

УДК 664.834.1

Исследование выживаемости молочнокислых микроорганизмов в составе эмульгированных мясных продуктовКанд. техн. наук **Д.А. Бараненко**, denis.baranenko@gmail.com**И.И. Борисова**, irinaborisova303@gmail.com**А.Е. Борисов**, alexandr-borisov-spb@ya.ru

Университет ИТМО

191002, Россия, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

*Исследовали выживаемость молочнокислых микроорганизмов в составе мясных паштетов с целью обоснования возможности производства мясопродуктов, обогащенных живыми пробиотическими культурами. Объектами исследования являлись мясной паштет из говядины и пробиотическая культура *Lactobacillus acidophilus*. Методы исследования: определение и подсчет количества мезофильных молочнокислых микроорганизмов по ГОСТ 10444.11-2013, а также органолептических показателей, pH и содержания влаги. Мясное сырье нарезали брусочками и подвергали бланшированию, затем охлаждали. Растительное сырье нарезали кубиками и пассировали на растительном масле. Измельчали мясное сырье на волчке диаметром 2–3 мм, после чего добавляли и измельчали растительное сырье. Запекали паштетную массу при температуре 120°C до температуры в центре продукта 72°C. Далее ее остужали до комнатной температуры и вносили измельченные овсяные хлопья, предварительно гидратированные водой при температуре 90°C, и пробиотический препарат в количестве 5·10⁵ КОЕ/г и 5·10⁶ КОЕ/г. После тщательного перемешивания паштет фасовали в вакуумную упаковку. В течение 20 дней осуществлялось хранение мясного паштета в охлажденном состоянии при температуре 4°C. Каждые 2–3 дня проводили исследования паштета: определяли количество выживших молочнокислых микроорганизмов, pH мясного паштета, содержание влаги, органолептические показатели. Доказана способность молочнокислых микроорганизмов выживать в составе эмульгированных мясопродуктов без изменения органолептических показателей готового продукта. Эмульгированные мясопродукты с пробиотическими свойствами перспективны для производства, так как являются альтернативой молочным продуктам.*

Ключевые слова: пробиотики; пребиотики; пищевые волокна; микрофлора кишечника.

DOI: 10.17586/2310-1164-2016-9-3-12-16

Survival of the lactic acid microorganisms in emulsified meat productsPh.D. **Denis A. Baranenko**, denis.baranenko@gmail.com**Irina I. Borisova**, irinaborisova303@gmail.com**Alexander E. Borisov**, alexandr-borisov-spb@ya.ru

ITMO University

191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9

*Survival of the lactic acid microorganisms in the composition of meat pates was studied to justify the production of meat products enriched with live probiotic cultures. The objects of this study were beef pate and probiotic culture *Lactobacillus acidophilus*. The number of mesophilic lactic acid microorganisms as per GOST Standard, pH value, moisture content, and organoleptic characteristics were analyzed. Raw meat was cut into cubes and subjected to blanching, then cooled. Vegetable raw materials were cut into cubes and sautéed in oil. Meat raw materials were processed in a meat mincer with grates of 2–3 mm diameter, plant materials were processed and mixed with the meat next. The pate heat treatment was made at 120°C until the product center temperature reach 72°C. Further the pate was cooled to room temperature and pre-hydrated at 90°C crushed oat flakes and the probiotic preparation in an amount of 5·10⁵ CFU/g and 5·10⁶ CFU/g were added. After thorough mixing the pate was packed under vacuum. The pate was stored at 4°C for 20 days and examined every two or three days. The number of lactic acid microorganisms survived, pH value, moisture content, and organoleptic indicators were analyzed. The study demonstrated that the lactic acid bacteria are able to survive in emulsified meat products without changing the organoleptic characteristics of the finished product. The emulsified meat products with probiotic properties are promising for production as an alternative to dairy products.*

Keywords: probiotics; prebiotics; fiber; gut flora.

Введение

Современной наукой установлено, что микрофлора человеческого организма – это такая же важная система, как любая другая, например, бронхолегочная или сердечно-сосудистая. Около 90% клеток человеческого организма составляют клетки микроорганизмов, сосуществующих с человеком [1]. Если по какой-то причине численность полезной микрофлоры толстого кишечника, представленной различными видами бифидо- и лактобактерий, сокращается, условно патогенная микрофлора начинает более активно размножаться и нарушать правильный баланс его микробиома.

Мясо и мясные продукты являются важной группой высокопитательных продуктов, составляющих часть рациона большинства потребителей по всему миру [2] благодаря содержанию широкого спектра питательных веществ, необходимых для оптимального роста и развития. В последние годы множество исследований было направлено на разработку функциональных продуктов питания на основе мяса, главной задачей которых было увеличение содержания полезных для организма человека веществ. Они основаны на подходах, влияющих на практику животноводства (генетика и питание) и технологические процессы производства мясных продуктов [3]. Ряд подходов может быть использован для удаления, уменьшения, увеличения, внесения или замены различных функциональных ингредиентов, как например, пробиотических микроорганизмов. Наиболее распространенные пробиотики, используемые в мясных продуктах – бактерии рода *Lactobacillus* и *Bifidobacterium*. Пробиотики использовались в качестве биозащиты от патогенной микрофлоры [4].

Разнообразие пробиотических мясных продуктов в большинстве своем обеспечивается за счет ферментированных мясных продуктов, поскольку технологический процесс их производства обеспечивает наиболее подходящие условия (без нагрева) для сохранения жизнеспособности микроорганизмов. Однако имеются научные данные об использовании некоторых пробиотических микроорганизмов как биопротекторов против патогенных штаммов при хранении мясопродуктов. В настоящее время мясная промышленность делает основной упор на производство мясных продуктов с потенциальной пробиотической пользой для здоровья человека. С этой целью разрабатываются способы внесения в продукт пробиотических культур, которые защищают микроорганизмы от неблагоприятных условий технологического процесса и условий хранения или же ограничивают влияние факторов, снижающих жизнеспособность или приводящих к их полной гибели в пищевых продуктах [5, 6].

Традиционно пробиотики добавляют в пищевые продукты в виде свободных клеток, выполняющих двойную функцию (пробиотическую и биопротекторную). Тем не менее, включение этих микроорганизмов в состав пищевых продуктов, подлежащих обработке при неблагоприятных условиях (содержание солей, нитритов, термическая обработка), означает защиту их жизнеспособности на всех этапах, которым все продукты питания, особенно мясо, подвергаются. В отличие от кисломолочных, мясные продукты подвергаются термической обработке, которая обеспечивает им органолептические характеристики (текстуру, вкус, цвет и т.д.), разрушает микробиоту и увеличивает срок годности при хранении. В отличие от молочных продуктов, где пробиотические культуры всегда добавляются в молоко после пастеризации, мясные продукты подвергаются термообработке до температуры сердцевины 70–72°C. Исследования показали, что некоторые термостойкие штаммы лактобактерий способны выживать при температуре 65–72°C в течение 30–60 мин [7, 8]. Тем не менее, использование термолабильных пробиотиков недостаточно для поддержания жизнеспособности микроорганизмов в условиях высоких температур и для обеспечения профилактического эффекта (количество микробных тел должно быть не ниже 10^6 – 10^7 КОЕ в одном грамме или миллилитре) [9].

Другим способом внесения микроорганизмов в пищевой продукт является инкапсулирование. Этот метод широко применяется в таких областях, как фармацевтика, сельское хозяйство и химия для защиты ферментов и лекарственных средств [10]. Совсем недавно инкапсулирование было применено при производстве пищевых продуктов для стабилизации аромата, продления сроков годности и для защиты пробиотических культур [11]. Исследования в пробирке показали, что инкапсулированные пробиотики более устойчивы к тепловой обработке, чем свободные клетки. Однако сам процесс инкапсулирования

пробиотиков весьма трудоемкий и экономически затратный. Поэтому применение инкапсулированных пробиотиков при производстве мясных продуктов остается дефицитным [12].

В этой связи особую актуальность приобретает разработка технологии мясопродуктов с пробиотическими свойствами для увеличения рынка функциональных продуктов путем традиционного внесения свободных клеток микроорганизмов одновременно с пищевыми волокнами, которые способствуют сохранению жизнеспособности микроорганизмов и увеличению их численности в готовом мясном продукте [13, 14].

Цель работы – исследовать выживаемость молочнокислых микроорганизмов в составе эмульгированных мясных продуктов.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

- определение технологических параметров производства мясорастительного продукта, обеспечивающих сохранение пробиотической активности;
- исследование количества жизнеспособных пробиотических микроорганизмов и санитарно-показательной микрофлоры при производстве и хранении продукции;
- определение показателей качества мясорастительного продукта при хранении в охлажденном состоянии.

Объекты и методы исследования

В качестве мясного продукта был выбран говяжий мясной паштет, в рецептуру которого входили следующие ингредиенты: говядина, лук, морковь, растительное масло, овсяные хлопья и пробиотический препарат «Витафлор».

Мясное сырье нарезали брусочками и подвергали бланшированию, затем охлаждали. Растительное сырье нарезали кубиками и пассировали на растительном масле. Сначала измельчали мясное сырье на волчке диаметром 2–3 мм, после чего добавляли и измельчали растительное сырье. Так же измельчали и овсяные хлопья, предварительно гидратированные водой при температуре 90°C. Паштетную массу формовали и вносили пробиотический препарат в количестве $5 \cdot 10^5$ КОЕ/г. Запекали паштетную массу при температуре 120°C до температуры в центре продукта 72°C. Далее паштетную массу остужали до комнатной температуры и фасовали в вакуумную упаковку.

Численность жизнеспособных молочнокислых микроорганизмов определяли по ГОСТ 10444.11-2013. Активную кислотность (рН) образцов определяли потенциометрическим методом на приборе Mettler Toledo Seven Compact. Содержание влаги определяли термогравиметрическим методом на установке Shimadzu MOC-120H. Органолептический анализ паштетов осуществляли согласно ГОСТ 9959-91.

«Витафлор» – бактериальный концентрат, выпускаемый ГНЦ ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт особо чистых биопрепаратов». Форма выпуска – суспензии и таблетки симбиотической культуры *Lactobacillus acidophilus* (штаммы Д № 75 и Д № 76). В соответствии с требованиями «Руководящих методических материалов по экспериментальному и клиническому изучению новых лекарственных средств» были проведены доклинические испытания лекарственного препарата в Институте токсикологии АМН РФ (г. Санкт-Петербург). Исследования различных научных групп доказали, что «Витафлор» положительно влияет на микробиоту кишечника человека, может использоваться как пищевая добавка, нормализует работу ЖКТ.

Результаты и их обсуждение

Под действием термической обработки клетки *Lactobacillus acidophilus* погибают, в связи с чем пробиотический препарат и овсяные хлопья вносили после термообработки.

На первом этапе исследований пробиотический препарат вносили в количестве $5 \cdot 10^5$ КОЕ/г. Хранение осуществлялось в вакуумной упаковке при температуре 4°C в течение 20 суток. В таблице 1 представлены данные изменения численности микроорганизмов в процессе хранения.

Таблица 1 – Изменение численности микроорганизмов в процессе хранения

Сутки	КОЕ/г
2	$3 \cdot 10^4$
5	$4 \cdot 10^4$
8	$5 \cdot 10^4$
11	$1 \cdot 10^5$
14	$1,4 \cdot 10^5$
17	$1,6 \cdot 10^5$
20	$1,7 \cdot 10^5$

Как видно из таблицы, на начальном этапе хранения происходит отмирание живых клеток лактобактерий, но затем их численность постепенно увеличивается за счет клетчатки, содержащейся в овсяных хлопьях и растительных компонентах. В процессе хранения мясного паштета также определялись органолептические показатели, рН и содержание влаги. Значение рН менялось незначительно, оставаясь в пределах 6,2–6,3. Содержание влаги так же значительно не изменялось и составило 59–60%.

В дальнейших исследованиях была увеличена доля внесения пробиотического препарата до $2 \cdot 10^6$ КОЕ/г. В таблице 2 представлены данные изменения численности микроорганизмов в процессе хранения с увеличенной долей внесения лактобактерий.

Таблица 2 – Изменение численности микроорганизмов в процессе хранения с увеличенной долей внесения лактобактерий

Сутки	КОЕ/г
2	$2 \cdot 10^5$
5	$4 \cdot 10^5$
8	$5 \cdot 10^5$
11	$6 \cdot 10^5$
14	$8 \cdot 10^5$
17	$9 \cdot 10^5$
20	$1,7 \cdot 10^6$

Видна тенденция сокращения численности микроорганизмов на начальном этапе хранения, однако к концу периода хранения их численность значительно возрастает. Значение рН мясного паштета меняется от 6,2 в начале хранения до 5,7 в конце хранения. С ростом микрофлоры скорость снижения рН увеличивается. В результате накопления молочной кислоты и, как следствие, снижение водородного показателя, происходит повышение активности катепсинов, повышается устойчивость мясного сырья к действию гнилостных микроорганизмов.

На рисунке 1 представлены результаты органолептического анализа мясного паштета.



Рисунок 1 – Органолептический анализ мясного паштета

Результаты сенсорного анализа показали, что образцы с заквасочной культурой имеют более привлекательный внешний вид по сравнению с контрольным образцом. По консистенции опытные образцы превосходят контроль, что объясняется внесением в опытные образцы овсяных хлопьев, которые придали говяжьему паштету мажущую структуру.

Заключение

Результаты проведенных исследований показали, что при производстве эмульгированных мясопродуктов молочнокислые микроорганизмы выживают в процессе хранения. Присутствие хлопьев овсяных обеспечивает рост численности микроорганизмов, что способствует обеспечению пробиотического эффекта, улучшает внешний вид и вкусовые характеристики эмульгированных мясопродуктов.

Доказана возможность применения пробиотических культур для производства мясных продуктов для профилактического питания.

Дальнейшие исследования направлены на проведение доклинических испытаний мясных продуктов с синбиотиками.

Литература (References)

1. Guarner F., Khan A.G., Garisch J. et al. World gastroenterology organization global guidelines: probiotics and prebiotics. *Journal of Clinical Gastroenterology*. 2012, V. 46(6), pp. 468–481.
2. Jimenez-Colmenero F. New approaches for the development of functional meat products. In M. Reig, F.L. Toldra, M.L. Nolle (eds.), *Advanced technologies for meat processing*. FL, CRC Press, 2006. pp. 275–308.
3. Olmedilla-Alonso B., Jimenez-Colmenero F., Sanchez-Muniz F.J. Development and assessment of healthy properties of meat and meat products designed as functional foods. *Meat Science*, 2013, V. 95, pp. 919–930.
4. Dobson A., Cotter P.D., Ross R.P., Hill C. Bacteriocin production: a probiotic trait? *Applied and Environmental Microbiology*, 2012, no. 78, pp. 1–6.
5. Anal A.K., Stevens W.F. Chitosan-alginate multilayer beads for controlled release of ampicillin. *International Journal of Pharmaceutics*, 2005, V. 290, pp. 45–54.
6. Perez-Chabela M.L., Díaz-Vela J., Reyes-Menendez C.V., Totosa A. Improvement of moisture stability and textural properties of fat and salt reduced cooked sausages by inoculation of thermotolerant lactic acid bacteria. *International Journal of Food Properties*, 2013, V. 16, pp. 1789–1808.
7. Perez-Chabela M.L., Totosa A., Guerrero I. Evaluation of thermotolerant capacity of lactic acid bacteria isolated from commercial sausages and the effects of their addition on the quality of cooked sausages. *Food Science and Technology (Campinas)*, 2008, V. 28, pp. 132–138.
8. Timmerman H.M., Koning C.J., Mulder L. et al. Monostrain, multistain and multispecies probiotics – A comparison of functionality and efficacy. *Int. J. Food Microbiol.* 2004, V. 96, no. 3, pp. 219–233.
9. Burgain J., Gaiani C., Linder M., Scher J. Encapsulation of probiotic living cells: from laboratory scale to industrial applications. *Journal of Food Engineering*, 2011, V. 104, pp. 467–483.
10. Heidebach T., Forst P., Kulozik U. Microencapsulation of probiotic cells for food applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2012, V. 52, pp. 291–311.
11. Mandal S., Puniya A.K., Singh K. Effect of alginate concentration on survival of microencapsulated *Lactobacillus casei* NCDC-298. *International Dairy Journal*, 2006, V. 16, pp. 1190–1195.
12. Ramirez-Chavarin M.L., Wachter C., Eslava-Campos C.A., Perez-Chabela M.L. Probiotic potential of thermotolerant lactic acid bacteria strains isolated from cooked meat products. *International Food Research Journal*, 2013, V. 20, pp. 991–1000.
13. Champagne C.P., Fustier P. Microencapsulation for delivery of probiotics and other ingredients in functional dairy products. In M. Saarela (ed.), *Functional dairy products* (2nd ed.). UK, Woodhead Publ., 2007, pp. 404–426.
14. Burgain J., Gaiani C., Linder M., Scher J. Encapsulation of probiotic living cells: from laboratory scale to industrial applications. *Journal of Food Engineering*, 2011, V. 104, pp. 467–483.

Статья поступила в редакцию 22.06.2016