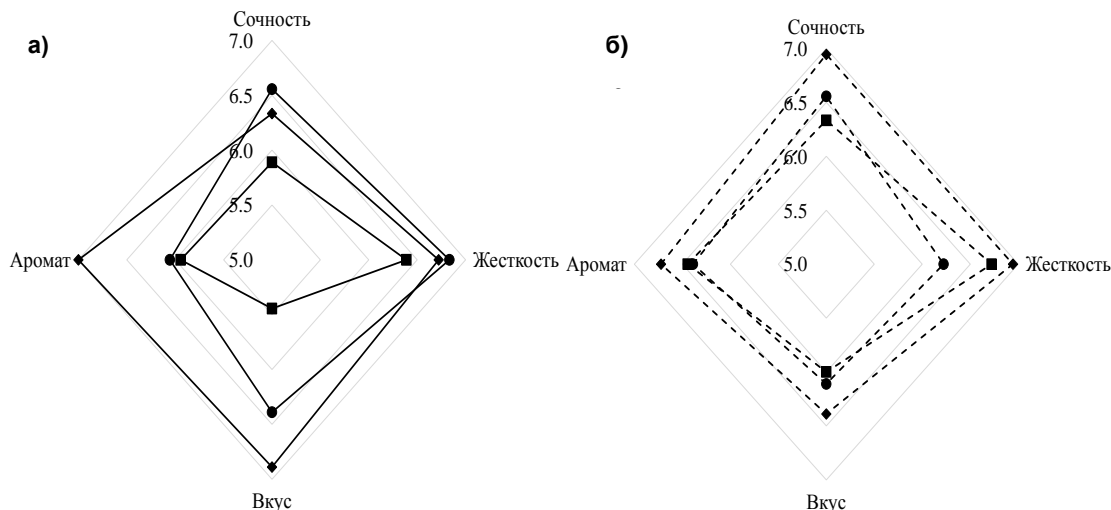


Рис. 2. Оценка интенсивности (а) и приемлемости (б) параметров мяса птицы, определяющих их товарный вид и спрос: ♦ – контрольный образец; ● – мясо птицы 2 группы; ■ – 3 группы

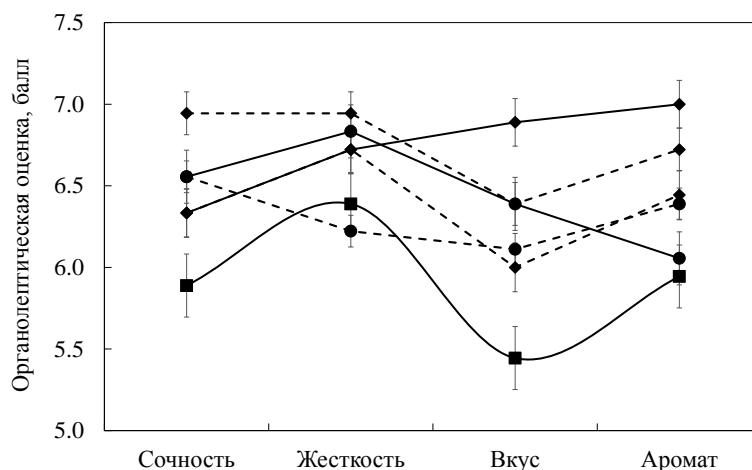


Рис. 3. Сравнение результатов оценки интенсивности (сплошная) и предпочтения (пунктирная) образцов: ♦ – контрольный образец; ● – мясо птицы 2 группы; ■ – 3 группы

сравнению с контролем и мясом птицы 3-й группы. Кроме этого мясо птицы 2-й группы было нежным по текстуре ($6,83 \pm 1,55$), что сравнимо с контрольным образцом ($6,72 \pm 1,35$). Мясо птицы третьей группы было «средней степени нежности» ($6,39 \pm 1,52$).

Из рис. 2 видно, что сочность контрольного образца «нравилась», так как имеет «среднюю степень нежности». Результаты опытных образцов по приемлемости чуть ниже за счет более нежной консистенции. Вкус и аромат мяса птицы 3 группы был оценен ниже, по сравнению с другими образцами мяса, в связи со средней выраженностью.

Из результатов сравнения результатов

оценки интенсивности и предпочтения образцов (см. рис. 3) показано, что сочность и жесткость контрольного образца мяса птицы наиболее «нравилась» потенциально потребителю ($6,94 \pm 1,63$). Нежная консистенция мяса птицы второй группы «слегка нравилась» ($6,22 \pm 1,33$), тогда как более жесткое мясо птицы контрольного образца и образца мяса птицы 3 группы получили более высокую оценку ($6,94 \pm 1,53$) и ($6,72 \pm 1,44$) соответственно). Вкус и аромат контрольного образца также были предпочтительнее, по сравнению с опытными («и нравится, и не нравится»).

В исследовании сенсорных свойств мяса птицы также был задан вопрос об общей при

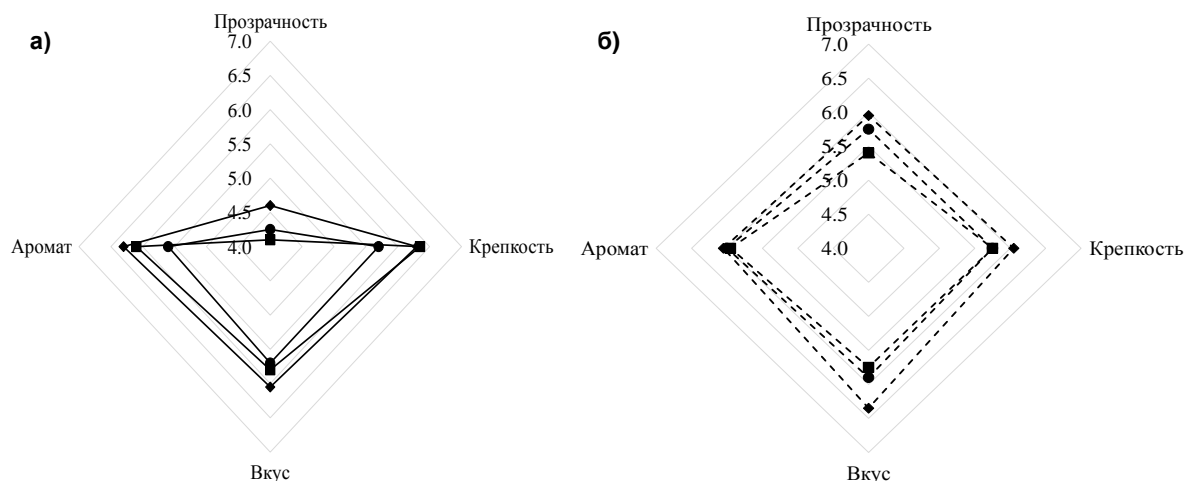


Рис. 4. Оценка интенсивности (а) и приемлемости (б) параметров бульонов из мяса птицы, определяющих их товарный вид и спрос: \blacklozenge – контрольный образец; \bullet – мясо птицы 2 группы \blacksquare – 3 группы

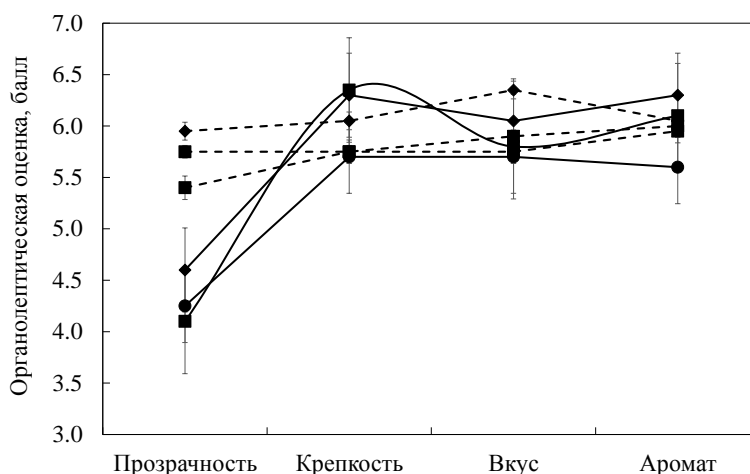


Рис. 5. Сравнение результатов оценки интенсивности (сплошная) и предпочтения (пунктирная) образцов: \blacklozenge – контрольный образец; \bullet – бульон из мяса птицы 2 группы; \blacksquare – 3 группы

емлемости. Результаты показали, что контрольный образец «нравился» ($7,00 \pm 1,05$), тогда как образцы мяса птицы 2-й и 3-й групп были оценены несколько ниже, но в целом тоже «нравилась» ($6,56 \pm 0,83$) и ($6,50 \pm 0,65$) соответственно). Следовательно, оценки по гедонистической шкале всех продуктов позволяют утверждать об их приемлемости.

На рис. 4 представлены результаты сенсорной оценки по интенсивности и приемлемости параметров бульонов из птицы, которые, по нашему мнению, играют неоспоримую роль в формировании товарного вида и покупательской способности данного продукта, а именно: интенсивность прозрачности (1 – совсем не прозрачный, 9 – очень прозрач-

ный); интенсивность крепости (1 – очень крепкий, 9 – совсем не крепкий); выраженность вкуса (1 – совсем не выражен, 9 – очень ярко выражен); выраженность аромата (1 – совсем не выражен, 9 – очень ярко выражен).

Из рис. 4 видно, что бульон контрольного образца был наиболее прозрачным ($4,60 \pm 1,35$), по сравнению с опытными образцами ($4,25 \pm 1,23$) и ($4,1 \pm 1,37$). Крепость бульонов была наивысшей у образца бульона мяса птицы 2-й группы ($6,4 \pm 1,33$). Вкус и аромат образцов бульонов мяса птицы этой группы невыраженно отличался от контрольного образца и оценивался как «выражен».

Прозрачность бульонов контрольного образца и образца бульона 2-й группы «и нрави-

лась, и не нравилась» ($(5,95 \pm 1,37)$ и $(5,75 \pm 1,25)$ соответственно), тогда как этот показатель для бульона из мяса птицы 3-й группы «слегка нравился» ($5,4 \pm 1,37$).

Исходя из данных рис. 4, несмотря на то, что бульоны всех образцов были мутноваты, они «и нравилась, и не нравилась» потенциальным потребителям, все бульоны были достаточной навариваемости, что также «и нравилось, и не нравилось» опрашиваемым. Вкус и аромат также значительно не отличался у всех образцов, был «выражен», что «слегка нравилось» потенциальным потребителям.

Оценка общей приемлемости образцов показала (см. рис. 5), что контрольный образец «нравился» ($6,5 \pm 1,05$), тогда как образцы мяса птицы 2 и 3 группы были оценены несколько ниже – «и нравились, и не нравились» ($(6,05 \pm 0,83)$ и $(6,00 \pm 0,65)$ соответственно)). В целом оценки по гедонистической шкале всех продуктов позволяют утверждать об их приемлемости.

Заключение

При изучении химического состава мяса птицы было выявлено, что содержание белка в мясе цыплят-бройлеров, получающих в рационе обогащенную кормовую муку из биомассы личинок, было больше на 4,66; 4,06 % контроля и третьей группы соответственно.

Проведена оценка сенсорных свойств мяса птицы и бульонов из него. Оказалось, что сочность контрольного образца мяса птицы «нравилась», так как имеет «среднюю степень нежности». Результаты опытных образцов по приемлемости чуть ниже за счет более нежной консистенции. Вкус и аромат мяса птицы, получающей корм с рыбной мукой, был оценен ниже, по сравнению с другими образцами мяса, в связи со средней выраженностью.

Бульоны всех образцов были мутноваты, они «и нравилась, и не нравилась» потенциальным потребителям. Все бульоны были достаточной навариваемости, что также «и нравилось, и не нравилось» опрашиваемым. Вкус и аромат также значительно не отличался у всех образцов, был «выражен», что «слегка нравилось» потенциальным потребителям.

В целом оценки по гедонистической шкале всех продуктов позволяют утверждать об их приемлемости. Однако следует заметить, что сенсорные испытания проводились среди 20 человек в возрасте 20–50 лет. Будущие рекомендации включают в себя сенсорные тесты, включающее большее количество потенциальных потребителей, в целях определения уровня предпочтения и последующей статистической обработки данных.

Список литературы

1. ГОСТ 9793-2016 Мясо и мясные продукты. Методы определения влаги. М.: Госстандарт России, 2017.
2. ГОСТ 23042-2015 Мясо и мясные продукты. Методы определения жира. М.: Госстандарт России, 2016.
3. ГОСТ 25011-2017 Мясо и мясные продукты. Методы определения белка. М.: Госстандарт России, 2018.
4. ГОСТ 31727-2012 Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли общей золы. М.: Госстандарт России, 2013.
5. Лещуков К.А., Мамаев А.В. Биотехнология прижизненного формирования качества продуктов животноводства // Вестник ОрелГАУ. 2010. 6 (27). С. 103–105.
6. Прижизненное обогащение баранины эссенциальными микроэлементами с целью ее использования в технологии функциональных продуктов / Т.М. Гиро, И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина и др. // Теория и практика переработки мяса. 2018. Т. 3(3). Р. 74–88. DOI: 10.21323/2414-438X-2018-3-3-74-88
7. Atteh J., Ologbenla F. Replacement of fish meal with maggots in broiler diets: effects on performance and nutrient retention // Nigerian Journal of Animal Production. 2015. V. 20. P. 44–49. DOI: 10.51791/njap.v20i.2100
8. Belluco S., Halloran A., Ricci A. New protein sources and food legislation: the case of edible insects and EU law // Food Sec. 2018. V. 9. P. 803–814. DOI: 10.1007/s12571-017-0704-0
9. Changes in chemical and microbiological quality of semi-processed black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) larval meal during storage / C. Kamau, J. Mutungi, S. Kinyuru et al. // J. Insects as Food and Feed. 2020. V. 6 (4). P. 417–428. DOI: 10.3920/JIFF2019.0043

10. Dorman L.I. Variations of Galactic Cosmic Rays. Moscow: Moscow State University Press, 1975. 103 p.
11. Drying technologies for edible insects and their derived ingredients / Hernández-Álvarez A-J., Irving-Alejandro M.M., Piña-Domínguez Sánchez-Velázquez O.A. et al. // *Drying Technology*. 2021. V. 39(13). P. 1991–2009. DOI: 10.1080/07373937.2021.1915796
12. Dynamics of Amino Acid Profile of *Musca domestica* Larva During Cultivation on Substrate Enriched with Microelements / A. Kovtunova, Ya. Drevko, Faust E. et al. // *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*. 2018. V. 88 (3). P. 1257–1264. DOI: 10.1007/s40011-017-0866-8
13. Parry E., Pieterse C.W. The case for a wider range of flies for use in waste bioconversion // *J. of Insects as Food and Feed*. 2021. P. 1–16. DOI: 10.3920/JIFF2020.0090
14. Report of the Center for Testing and Development of Humanitarian Technologies. URL: <https://proforientator.ru/>
15. Utilizing the House Fly (*Musca domestica*) Larva as an Alternative to Soybean Meal in Broiler Ration During the Starter Phase / M. Khan, N. Chand, S. Khan et al. // *Rev. Bras. Cienc. Avic.* 2018. V. 20(1). P. 9–14. DOI: 10.1590/1806-9061-2017-0529

References

1. GOST 9793-2016 *Myaso I myasnye produkty. Metody opredeleniya vlagi* [GOST 9793-2016. Meat and meat products. Methods for determining moisture]. Moscow, 2017.
2. GOST 23042-2015 *Myaso I myasnye produkty. Metody opredeleniya zhira* [GOST 23042-2015. Meat and meat products. Methods for determining fat]. Moscow, 2016.
3. GOST 25011-2017 *Myaso I myasnye produkty. Metody opredeleniya belka* [GOST 25011-2017. Meat and meat products. Methods of protein determination]. Moscow, 2018.
4. GOST 31727-2012 *Myaso I myasnye produkty. Metody opredeleniya massovoy doli obshchey zoly* [GOST 31727-2012. Meat and meat products. A method for determining the mass fraction of total ash]. Moscow, 2013.
5. Leshchukov K.A., Mamaev A.V. Biotechnology of lifetime quality formation of livestock products. *Vestnik OrelGAU* [Bulletin of the OrelGAU], 2010, no. 6 (27). pp. 103–105. (In Russ.)
6. Giro T.M., Gorlov I.F., Slozhenkina M.I., Kozlov S.V., Tasmuchanov N.V. In vivo enrichment of the lamb of essential trace elements for its use in the technology of functional foods. *Theory and practice of meat processing*, 2018, vol. 3(3), pp. 74–88. (In Russ.) DOI: 10.21323/2414-438X-2018-3-3-74-88.
7. Atteh J., Ologbenla F. Replacement of fish meal with maggots in broiler diets: effects on performance and nutrient retention. *Nigerian Journal of Animal Production*, 2015, vol. 20, pp. 44–49. DOI: 10.51791/njap.v20i.2100
8. Belluco S., Halloran A. & Ricci A. New protein sources and food legislation: the case of edible insects and EU law. *Food Sec.*, 2018, vol. 9, pp. 803–814. DOI: 10.1007/s12571-017-0704-0
9. Kamau C., Mutungi J., Kinyuru S. et al. Changes in chemical and microbiological quality of semi-processed black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) larval meal during storage. *J. Insects as Food and Feed*, 2020, vol. 6 (4), pp. 417–428. DOI: 10.3920/JIFF2019.0043
10. Dorman L.I. *Variations of Galactic Cosmic Rays*. Moscow: Moscow State University Press, 1975. 103 p.
11. Hernández-Álvarez A-J., Irving-Alejandro M.M., Piña-Domínguez Sánchez-Velázquez O.A. et al. Drying technologies for edible insects and their derived ingredients. *Drying Technology*, 2021, vol. 39(13), pp. 1991–2009. DOI: 10.1080/07373937.2021.1915796
12. Kovtunova A., Drevko Ya., Faust E. et al. Dynamics of Amino Acid Profile of *Musca domestica* Larva During Cultivation on Substrate Enriched with Microelements. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 2018, vol. 88 (3), pp. 1257–1264. DOI: 10.1007/s40011-017-0866-8
13. Parry E., Pieterse C.W. The case for a wider range of flies for use in waste bioconversion. *J. of Insects as Food and Feed*, 2021, pp. 1–16. DOI: 10.3920/JIFF2020.0090

14. *Report of the Center for Testing and Development of Humanitarian Technologies*. URL: <https://proforientator.ru/>

15. Khan M., Chand N., Khan S. et al. Utilizing the House Fly (*Musca domestica*) Larva as an Alternative to Soybean Meal in Broiler Ration During the Starter Phase. *Rev. Bras. Cienc. Avic.*, 2018, vol. 20(1), pp. 9–14. DOI: 10.1590/1806-9061-2017-0529

Информация об авторах

Банникова Анна Владимировна, д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры «Микробиология и биотехнология», ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова», Саратов, Россия; annbannikova@gmail.com

Ларионова Ольга Сергеевна, д-р биол. наук, доцент, зав. кафедрой «Микробиология и биотехнология», ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова», Саратов, Россия; larionova1@mail.ru

Древко Ярослав Борисович, канд. хим. наук, доцент кафедры «Микробиология и биотехнология», ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова», Саратов, Россия; drevko@list.ru

Крылова Любовь Сергеевна, ассистент кафедры «Микробиология и биотехнология», ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова», Саратов, Россия; krilovalyubov@yandex.ru

Ларионов Сергей Васильевич, доктор ветеринарных наук, член-корреспондент РАН, профессор кафедры «Болезни животных и ветеринарно-санитарная экспертиза», ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова», Саратов, Россия; larionov.sgau@gmail.com

Information about the authors

Anna V. Bannikova, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Microbiology and Biotechnology, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia; annbannikova@gmail.com

Olga S. Larionova, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Microbiology and Biotechnology, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia; larionova1@mail.ru

Yaroslav B. Drevko, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Microbiology and Biotechnology, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia; drevko@list.ru

Lubov S. Krylova, Assistant of the Department of Microbiology and Biotechnology, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia; krilovalyubov@yandex.ru

Sergey V. Larionov, Doctor of Veterinary Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor of the Department of Animal Diseases and Veterinary and Sanitary Expertise, Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia; larionov.sgau@gmail.com

Статья поступила в редакцию 03.03.2024

The article was submitted 03.03.2024