

Исследование влияния ультразвуковой обработки в жидких средах различного состава на поверхностную микрофлору мясных полуфабрикатов

Диана Мауль¹ diana.maul@yandex.ru
Людмила В. Красникова¹ krasnikoval@yandex.ru
Александр С. Громцев² aleex_g@mail.ru

¹ кафедра химии и молекулярной биологии, Университет ИТМО, ул. Ломоносова, 9, г. Санкт-Петербург, 191002, Россия

² кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, Университет ИТМО, ул. Ломоносова, 9, г. Санкт-Петербург, 191002, Россия

Реферат. Для предотвращения микробиологической порчи мясо и мясные продукты подвергают различным видам обработки. Однако эти методы не обеспечивают стерилизацию продукта, могут снижать его пищевую и биологическую ценность. В этой связи особую актуальность приобретает изучение инновационных методов, гарантирующих потребителю безопасные и минимально обработанные продукты. Большим потенциалом в этом отношении обладает применение молочнокислых бактерий (МКБ) и обработка ультразвуком (УЗ). Проведены исследования поверхностной микрофлоры мясных полуфабрикатов с целью подтверждения положительного влияния УЗ обработки в различных жидких средах на их микробиологическую стабильность. Исследования включали определение антагонистической активности штаммов бактерий рода *Lactobacillus acidophilus* по отношению к типичной микрофлоре охлажденных мясных полуфабрикатов. По результатам опытов отобран наиболее активный штамм ацидофильной палочки – штамм 7m13. Наименьшей антагонистической активностью обладал штамм 5e. Установлены следующие параметры режима УЗ обработки: мощность 350 Вт с экспозицией 2 мин, что позволяет избежать нежелательных денатурационных изменений белков мышечной ткани. Обработка опытных образцов включала следующие варианты: контроль (не подвергнутый обработке УЗ); образец 1 – обработанный в дистиллированной воде; образец 2 – обработанный в молочной сыворотке (МС); образец 3 – обработанный в ферментированной МС. В результате исследований было установлено, что штамм бактерий рода *L. acidophilus* 7m13 проявляет наиболее высокую антагонистическую активность по отношению к использованным тест-культурам бактерий. Качественный и количественный состав поверхностной микрофлоры опытных образцов непостоянен; менее чувствительны к обработке УЗ кокковые формы по сравнению с палочками и дрожжевыми клетками. Применение ферментированной МС при обработке УЗ позволяет получить наименьшую поверхностную обсемененность.

Ключевые слова: мясные полуфабрикаты, микробиологическая стабильность, обработка ультразвуком, молочнокислые бактерии, антагонистическая активность

Investigation of the influence of ultrasonic treatment in liquid media of various compositions on meat semi-finished products surface microflora

Diana Maul¹ diana.maul@yandex.ru
Lyudmila V. Krasnikova¹ krasnikoval@yandex.ru
Alexandr S. Gromtcev² aleex_g@mail.ru

¹ chemistry and molecular biology department, University of information technologies, mechanics and optics, Lomonosova str., 9, Saint-Petersburg, 191002, Russia

² process and equipment in food production department, University of information technologies, mechanics and optics, Lomonosova str., 9, Saint-Petersburg, 191002, Russia

Summary. To prevent microbiological deterioration meat and meat products are subjected to various treatments. However, these methods do not provide product sterilization. They can also reduce its nutritional and biological value. In this regard, the study of innovative methods that guarantee safe and minimally processed products to the consumer becomes particularly relevant. The use of lactic acid bacteria (LAB) and ultrasound (US) treatment have great potential in this respect. Studies of meat semi-finished products surface microflora were conducted to prove the positive effect of ultrasonic (US) treatment in various liquid media on their microbiological stability. The studies involved determination of the antagonistic activity of bacteria strains of the *Lactobacillus acidophilus* genus relative to the typical microflora of chilled meat semi-finished products. According to the results of the experiments, the most active strain of the *Lactobacillus acidophilus*, strain 7m13, was selected. The lowest antagonistic activity was possessed by strain 5e. The following parameters of the ultrasonic treatment mode were established: 350 W power with an exposure of 2 min, which avoids undesired denaturation changes in muscle proteins. The processing of prototypes included the following options: control (not processed by ultrasound); sample 1 - treated in distilled water; sample 2 - processed in milk whey (MW); sample 3 - processed in fermented MW. As a result of the research it was found that the strain of bacteria of *L. acidophilus* 7m13 genus exhibits the highest antagonistic activity in comparison with bacterial test cultures used. The qualitative and quantitative composition of the surface microflora of prototypes is unstable; cocci forms are less sensitive to the treatment of ultrasound than *Lactobacillus acidophilus* and the yeast cells. The use of fermented MW in ultrasound treatment makes it possible to obtain the lowest surface semination.

Keywords: semfinished meat, microbiological stability, ultrasound treatment, lactic acid bacteria, antagonistic activity.

Для цитирования

Мауль Д., Красникова Л.В., Громцев А.С. Исследование влияния ультразвуковой обработки в жидких средах различного состава на поверхностную микрофлору мясных полуфабрикатов // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 3. С. 19–25. doi:10.20914/2310-1202-2017-3-19-25

For citation

Maul D., Krasnikova L.V., Gromtcev A.S. Investigation of the influence of ultrasonic treatment in liquid media of various compositions on meat semi-finished products surface microflora. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2017. vol. 79. no. 3. pp. 19–25. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-3-19-25

Введение

Обеспечение микробиологической стабильности мяса и мясoproдуктов на всех стадиях технологического процесса производства и реализации является важной задачей для производителей. Решение этой задачи связано с подавлением развития устойчивой к физическим и химическим факторам посторонней микрофлоры [1, 2].

Для предотвращения микробиологической порчи мясо и мясные продукты подвергают различным видам обработки, основным из которых является действие температур – низких (охлаждение, замораживание) или высоких (пастеризация, стерилизация). Однако, эти методы обеспечивают либо замедление микробиологических процессов, но не стерилизацию продукта, либо снижают его пищевую и биологическую ценность [1-3].

В этой связи особую актуальность приобретает изучение инновационных методов, гарантирующих потребителю безопасные и минимально обработанные продукты. Большим потенциалом в этом отношении обладает применение молочнокислых бактерий (МКБ) и обработка ультразвуком (УЗ) [3-13].

Антагонистическая активность МКБ против многих патогенных, условно-патогенных бактерий и микроорганизмов порчи пищевых продуктов обусловлена, в первую очередь, продуцированием молочной кислоты, снижающей рН среды до значений, неблагоприятных для многих групп микроорганизмов. Особый интерес представляет продуцирование некоторыми штаммами *Lactobacillus acidophilus* (*L. acidophilus*) специфических полипептидов – бактериоцинов – различающихся по силе и спектру антибиотического действия, также рядом других свойств, что делает их перспективными для использования в пищевой промышленности. Результат антагонистического воздействия может проявляться в виде замедления или остановки роста тест-микроба, гибели и даже лизисе его клеток [4, 6-9, 14].

Широкое же применение УЗ в пищевых технологиях как нетеплового метода стерилизации и инактивации микроорганизмов связано, в первую очередь, с явлением кавитации, сопряженным с бактерицидным эффектом при достижении определенной пороговой интенсивности. Однако, ниже пороговой интенсивности не только не наступает разрушение жизнеспособных микроорганизмов, а наблюдается стимуляция роста их числа. [3, 5, 10-12].

Облучение УЗ приводит к нарушению механической целостности (разрыв клеточных стенок, мембран и других цитоплазматических структур) и внутренних процессов жизнедеятельности (изменение равновесной концентрации

веществ вне и внутри клетки, инактивация ферментов и коагуляция белков) клеток микроорганизмов, что ведет к их гибели. При длительном воздействии УЗ нормальная жизнедеятельность клетки может не восстановиться даже по прошествии нескольких дней после прекращения воздействия УЗ [5, 10].

В связи с вышесказанным, целью настоящей работы явилось исследование влияния УЗ-обработки в различных жидких средах на поверхностную микрофлору мясных полуфабрикатов (МП).

Достижение указанной цели осуществлялось путем решения следующих задач:

- подбор штаммов МКБ, обладающих антагонистической активностью;
- подбор режима УЗ обработки МП;
- исследование качественного и количественного состава поверхностной микрофлоры до и после обработки, в процессе хранения МП;
- изучение влияния состава жидкой среды на поверхностную микрофлору МП.

1.1 Материалы и методы исследования

На первой стадии эксперимента провели отбор штаммов МКБ, обладающих антагонистической активностью. Антагонистические свойства оценивали в условиях *in vitro* методом лунок [14]. В работе были использованы штаммы бактерий рода *L. acidophilus* из коллекции лаборатории микробиологии СПб НИУ ИТМО: 5е, 7m13, Н, НЗ, 42.

В качестве тест-культур использовали культуры типичных для охлажденных МП микроорганизмов: *Escherichia coli* (*E. coli*), *Pseudomonas fluorescens* (*Ps. fluorescens*) и *Proteus vulgaris* (*P. vulgaris*) [1, 2]

Культуры ацидофильных палочек вносили в стерилизованную молочную сыворотку (МС) и термостатировали при 37 °С в течение суток. Суточные бульонные тест-культуры засеивали газоном на слое агара (2,5 % МПА), после впитывания пробочным сверлом вырезали лунки диаметром 5 мм, в которые помещали по 2 капли МС с суточной культурой исследуемых штаммов *L. acidophilus*. Чашки Петри выдерживали в холодильнике в течение 1 ч, затем в термостате при температуре 37 °С (чашку Петри с газоном *Ps. fluorescens* оставляли при комнатной температуре) в течение 24 ч и измеряли зону отсутствия роста тест-штаммов вокруг лунок в мм.

Далее провели подбор режима УЗ обработки с учетом явления кавитации, проявляющимся при распространении УЗ колебаний в жидкости. Кавитация – процесс образования и схлопывания в жидкой среде полостей, заполненных паром самой жидкости. Вследствие перепадов давления (попеременные сжатия и

разряжения) наблюдаются локальные повышения температуры, нежелательные для натуральных МП (тепловая денатурация белков) [10].

Принимая во внимание объем емкости, в которой проводили обработку (500 мл), и температуру начала денатурации основного белка мышечной ткани миозина (40 °С), установлены следующие параметры режима обработки: мощность 350 Вт (70 % от номинальной) с экспозицией 2 мин. Температура образцов мяса в процессе обработки лежала в пределах 37 ± 2 °С.

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. Экспериментальная установка представлена на рисунке 1.

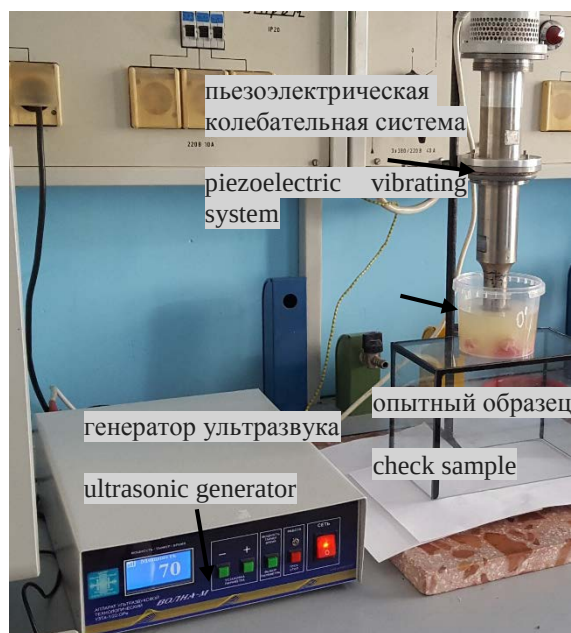


Рисунок 1. Экспериментальная установка для обработки УЗ

Figure 1. Experimental installation for ultrasonic treatment

На третьей стадии эксперимента изучали влияние УЗ обработки в жидких средах различного состава на поверхностную микрофлору МП. В качестве объекта исследований был выбран гуляш свиной – это мелкокусковой МП, представляющий собой кусочки мякоти массой 20-40 г с массовой долей жира до 20 %.

Для установления влияния УЗ обработки на поверхностную микрофлору МП подсчитывали число клеток микроорганизмов на 1 см² в фиксированных окрашенных препаратах-отпечатках в 10 полях зрения до обработки и после 2 и 6 суток хранения при температуре 4 ± 2 °С. Образцы изучали с использованием оптического микроскопа «Биомед 6ПРЗ», оснащенного цифровой окуляр-камерой при суммарном увеличении окуляра и объектива $\times 1000$.

Обработку образцов мяса УЗ проводили в следующих жидких средах:

- контроль (не подвергнутый обработке УЗ);
- образец 1 – дистиллированная вода (pH = 6,59);
- образец 2 – стерилизованная МС (pH = 5,08);
- образец 3 – ферментированная стерилизованная МС (pH = 4,76).

1.2 Полученные результаты и их обсуждение

Результаты определения антагонистической активности штаммов *L. acidophilus* представлены в таблице 1.

Из полученных данных следует, что использованные штаммы бактерий рода *L. acidophilus* обладают схожей антагонистической активностью в отношении исследуемых санитарно-значимых микроорганизмов.

Высокая ингибирующая активность у всех штаммов ацидофильной палочки проявилась в отношении тест-культуры *E. coli*. При этом максимальная зона подавления соответствует штамму 7m13 – 18 мм, а минимальная зона штамму 5e – 11 мм.

Таблица 1.
Антагонистическая активность штаммов *L. acidophilus* по отношению к типичным для охлажденных МП микроорганизмам

Table 1.
Antagonistic activity of bacteria strains of *L. acidophilus* in relation to typical microflora representatives of chilled meat semi-finished products

Тест-культуры Test strains	Размер зон ингибирования, мм Inhibition zone, mm				
	5e	7m13	H	H3	42
<i>E. coli</i>	11	18	17	14	15
<i>Ps. fluorescens</i>	13	16	10	13	12
<i>P. vulgaris</i>	9	13	8	11	12

Низкая эффективность штаммов ацидофильной палочки проявилась в отношении *P. vulgaris*. Так, максимальная зона ингибирования соответствует штамму 7m13 – 13 мм, а минимальная зона штамму H – 8 мм.

Наименьшей антагонистической активностью обладал штамм 5е, проявивший самую низкую активность из всех штаммов в отношении *E. coli* и *P. vulgaris* с размером зон ингибирования 11 и 9 мм соответственно. В отношении же *Ps. fluorescens* им проявлена средняя активность по сравнению с остальными штаммами, о чем свидетельствует размер зоны угнетения – 13 мм.

Наибольшую антагонистическую активность проявил штамм 7m13 с размером зон ингибирования в отношении *E. coli* – 18 мм, *Ps. fluorescens* – 16 мм и *P. vulgaris* – 13 мм. В связи с полученными результатами этот штамм был выбран нами для ферментирования МС и применения в дальнейших исследованиях.

Результаты изучения влияния УЗ обработки в жидких средах различного состава на поверхностную микрофлору МП представлены на рисунке 2.

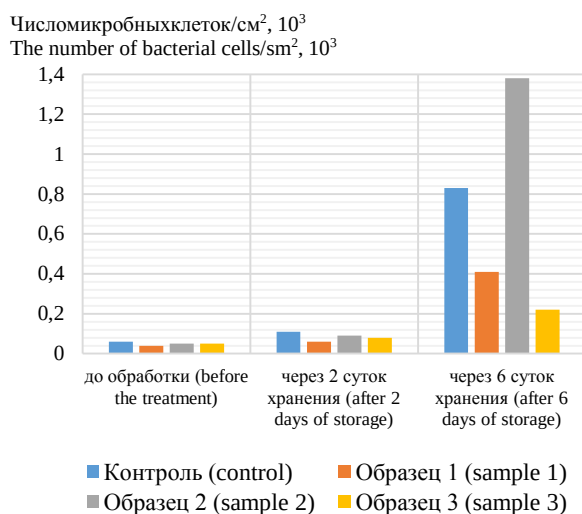


Рисунок 2. Динамика численности микроорганизмов

Figure 2. Dynamics of microbial growth during storage

Основываясь на данных, приведенных на рисунке 2, следует отметить, что в течение первых 2 суток хранения число клеток микроорганизмов увеличилось незначительно для всех опытных образцов: контроль – число клеток увеличилось на $0,05 \cdot 10^3$, образец 1 – на $0,02 \cdot 10^3$, образец 2 – на $0,04 \cdot 10^3$, образец 3 – на $0,03 \cdot 10^3$. Очевидно, что такая задержка роста объясняется адаптацией микроорганизмов к новым условиям среды и проявлением бактерицидного эффекта обработки УЗ.

После 6 суток хранения наименьшей поверхностной обсемененностью обладал образец 3, обработанный УЗ в ферментированной штаммом *L. acidophilus* МС, наибольшей – образец 2, обработанный в чистой МС. Численность клеток микроорганизмов на 1 см² составила $0,22 \cdot 10^3$ и $1,38 \cdot 10^3$ соответственно.

Низкую бактериальную обсемененность образца 3 можно объяснить проявлением синергетического эффекта за счет совместного применения штамма 7m13 ацидофильной палочки, синтезирующей различные антимикробные вещества, и УЗ, инактивировавшего микроорганизмы.

Значительное число клеток микроорганизмов на поверхности образца 2 объясняется наличием благоприятных условий за счет обработки в МС, являющейся хорошей питательной средой для развития посторонней микрофлоры (по сравнению с обработкой в воде) с более высоким значением pH (по сравнению с ферментированной МС).

Учет микроорганизмов проводили отдельно, т.е. отдельно считали количество клеток кокков, палочек и дрожжей. Это позволило охарактеризовать микрофлору образцов также и с качественной стороны. Результаты подсчета представлены на рисунках 3 и 4.

Согласно приведенным на рисунке 3 данным поверхностная микрофлора МП во время хранения непостоянна: количественное соотношение всех групп микроорганизмов для всех опытных образцов менялось во времени. Преобладающей группой микроорганизмов на протяжении всего срока хранения являются кокковые формы, дрожжи и грамтрицательные палочки более чувствительны к воздействию УЗ. Так, через 6 суток хранения шаровидные формы составляют в контроле – 68 %, в образце 2 – 63 %, в образце 3 – 75 % от общего числа микробных клеток. Для образца 1 характерно незначительное преобладание палочек над кокками (52% к 48 %), что связано с меньшим содержанием необходимых питательных веществ в жидких средах при обработке (вода и МС).

Также, характерным для всех образцов является полное отсутствие дрожжевых клеток по окончании хранения несмотря на их присутствие после 2 суток хранения. Исключение составляет образец 3, обработанный в ферментированной МС, в составе поверхностной микрофлоры которого не было отмечено дрожжевых клеток ни до обработки, ни после 2 суток хранения.

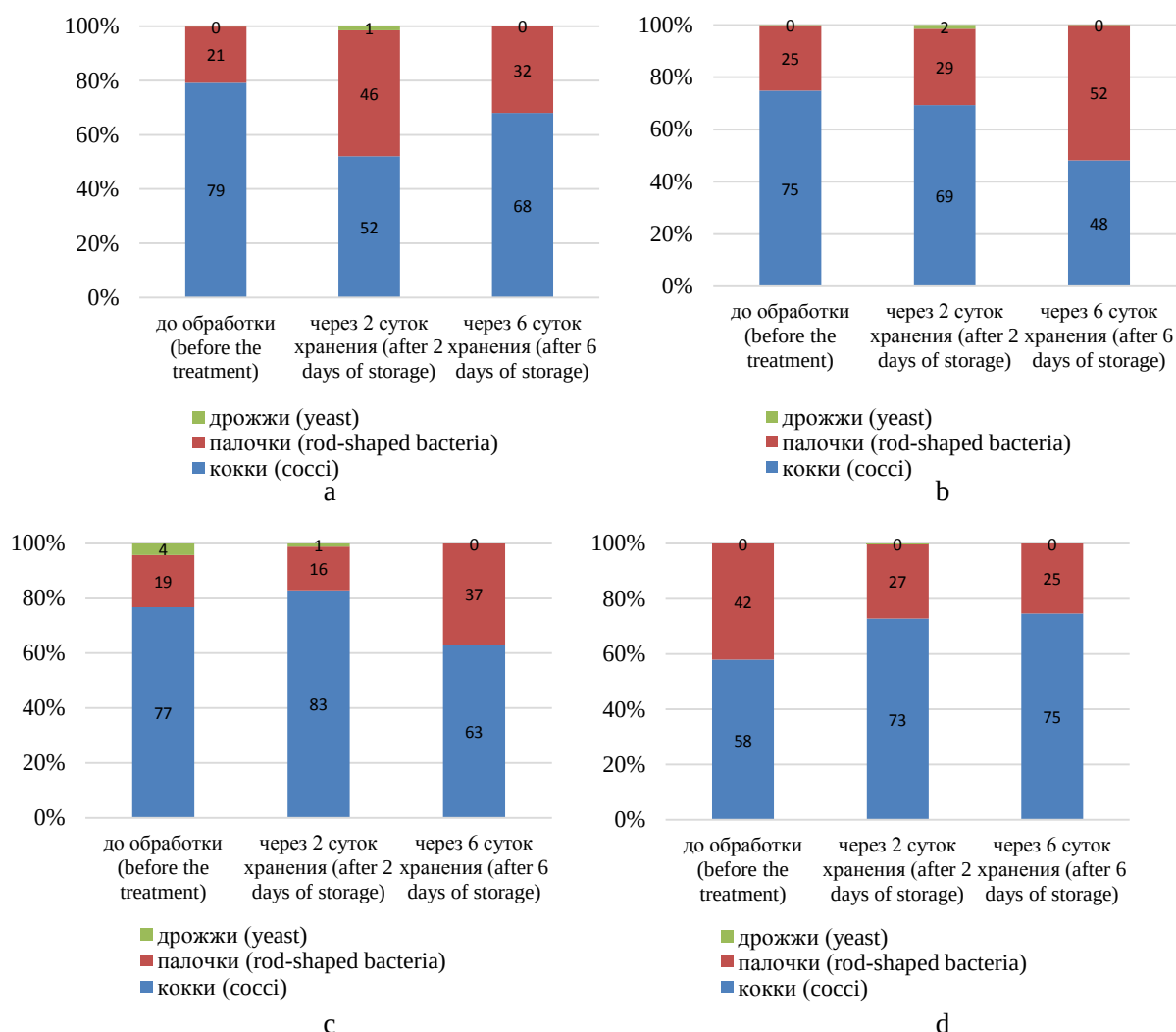


Рисунок 3. Качественная и количественная характеристика поверхностной микрофлоры опытных образцов: а – контроль; б – образец 1; в – образец 2; г – образец 3

Figure 3. The quantitative and qualitative composition of the surface microflora of the check samples: а – control; б – sample 1; в – sample 2; г – sample 3

Приведенные на рисунке 4 микроскопические фотографии наглядно демонстрируют неоднородность поверхностной микрофлоры опытных образцов МП после 6 суток хранения.

Такая неоднородность связана, во-первых, с различием состава жидких сред, в которых проводилась обработка УЗ, и, во-вторых, с различной устойчивостью бактерий к действию УЗ.

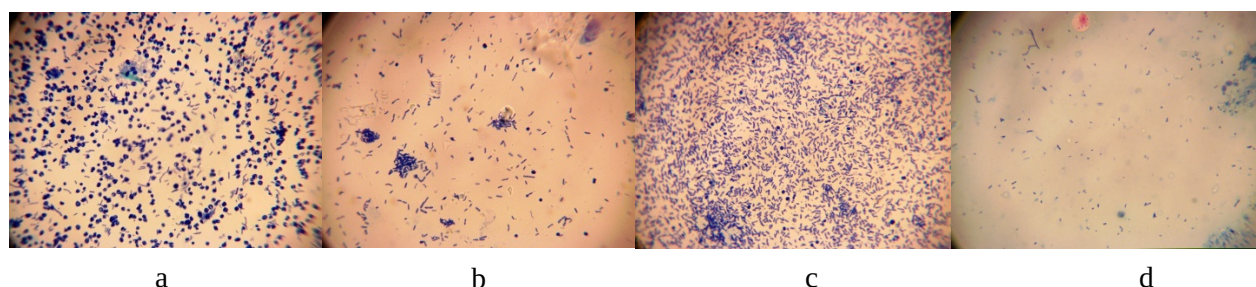


Рисунок 4. Микроскопические фотографии фиксированных окрашенных препаратов-отпечатков поверхности экспериментальных образцов после 6 суток хранения: а – контроль; б – образец 1; в – образец 2; г – образец 3

Figure 4. Microscope photos of heat-fixed and stained touch smears of surface of the check samples after 6 days of storage: а – control; б – sample 1; в – sample 2; г – sample 3

Выводы

Анализируя результаты исследований можно заключить следующее:

- в ходе проведенных исследований был отобран штамм бактерий рода *L. acidophilus* 7m13, проявивший лучшую антагонистическую активность по отношению к использованным тест-культурам бактерий;
- установлены следующие параметры режима УЗ-обработки: мощность 350 Вт с экспозицией 2 мин, что не приводит к денатурационным изменениям белков мышечной ткани;

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Мудрецова-Висс К.А., Дедюхина В.П., Масленникова Е.В. Основы микробиологии. Москва: ИНФРА-М, 2014. 354 с.
- 2 Моисеева Е. Л. Микробиология мясных и молочных продуктов при холодильном хранении. Москва: Агропромиздат, 1988. 222 с.
- 3 Awad T. S., Moharram H. A., Shaltout O. E., Asker D. et al. Applications of ultrasound in analysis, processing and quality control of food: a review // Food Research International. 2012. V. 48. P. 410-427. URL: <https://www.researchgate.net/publication/234095122>.
- 4 Iulietto M. F., Sechi P., Borgogni E., Cenci-Goga B. T. Meat spoilage: a critical review of a neglected alteration due to rosy slime producing bacteria // Italian Journal of Animal Science. 2015. V. 284. P. 316-326. URL: <http://www.tandfonline.com/loi/tjas20>.
- 5 Антушева Т.И. Некоторые особенности влияния ультразвука на микроорганизмы // Живые и биокосные системы. 2013. № 4. URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-4/article-11>.
- 6 Егоров Н. С. Основы учения об антибиотиках. Москва: Изд-во МГУ Наука, 2004. 528 с.
- 7 Иркитова А. Н., Каган Я. Р., Сергеева И.Я. Свойства, экологические аспекты и практическое значение ацидофильной палочки. 3. Антагонистическая активность // Актуальные проблемы техники и технологии переработки молока: сб. науч. трудов с международным участием. 2011. Вып. 8. С. 216-222. URL: <http://pandia.ru/text/78/006/86066.php>.
- 8 Китаевская С. В., Пономарев В. Я. Роль молочнокислых бактерий в обеспечении биобезопасности ферментированных мясopодуктов // Вестник казанского технологического университета. 2014. № 21 (17). С. 248-250. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_22528814_61123177.pdf.
- 9 Соловьева И. В., Точилина А. Г., Белова И.В., Новикова Н. А и др. Биологические свойства лактобацилл. Перспективы использования в лабораториях Роспотребнадзора экспресс-методов амплификации нуклеиновых кислот (МАНК) при контроле качества пищевых продуктов, БАД к пище, лекарственных форм, содержащих лактобациллы // Журнал МедиАль. 2014. №2 (12). С. 29-44. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/biologicheskie-svoystva-laktobatsill-perspektivy-ispolzovaniya-v-laboratoriyah-rospotrebнадзора-ekspress-metodov-amplifikatsii>.

- качественный и количественный состав поверхностной микрофлоры опытных образцов в ходе исследований не постоянен, наименее чувствительны к обработке УЗ кокковые формы бактерий по сравнению с палочками и дрожжевыми клетками;
- применение ферментированной МС при обработке УЗ позволяет получить наименьшую поверхностную обсемененность.

10 Хмелев В. Н. и др. Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности. Бийск, 2010. 203 с.

11 Ünver A. Applications of ultrasound in food processing // Green Chemistry & Technology Letters. 2016. V 2. № 3. P. 121-126. URL: <http://www.giapjournals.com/index.php/gct/article/view/333>.

12 Dolatowski Z. J., Stadnik J., Stasiak D. M. Applications of ultrasound in food technology. Acta Sci. Pol. Technol. Aliment. 2007. № 6(3). P. 88-99. URL: http://www.food.actapol.net/pub/8_3_2007.pdf.

13 Ercan S., Soysal Ç. Use of ultrasound in food preservation. Natural Science. 2013. № 5. P. 5-13. URL: http://file.scirp.org/pdf/NS_2013081414335165.pdf.

14 Иркитова А. Н., Каган Я. Р., Соколова Г. Г. Сравнительный анализ методов определения антагонистической активности молочнокислых бактерий // Известия АлтГУ. 2012. №3-1. С. 41-44. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-metodov-opredeleniya-antagonisticheskoy-aktivnosti-molochnokislyh-bakteriy>.

REFERENCES

- 1 Mudrecova-Viss K. A., Dedyuhina V. P., Maslennikova E. V. Osnovy mikrobiologii [Fundamentals Of Microbiology]. Moscow, Infra-M, 2014. 354 p. (in Russian)
- 2 Moiseeva E. L. Mikrobiologiya myasnyh I molochnyh produktov pri holodil'nom hranenii [Microbiology of meat and milk products in refrigeration storage]. Moscow, Agropromizdat, 1988. 222 p. (in Russian)
- 3 Awad T. S., Moharram H. A., Shaltout O. E., Asker D. et al. Applications of ultra-sound in analysis, processing and quality control of food: a review. Food Research International. 2012. vol. 48. pp. 410-427. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/234095122>.
- 4 Iulietto M.F., Sechi P., Borgogni E., Cenci-Goga B.T. Meat spoilage: a critical review of a neglected alteration due to rosy slime producing bacteria. Italian Journal of Animal Science. 2015. vol. 284. pp. 316-326. Available at: <http://www.tandfonline.com/loi/tjas20>.
- 5 Antusheva T.I. Some features of influence of ultrasound on microorganisms *Zhivye I biokosnye sistemy* [Alive and bio-inert systems]. 2013. no. 4. Available at: <http://www.jbks.ru/archive/issue-4/article-11> (in Russian)

6 Egorov N. S. Osnovyucheniyaobantibiotikah [Doctrine foundations about antibiotics]. Moscow, Publ. MGU Nauka, 2004. 528 p. (In Russian)

7 Irkitova A. N., Kagan Y. R., Sergeeva I. Y. Properties, ecological aspects and practical value of acidophilic stick. 3. Antagonistic activity. *Aktual'nyeproblemytekhnikitekhnologiiipererabotkimoloka: sb. nauch. trudov s mezhdunarodnymuchastiem* [Current problems of technique and technology of processing of milk: collection of scientific works with international participation]. 2011. no. 8. pp. 216-222. Available at: <http://pandia.ru/text/78/006/86066.php>. (in Russian)

8 Kitaevskaya S. V., Ponomarev V. Y. Role of lactic acid bacteria in ensuring biosafety of the fermented meat products. *Vestnik kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Proceedings of Kazan technological university]. 2014. no. 21 (17). pp. 248-250. Available at: https://elibrary.ru/download/elibrary_22528814_61123177.pdf. (in Russian)

9 Solov'eva I. V., Tochilina A. G., Belova I. V., Novikova N. A. et al. . Biological properties of lactobacilli. Prospects for the use in the laboratories of Rospotrebnadzor express methods of nucleic acid amplification (MANK) in the control of food quality, dietary supplements to food, dosage forms containing lactobacilli. *Zhurnal Medial'* [J. MediAl'] 2014. no. 2 (12).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Диана Мауль магистрант, кафедра химии и молекулярной биологии, Университет ИТМО, ул. Ломоносова, 9, г. Санкт-Петербург, 191002, Россия, diana.maul@yandex.ru

Людмила В. Красникова д.т.н., профессор, кафедра химии и молекулярной биологии, Университет ИТМО, ул. Ломоносова, 9, г. Санкт-Петербург, 191002, Россия, krasnikoval@yandex.ru

Александр С. Громцев магистрант, кафедра процессов и аппаратов пищевых производств, Университет ИТМО, ул. Ломоносова, 9, г. Санкт-Петербург, 191002, Россия, aleex_g@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Диана Мауль обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчеты, написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

Людмила В. Красникова предложила методику проведения эксперимента

Александр С. Громцев консультация в ходе исследования

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 01.07.2017

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 01.08.2017

pp. 29-44. Available at: <http://cyberleninka.ru/article/n/biologicheskie-svoystva-laktobatsill-perspektivy-ispolzovaniya-v-laboratoriyah-rospotrebnadzora-ekspress-metodov-amplifikatsii>. (in Russian)

10 Khmelev V. N. et al. Primeneniyeul'trazvukavyso koiintensivnosti v promyshlennosti [The use of high-intensity ultrasound in the industry] Biisk, 2010. 203 p. (in Russian).

11 Ünver A. Applications of ultrasound in food processing. *Green Chemistry & Technology Letters*. 2016. vol 2. no. 3. pp. 121-126. Available at: <http://www.giapjournals.com/index.php/gctl/article/view/333>.

12 Dolatowski Z. J., Stadnik J., Stasiak D. M. Applications of ultrasound in food technology. *ActaSci.Pol. Technol. Aliment*. 2007. no. 6(3). pp. 88-99. Available at: http://www.food.actapol.net/pub/8_3_2007.pdf.

13 Ercan S., Soysal Ç. Use of ultrasound in food preservation. *Natural Science*. 2013. no 5. pp. 5-13. Available at: http://file.scirp.org/pdf/NS_2013081414335165.pdf.

14 Irkitova A. N., Kagan Y. R., Sokolova G. G. Comparative analysis of methods of determination of antagonistic activity of lactic acid bacteria. *IzvestiyaAltGU* [Proceedings of AltSU]. 2012. no. 3-1. pp. 41-44. Available at: <http://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-metodov-opredeleniya-antagonisticheskoy-aktivnosti-molochnokislyh-bakteriy>. (in Russian)

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Diana Maul master student, chemistry and molecular biology department, ITMO University, Lomonosova str., 9, Saint-Petersburg, 191002, Russia, diana.maul@yandex.ru

Lyudmila V. Krasnikova doctor of engineering science, professor, chemistry and molecular biology department, ITMO University, Lomonosova str., 9, Saint-Petersburg, 191002, Russia, krasnikoval@yandex.ru

Alexandr S. Gromtcev master student, process and equipment in food production department, ITMO University, Lomonosova str., 9, Saint-Petersburg, 191002, Russia, aleex_g@mail.ru

CONTRIBUTION

Diana Maul review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations, wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Lyudmila V. Krasnikova proposed a scheme of the experiment

Alexandr S. Gromtcev consultation during the study

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 7.1.2017

ACCEPTED 8.1.2017