

УДК 637.52

ББК 36.92

М-35

Мауль Диана, магистр 2-го года обучения кафедры химии и молекулярной биологии, факультета пищевой биотехнологии и инженерии, Университет ИТМО; Россия, 191002, г. Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9; e-mail: diana.maul@yandex.ru;

Красникова Людмила Васильевна, доктор технических наук, профессор кафедры химии и молекулярной биологии, факультета пищевой биотехнологии и инженерии, Университет ИТМО; Россия, 191002, г. Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9; e-mail: krasnikoval@yandex.ru;

Демченко Вера Артемовна, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры процессы и аппараты пищевых производств, факультета пищевой биотехнологии и инженерии, Университет ИТМО; Россия, 191002, г. Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9; e-mail: dem8484@gmail.com

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НАТУРАЛЬНЫХ
АНТИМИКРОБНЫХ ВЕЩЕСТВ И ОБРАБОТКИ УЛЬТРАЗВУКОМ
НА ПОВЕРХНОСТНУЮ МИКРОФЛОРУ МЯСНЫХ
ПОЛУФАБРИКАТОВ ПРИ ХРАНЕНИИ**

(рецензирована)

В статье представлены результаты изучения влияния обработки мясных полуфабрикатов натуральными антимикробными веществами и ультразвуком на изменение микробной обсемененности их поверхности в процессе хранения. Определена динамика численности микроорганизмов на поверхности образцов в процессе хранения. Проведена органолептическая оценка кулинарно обработанных опытных образцов.

Ключевые слова: мясные полуфабрикаты, микробиологическая стабильность, ультразвук, молочнокислые бактерии, органолептика.

Maul Diana, 2nd year Master student of the Department of Chemistry and Molecular Biology, Faculty of Food Biotechnology and Engineering, ITMO University; Russia, 191002, St. Petersburg, 9 Lomonosov str.; e-mail: diana.maul@yandex.ru;

Krasnikova Lyudmila Vasilyevna, Doctor of Technical Sciences, professor of the Department of Chemistry and Molecular Biology, Faculty of Food Biotechnology and Engineering, ITMO University; Russia, 191002, St. Petersburg, 9 Lomonosov str.; e-mail: krasnikoval@yandex.ru;

Demchenko Vera Artemovna, Candidate of Technical Sciences, a senior lecturer of the Department of Processes and Apparatuses of Food Production, Faculty of Food Biotechnology and Engineering, University of ITMO; Russia, 191002, St. Petersburg, 9 Lomonosov str.; e-mail: dem8484@gmail.com

**COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF NATURAL
ANTIMICROBIAL SUBSTANCES AND ULTRASOUND TREATMENT ON THE
SURFACE MICROFLORA OF MEAT SEMI-FINISHED PRODUCTS UPON STORAGE**

(reviewed)

The article presents the results of studying the effect of treatment of meat semi-finished products with natural antimicrobial substances and ultrasound on changing microbial contamination of their surface during storage.

The dynamics of the number of microorganisms on the surface of samples during storage has been determined. An organoleptic evaluation of the culinary-processed samples has been carried out.

Key words: *meat semi-finished products, microbiological stability, ultrasound, lactic acid bacteria, organoleptic.*

Интенсивный ритм жизни и рост уровня дохода современного человека способствуют увеличению спроса на мясные полуфабрикаты, не требующих больших затрат времени на приготовление. Однако, подверженность такого вида продуктов микробиологической порче благодаря наличию разнообразных питательных веществ в своём составе является серьезным препятствием для сохранения их потребительских свойств и доброкачественности.

В целях подавления развития нежелательной микрофлоры и увеличения срока годности производители мясопродуктов используют различные технологические приемы, включая как физические, так и химические воздействия. Однако, эти мероприятия не обеспечивают полного прекращения микробиологических процессов, либо снижают пищевую и биологическую ценность продукта и, как следствие, отрицательно воспринимаются потребителями, желающими вести здоровый образ жизни [1-3].

В связи с этим существует необходимость поиска альтернативных путей повышения микробиологической стабильности мясных полуфабрикатов, минимизировав отрицательное воздействие на их пищевые и органолептические свойства. Многообещающими являются исследования, направленные на изучение возможности замены химических консервантов и тепловой обработки на натуральные антимикробные вещества и воздействие ультразвуком (УЗ) соответственно, что позволит получать конкурентоспособные продукты с более высокими потребительскими достоинствами, чем получаемые с помощью традиционных технологий [3-7].

Натуральные антимикробные вещества могут быть получены из разнообразных источников. Наибольший интерес для пищевой промышленности представляют бактерии и растения, которые используются человеком с давних времен в качестве пищевых добавок для ароматизации, улучшения вкуса, цвета и консистенции пищевых продуктов и в медицинских целях для лечения и профилактики различных заболеваний. И растительное сырьё, и бактерии, в частности молочнокислые (МКБ), оказывают положительное влияние на микробиологические, химические и органолептические показатели за счет целого ряда биологически активных компонентов и продуктов метаболизма: флавоноиды, фенолы и их производные, дубильные вещества, терпеноиды, алкалоиды и т.д. для первой группы; молочная, уксусная и прочие органические кислоты, перекись водорода, углекислый газ, также бактериоцины для второй [2, 4, 8-10].

УЗ уже давно нашел широкое применение в пищевых технологиях в качестве интенсифицирующего и оптимизирующего фактора в процессах экстрагирования, растворения, эмульгирования, осветления, ускорения процессов теплопередачи и др.

Обработка УЗ может быть использована и в качестве нетеплового метода стерилизации, биологическое действие которой заключается в повреждении мембран и нарушении внутриклеточных процессов жизнеспособных микробных клеток, что приводит к их гибели. Преимущество этого метода заключается в отсутствии воздействия высоких температур на продукт с вытекающим из этого сохранением его пищевой и биологической ценности [11, 12].

В соответствии с вышеизложенным, целью настоящей работы являлось изучение влияния натуральных антимикробных веществ и обработки УЗ на изменение поверхностной микрофлоры мясных полуфабрикатов в процессе хранения.

В качестве генератора УЗ применялся аппарат ультразвуковой технологический «Волна-М» УЗТА-1/22-ОРв ОМ с потребляемой мощностью до 1000 Вт и частотой 20000 Гц. Принцип его действия основан на использовании свойств УЗ колебаний высокой интенсивности в жидких и жидкодисперсных средах [13]. Общий вид экспериментальной установки представлен на рисунке 1. В работе УЗ был применен для получения растительных экстрактов и для изучения влияния на микробиологическую стабильность экспериментальных образцов.

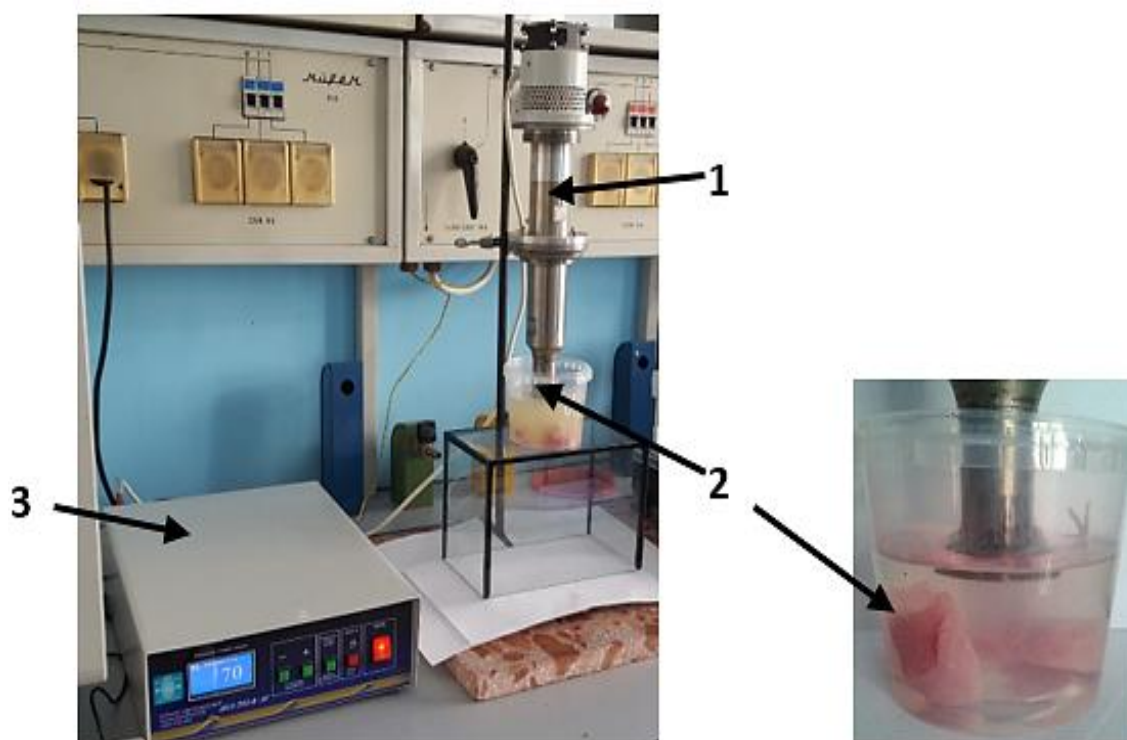


Рис. 1. Общий вид экспериментальной установки:

- 1 – пьезоэлектрическая колебательная система; 2 – емкость с образцом в жидкой среде;
- 3 – электронный генератор УЗ с таймером и регулятором выходной мощности

Источником растительных натуральных антимикробных веществ на основании литературных данных служил розмарин (*Rosmarinus officinalis*), листья которого высушивали при 40°C в течение суток и измельчали до размера 2-3 мм [3, 4, 9]. В качестве экстрагента использовали стерилизованную молочную сыворотку, в которую далее вносили навеску сырья в соотношении 1 к 10 по массе, после чего обрабатывали УЗ в течение 2,5 мин при мощности 400 Вт (80 % от номинальной), после чего полученную

смесь отфильтровывали и получали фитоэкстракт (ФЭ), который хранили при температуре $4\pm 2^{\circ}\text{C}$.

В качестве бактериального источника натуральных антимикробных веществ на основании собственных исследований был использован штамм МКБ *Lactobacillus acidophilus 7m13* (*L. acidophilus*) [13]. Бактериальную культуру вносили также в стерилизованную молочную сыворотку и термостатировали при 37°C в течение суток, в результате чего получали ферментированную молочную сыворотку (ФМС).

В качестве объекта исследований был выбран гуляш свиной – это мелкокусковой мясной полуфабрикат, представляющий собой кусочки мякоти массой 20-40 г с массовой долей жира до 20 %. Параметры режима обработки экспериментальных образцов УЗ: мощность 350 Вт (70 % от номинальной) с экспозицией 2 мин. Температура образцов мяса в процессе обработки не превышала $37\pm 2^{\circ}\text{C}$.

В соответствии с целью работы были установлены следующие комбинации параметров для экспериментальных образцов:

- контроль – образец, не подвергавшийся какому-либо воздействию;
- образцы 1 и 2 – мясные полуфабрикаты, не подвергнутые воздействию УЗ, но обработанные окупанием в течение 2 мин (равно длительности обработки УЗ) в ФМС и ФЭ соответственно (позволяют установить влияние на микробиологические показатели только одного из источников натуральных антимикробных веществ);
- образцы 3 и 4 – мясные полуфабрикаты, обработанные в ФМС и ФЭ в поле УЗ соответственно (позволяют установить комплексное влияние одного из источников натуральных антимикробных веществ совместно с обработкой УЗ на микробиологические показатели).

Для оценки влияния проведенной обработки на поверхностную микрофлору мясных полуфабрикатов подсчитывали число клеток микроорганизмов на 1 см^2 в фиксированных окрашенных препаратах-отпечатках в 10 полях зрения после обработки, после 2-х и 6-ти суток хранения при температуре $4\pm 2^{\circ}\text{C}$. Препараты изучали с использованием оптического микроскопа «Биомед 6ПРЗ», оснащенного цифровой окуляр-камерой при суммарном увеличении окуляра и объектива $\times 1000$. Результаты подсчета клеток микроорганизмов представлены на рисунке 2.

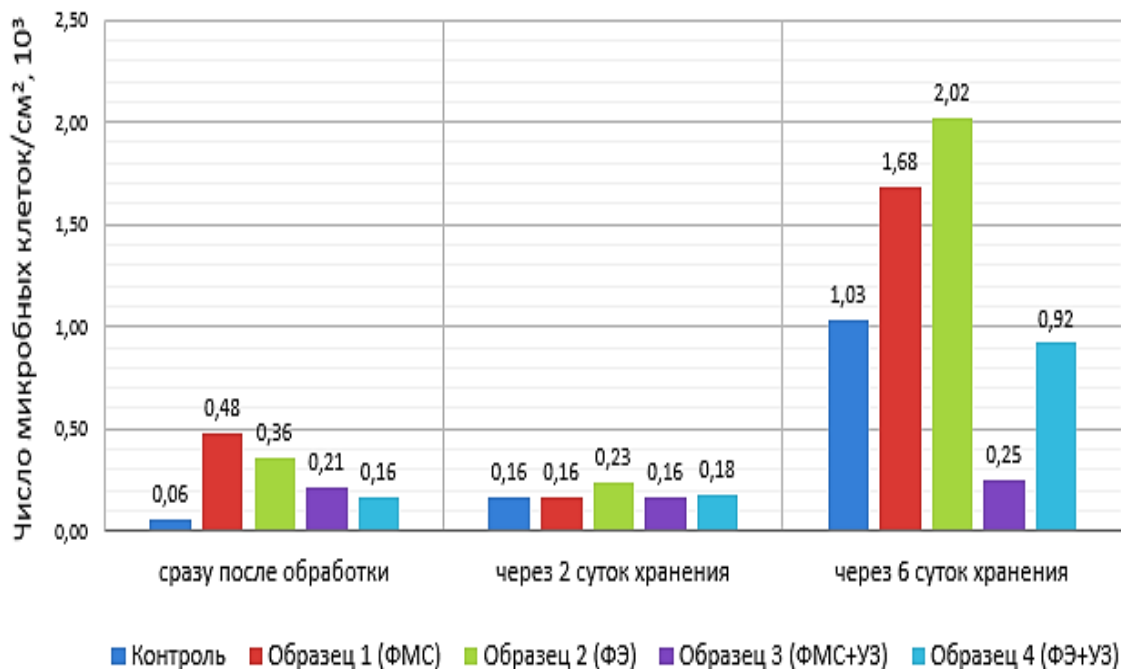


Рис. 2. Динамика численности микроорганизмов на поверхности образцов в процессе хранения

На основании данных рисунка 2, можно отметить следующее: численные показатели поверхностной обсемененности образцов сразу после обработки довольно неоднородны. Так, для образцов 1 и 2, обработанных только посредством погружения в жидкие среды с натуральными антимикробными веществами, численность микроорганизмов более чем в 2 раза превышает значения у обработанных дополнительно в поле УЗ образцов 3 и 4 и более чем в 5 раз превышает показатели контроля. Такие высокие показатели можно объяснить тем, что благодаря погружению образцов в жидкие среды произошло дополнительное их обсеменение микробными клетками, присутствовавшими как в ФМС, так и в ФЭ.

Через 2-е суток хранения число микробных клеток для всех образцов относительно одинаково. При этом, для контроля и образца 4 характерно увеличение численности, для остальных – её снижение. Задержка развития объясняется адаптацией микроорганизмов к новым условиям среды и проявлением бактерицидного эффекта обработки УЗ. Наибольшая микробная численность характерна для образца 2, обработанного в ФЭ.

После 6-ти суток хранения наименьшее количество микроорганизмов отмечено на поверхности образца 3, обработанного в ФМС в поле УЗ. Такие показатели можно объяснить проявлением синергетического эффекта за счет совместного применения штамма ацидофильной палочки и УЗ. Сочетание же экстракта розмарина и УЗ дает намного ниже эффективность, сравнимую по численности микроорганизмов на поверхности с контрольным образцом. Наибольшее количество микроорганизмов присутствовало на образце 2, обработанном посредством погружения в ФЭ, незначительно меньшее число микроорганизмов на поверхности у образца 1, обработанного в ФМС. Высокие показатели образцов, обработанных без УЗ, по сравнению с контролем и обработанными с применением УЗ, подтверждают недостаточность использования одного барьерного фактора, так как происходит

дополнительное внесение микроорганизмов и из самих жидких сред, которые начинают активное развитие в присутствии большого количества питательных веществ.

Сразу после обработки все опытные образцы были обжарены для проведения органолептической оценки комиссией, состоящей из 5 человек по 5-ти балльной системе. Результаты представлены на рисунке 3.

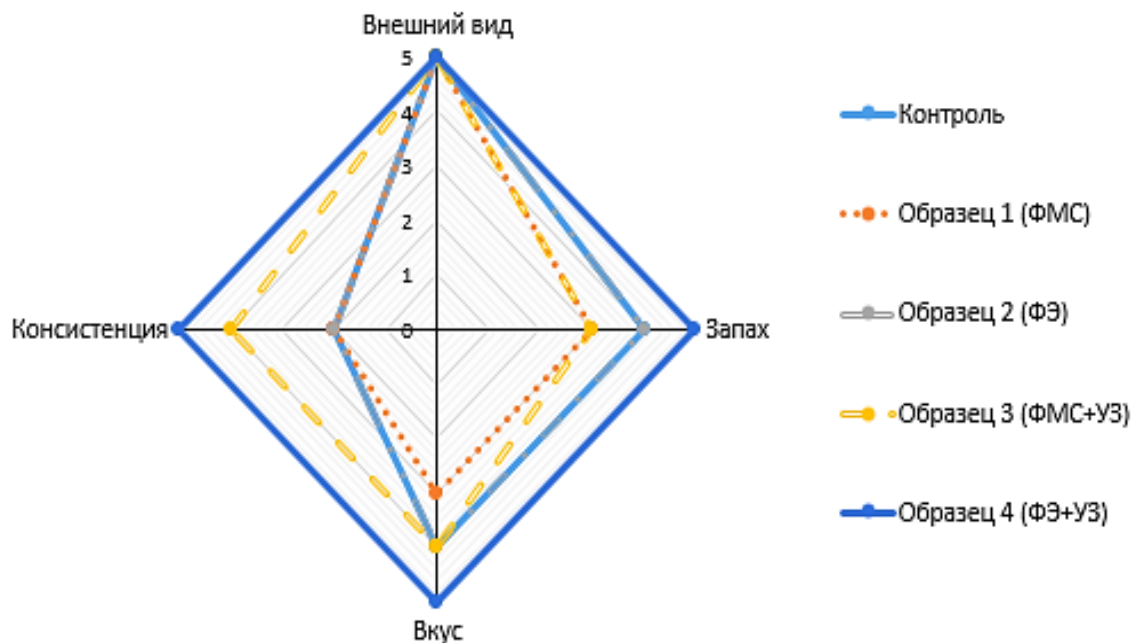


Рис. 3. Профилограмма органолептических показателей опытных образцов

Максимальную органолептическую оценку получил образец мясного полуфабриката, обработанный в экстракте розмарина и поле УЗ, отличительными особенностями которого были: нежная консистенция, приятный запах и вкус, легкая разжевываемость, сочность. Чуть менее привлекательным для комиссии был образец 3, для которого характерна большая сухость и волокнистость, менее выраженный и насыщенный вкус и запах. Оба образца по органолептическим показателям превосходят те, которые не были обработаны в поле УЗ.

Проведенные исследования показали следующее:

- применение натуральных антимикробных веществ, полученных из розмарина и МКБ посредством экстракции и ферментации в молочной сыворотке, лишь способствует увеличению численности микробной популяции на поверхности мясных полуфабрикатов;
- сочетание антимикробных веществ и обработки УЗ в качестве барьерных факторов является более эффективным подходом для снижения численности поверхностной микрофлоры мясных полуфабрикатов;
- наименьшее количество микроорганизмов было обнаружено в варианте, сочетающем антимикробные вещества бактериального происхождения и обработку УЗ;
- доказан положительный эффект обработки мясных полуфабрикатов с целью продления сроков их хранения;
- применение фитоэкстрактов для обработки мясных полуфабрикатов оказывает положительное влияние на органолептические показатели мясных полуфабрикатов.

Полученные результаты могут быть использованы для дальнейших исследований в данной области.

Литература:

1. Моисеева Е.Л. Микробиология мясных и молочных продуктов при холодильном хранении. Москва: Агропромиздат, 1988. 222 с.
2. Красникова Л.В. Микробиология: учебное пособие. Санкт-Петербург: Троицкий мост, 2012. 296 с.
3. Arshad M.S., Batool S.A. Natural Antimicrobials, their Sources and Food Safety. Ch 4. Food Additives, InTech, 2017. P. 87-102.
4. Gyawali R., Ibrahim S. A. Natural products as antimicrobial agents // Food Control. 2014. Vol. 46. P. 412-429.
5. Applications of ultrasound in analysis, processing and quality control of food: a review / Awad T.S. [etc] // Food Research International. 2012. Vol. 48. P. 410-427.
6. Ercan S., Soysal Ç. Use of ultrasound in food preservation // Natural Science. 2013. №5. P. 5-13.
7. Подходы нечеткой логики в исследованиях биотехнологий для рационального использования пищевых ресурсов / Алексеев Г.В. [и др.] // Научный журнал НИУ ИТМО. Сер. Процессы и аппараты пищевых производств. 2014. №4. С. 244-255.
8. Антимикробная активность лекарственных растений в отношении патогенных и условно-патогенных микроорганизмов / Н.Н. Гаврилова [и др.] // Биотехнология. Теория и практика. 2010. №4. С. 44-47.
9. Negi P.S. Plant extracts for the control of bacterial growth: Efficacy, stability and safety issues for food application // International Journal of Food Microbiology. 2012. Vol. 156, №1. P. 7-17.
10. Китаевская С.В., Пономарев В.Я. Роль молочнокислых бактерий в обеспечении биобезопасности ферментированных мясopодуKтов // Вестник Казанского технологического университета. 2014. №21(17). С. 248-250.
11. Антушева Т.И. Некоторые особенности влияния ультразвука на микроорганизмы // Живые и биокосные системы. 2013. №4.
12. Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности / Хмелев В.Н. [и др.]. Бийск, 2010. 203 с.
13. Мауль Д., Красникова Л.В., Громцев А.С. Исследование влияния ультразвуковой обработки в жидких средах различного состава на поверхностную микрофлору мясных полуфабриKатов // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79, №3. С. 19-25.

Literature:

1. *Moiseeva E.L. Microbiology of meat and dairy products in refrigerated storage. Moscow: Agropromizdat, 1988. 222 p.*
2. *Krasnikova L.V. Microbiology: a study guide. St. Petersburg: Troitsky Bridge, 2012. 296 p.*
3. *Arshad M.S., Batool S.A. Natural Antimicrobials, their Sources and Food Safety. Ch 4. Food Additives, InTech, 2017. P. 87-102.*
4. *Gyawali R., Ibrahim S. A. Natural products as antimicrobial agents // Food Control. 2014. Vol. 46. P. 412-429.*

5. *Applications of ultrasound in analysis, processing and quality control of food: a review* / Awad T.S. [etc] // *Food Research International*. 2012. Vol. 48. P. 410-427.
6. Ercan S., Soysal Ç. *Use of ultrasound in food preservation* // *Natural Science*. 2013. No. 5. P. 5-13.
7. *Approaches of fuzzy logic in biotechnology research for the rational use of food resources* / Alexeev G.V. [and others] // *Scientific journal of SRI ITMO. Ser. Processes and devices of food production*. 2014. № 4. P. 244-255.
8. *Antimicrobial activity of medicinal plants against pathogenic and conditionally pathogenic microorganisms* / N.N. Gavrilova [and others] // *Biotechnology. Theory and practice*. 2010. № 4. P. 44-47.
9. Negi P.S. *Plant extracts for the control of bacterial growth: Efficacy, stability and safety issues for food application*. *International Journal of Food Microbiology*. 2012. Vol. 156, No. 1. P. 7-17.
10. Kitaevskaya S.V., Ponomarev V.Ya. *The role of lactic acid bacteria in providing biosafety of fermented meat products* // *Bulletin of Kazan Technological University*. 2014. No. 21 (17). P. 248-250.
11. Antusheva T.I. *Some features of the influence of ultrasound on microorganisms / / Live and biosynthetic systems*. 2013. No. 4.
12. *Application of high intensity ultrasound in industry* / Khmelev V.N. [and oth.]. Biysk, 2010. 203 p.
13. Maul D., Krasnikova L.V., Gromtsev A.S. *Investigation of the influence of ultrasonic treatment in liquid media of various compositions on the surface microflora of meat semi-finished products* // *Bulletin of VSUIT*. 2017. Vol. 79, No. 3. P. 19-25.