

Исследование микробиологического фона растительных ингредиентов и растительно-молочных композиций

Дмитрий В. Харитонов,¹ vnimi5@rambler.ru
Екатерина И. Добриян,² dobreka@mail.ru
Анна М. Ильина² mosanja@yandex.ru

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности, ул. Люсиновская, дом 35, корпус 7, Москва 115093, Россия
лаборатория ресурсосберегающих процессов и функциональных продуктов, Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности, ул. Люсиновская, дом 35, корпус 7, Москва 115093, Россия

Реферат. Изучены показатели микробиологической безопасности порошкообразных овощей, растительно-молочных композиций, составных молочных десертов. В исследуемых образцах порошкообразных овощей не обнаружены патогенные (в т. ч. сальмонеллы) микроорганизмы, бактерии группы кишечных палочек, дрожжи, неспорообразующие микроорганизмы *B. cereus*. Количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, а также количество плесеней не превышает нормируемых законодательством показателей безопасности. Основную микрофлору сухих овощей составляет протеолитические микроорганизмы. Микробиологический фон растительной и молочной основ характеризуется наличием микроорганизмов, отличающихся различной устойчивостью к условиям среды – величине pH, присутствию кислорода, к воздействию высоких температур. Обогащение молочной основы растительными компонентами вызывает необходимость корректировки режимов теплового воздействия, установленных для обработки молока без дополнительных ингредиентов. Внесение растительных ингредиентов в молочную основу сопровождается неоднозначным воздействием высоких температур на микроорганизмы поликомпонентной растительно-молочной основы. С одной стороны, внесение растительного сырья в молоко усиливает ингибирующее воздействие температуры на микробные клетки за счёт перехода pH среды в кислую сторону, с другой стороны, присутствие частиц растительного сырья защищает микроорганизмы от чувствительного воздействия на них высокой температуры. Микрофлора растительно-молочных композиций после тепловой обработки, а также готовых десертов на их основе была представлена спорообразующими палочками, количество которых коррелирует с количеством их в исходном сырье. Для выбора оптимального режима тепловой обработки необходимо учитывать все процессы, протекающие при тепловой обработке: и микробиологические, и физико-химические, в частности, разрушение полисахаридов клеточных структур овощей.

Ключевые слова: микробиологическая безопасность, порошкообразные овощи, растительно-молочные композиции, десерты

Study of microbiological background of herbal ingredients and dairy-vegetable compositions

Dmitrii V. Kharitonov,¹ vnimi5@rambler.ru
Ekaterina I. Dobriyan,² dobreka@mail.ru
Anna M. Il'ina² mosanja@yandex.ru

¹ All-Russian dairy research institute, Lusinovskaya str., 35/7, Moscow, 115093, Russia

² laboratory of resource-saving technologies and functional products, All-Russian dairy research institute, Lusinovskaya str. 35/7, Moscow, 115093, Russia

Summary. The rates of microbiological safety of powdery vegetables, vegetable-milk compositions, compound desserts have been studied. No pathogenic germs (incl. salmonella), *Escherichia coli*, yeast, nonspore-forming bacteria *B. cereus* have been detected in powdery vegetable samples. The number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms as well as amount of molds does not exceed safety index normalized by the legislation. Proteolytic microorganisms compose the basic microflora of powdery vegetables. Microbiological background of vegetable and milk basis is characterized by the presence of microorganisms differed by different resistance to the medium conditions – pH value, presence of oxygen and high temperatures impact. Enrichment of milk base by vegetable components necessitates to adjust the thermal effect regimes prescribed for milk treatment without additional ingredients. Introduction of vegetable ingredients into milk base is accompanied by polysemantic effect of high temperatures on microorganisms of polycomponent milk – vegetable base. On the one hand introduction of vegetable raw material into milk enhances inhibitory temperature effect on microbial cells due to transition of the medium pH into sour side; on the other hand presence of vegetable raw material particles protects microorganisms against sensitive effect of high temperature. Microflora of vegetable-milk compositions after heat treatment as well as ready-made desserts on their base was presented by spore-forming bacillus the number of which is correlated by their number in the initial raw material. In order to choose the optimal regime of heat treatment all processes running during heat treatment and particularly microbiological and physical-chemical degradation of polysaccharides of vegetables cell structures.

Keywords: microbiological safety, powdery vegetables, vegetable-milk compositions, desserts.

Для цитирования

Харитонов Д. В., Добриян Е. И., Ильина А. М. Микробиологическая безопасность растительных ингредиентов и растительно-молочных композиций // Вестник ВГУИТ. 2016. № 3. С. 159-163. doi:10.20914/2310-1202-2016-3-159-163

For citation

Kharitonov D. V., Dobriyan E. I., Ilyina A. M. Microbiological Safety of Vegetable Ingredients and Vegetable-Milk Compositions. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 3. pp. 159-163. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-3-159-163

Введение

Перспективным направлением в области создания продуктов функционального назначения является разработка технологий производства растительно-молочных продуктов на основе обогащения молока биологически активными ингредиентами растительного происхождения.

В качестве обогащающей добавки рассмотрено использование порошкообразных овощей (тыквы, моркови, кабачка), имеющих высокое содержание минеральных солей, витаминов, пищевых волокон.

Использование порошков имеет ряд преимуществ – они высоко технологичны, имеют хорошую хранимоспособность, транспортабельны, удобны в применении на предприятии. На отечественном рынке представлены порошки, полученные разными способами теплофизического воздействия (сублимационная сушка, конвективная, инфракрасная). В работе использована тыква, морковь и кабачок, полученные инновационным методом комбинированного аэродинамического обезвоживания, обеспечивающим максимальное сохранение биологической ценности исходного сырья.

Одной из ключевых проблем при разработке технологии является решение вопроса обеспечения микробиологической безопасности разрабатываемых продуктов. Микробиологический фон растительной и молочной основ характеризуется наличием микроорганизмов, отличающихся различной устойчивостью к условиям среды – величине pH, присутствию кислорода, к воздействию высоких температур и т. д.

Основная микрофлора молока представлена стрептококками, молочнокислыми палочками и психрофильными микробами.

Основную микрофлору овощей составляют почвенные микроорганизмы, а также микроорганизмы, присутствующие в воздухе. В 1 г почвы содержится 10^8 – 10^9 бактериальных клеток, из них 10^6 находятся в споровой форме.

Сушка овощей является эффективным способом консервирования. Большинство вредных микроорганизмов не могут развиваться при такой низкой влажности, поэтому сухие продукты могут храниться в течение длительного времени. В основном, сушёные овощи сохраняют почти все пищевые

вещества, но наблюдаются потери некоторых витаминов, в первую очередь, витамина С.

Состав микрофлоры сухих овощей зависит от исходной обсеменённости используемого сырья. Снижение обсеменённости сухих овощей достигается путём обработки растительного сырья и удаления заражённых плодов, чистки и тщательной мойки овощей, бланширования, тепловой обработки в процессе сушки, создания необходимых условий производства. Важное значение имеют условия хранения. При неправильном хранении сушёных овощей, при повышенном содержании в них влаги более 15% происходит развитие в них микроорганизмов, особенно микроскопических грибов. При обильном обсеменении сухих овощей микроорганизмами, они могут быть источником инфицирования молочного продукта.

Цель настоящей работы – исследовать качественный и количественный состав микрофлоры порошкообразных овощей для исключения вероятности инфицирования молочной основы микрофлорой сухих овощей.

Объектом исследований были порошкообразные овощи, растительно-молочные композиции, составные молочные десерты.

В соответствии с Техническим регламентом Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» в сухих овощах нормируются следующие показатели микробиологической безопасности – КМА-ФАнМ (КОЕ/г); БГКП (г); патогенные, в том числе сальмонеллы; не спорообразующие микроорганизмы *V. cereus*, плесени (КОЕ/г).

В таблице 1 приведены допустимые значения нормируемых показателей для овощей, бланшированных перед сушкой, и не бланшированных перед сушкой. Там же указаны экспериментально установленные фактические показатели микробиологической обсеменённости порошкообразных овощей.

Экспериментально определены (таблица 1) фактические показатели безопасности порошкообразных овощей на предмет их соответствия законодательным нормативам.

Состав микрофлоры молочной основы и растительных компонентов различен. Поэтому в образцах используемых овощей были определены количественный и качественный состав микрофлоры, характерной не только для сухих овощей, но и для молока (таблица 1).

Показатели микробиологической безопасности порошкообразных овощей

Table 1

Index of microbiological safety of powdered vegetables

| Наименование показателей Name | Овощи сушеные ТР ТС 021/2011 Dry vegetables | | Сухие порошкообразные овощи Dry powdered vegetables | | |
|---|--|--|--|------------------------------|------------------------------|
| | Небланшированные перед сушкой Non blanched prior drying | Бланшированные перед сушкой Blanched prior drying | Тыква Pumpkin | Морковь Carrot | Кабачок Marrow |
| КМАФАнМ КОЕ/г CFU/g | $5 \cdot 10^5$ | $2 \cdot 10^4$ | $4,8 \cdot 10^4$ | $4,2 \cdot 10^4$ | $3,7 \cdot 10^4$ |
| БГКП, не доп. в массе продукта, 0,01 г.(см3) Coli bacteria non permissible in the product mass, g (see 3) | не доп. not allowed | не доп. not allowed | не обн. not de- tected | не обн. not de- tected | не обн. not de- tected |
| Патогенные в т. ч. сальмонелла в массе продукта, 25г Pathogenic incl. salmonella in 25 g | не доп. not allowed | не доп. not allowed | не обн. not de- tected | не обн. not de- tected | не обн. not de- tected |
| Дрожжи Yeast | не норм. not regulated | не норм. not regulated | не обн. not de- tected | не обн. not de- tected | не обн. not de- tected |
| Неспорообразующие микроорганиз- мы B.cereus в массе продукта, 10 ³ г Non-sporeforming bacteria B.cereus in 25 g | не доп. not allowed | не доп. not allowed | не обн. not de- tected | не обн. not de- tected | не обн. not de- tected |
| Плесени, КОЕ/г Molds, CFU/g | $5 \cdot 10^2$ | $5 \cdot 10^2$ | $1,4 \cdot 10^2$ | $8 \cdot 10^1$ | $2 \cdot 10^1$ |
| Протеолитические, КОЕ/г Proteolytic, CFU/g | – | – | $5,1 \cdot 10^3$ | $1,4 \cdot 10^2$ | $1,2 \cdot 10^1$ |
| Липолитические, КОЕ/г Lipolytic, CFU/g | – | – | не обн. not de- tected | $2,2 \cdot 10^2$ | не обн. not de- tected |
| Сульфитредуцирующие клостри- дии КОЕ/г Sulphreducing clostridium CFU/g | | | не обн. not de- tected | не обн. not de- tected | не обн. not de- tected |
| St.aureus, КОЕ/г, CFU/g | | | не обн. not de- tected | не обн. not de- tected | не обн. not de- tected |

Установлено, что в исследуемых образцах показатели микробиологической обсеменённости не превышают нормируемых ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» показателей безопасности. Так, для не бланшированных перед сушкой овощей, при нормированном показателе КМАФАнМ $5 \cdot 10^5$ КОЕ/г, фактический показатель колебался в интервале от $3,7 \cdot 10^4$ (кабачок) до $4,8 \cdot 10^4$ (тыква).

В исследуемых образцах не были обнаружены бактерии группы кишечных палочек. Также не обнаружены (в 25 г) патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы. При допуске уровня содержания плесеней $5 \cdot 10^2$ КОЕ/г, фактическое их содержание колебалось в диапазоне от $2 \cdot 10^1$ (кабачок) до $1,4 \cdot 10^2$ (тыква). В 1 г сухой моркови присутствовало 80 колониеобразующих единиц плесени.

Основную микрофлору сухих овощей составляют протеолитические микроорганизмы. Их содержание в сухих овощах колебалось от $1,2 \cdot 10^2$ КОЕ/г (кабачок) до $5,1 \cdot 10^3$ (тыква). Липолитические микроорганизмы присутствовали только в образцах моркови $2,2 \cdot 10^2$ КОЕ/г. Сульфитредуцирующие клостридии и St.aureus не были обнаружены ни в одном из исследуемых образцов.

Проведённые исследования показали, что по показателям микробиологической безопасности, порошкообразные овощи удовлетворяют требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и могут рассматриваться как потенциальное сырьё для производства растительно-молочных десертов.

Обогащение молочной основы растительными компонентами вызывает необходимость корректировки режимов теплового воздействия установленных для обработки молока без дополнительных ингредиентов.

Назначение тепловой обработки – уничтожение и инактивация микрофлоры с целью обеспечения микробиологической безопасности готового продукта. При тепловой обработке происходят глубокие микробиологические и физико-химические изменения как растительной, так и молочной основ.

В основе бактерицидного действия высоких температур на микробные клетки лежит повреждение рибосом, денатурация ферментных и мембранных белков. Для гибели микробных клеток необходимо время τ , которое уменьшается с повышением температуры. Это время затрачивается на прогрев бактериальной клетки, а затем на протекание сложных биохимических процессов, вызывающих прекращение жизнедеятельности микроорганизмов.

Внесение растительных ингредиентов в молочную основу сопровождается неоднозначным воздействием высоких температур на микроорганизмы поликомпонентной растительно-молочной смеси.

С одной стороны, внесение растительного сырья в молоко усиливает ингибирующее воздействие температуры на микробные клетки за счёт перевода pH молочной плазмы из оптимального для микробов интервала в экстремальный диапазон (в кислую сторону).

С другой стороны, присутствие в растительно-молочной смеси частиц растительного сырья защищает микроорганизмы от губительного воздействия высокой температуры. Особое значение при этом имеет степень дисперсности частиц. Чем крупнее посторонние частицы и чем больше их количество в смеси, тем сильнее снижается эффективность пастеризации. Имеются основания предполагать, что режимы тепловой обработки растительно-молочной смеси будут отличаться от режимов тепловой обработки исходного молока.

После внесения в молоко предварительно подготовленных восстановленных овощей производилась тепловая обработка растительно-молочных смесей, из которой затем вырабатывали растительно-молочные десерты.

Были изучены 3 температурных режима обработки растительно-молочных композиций: $(75 \pm 2)^\circ\text{C}$, $(85 \pm 2)^\circ\text{C}$ и $(93 \pm 2)^\circ\text{C}$ с выдержками при каждой температуре 5, 10 и 15 минут соответственно.

Основная микрофлора в обработанных растительно-молочных смесях была представлена спорообразующими палочками, количество которых соответствовало количеству их в исходном сырье.

Во всех исследуемых образцах растительно-молочных композиций отсутствовали патогенные микроорганизмы, бактерии группы кишечных палочек, неспорообразующие микроорганизмы *B.cereus*, дрожжи и плесени. Не были обнаружены также липолитические микроорганизмы и сульфитредуцирующие клостридии.

Результаты проведённых исследований показали, что микробиологический фон растительно-молочной смеси, обработанной при температуре $(85 \pm 2)^\circ\text{C}$ с выдержкой 10 мин и более «жёстких» режимах обеспечивает получение готового продукта с микробиологическими показателями, удовлетворяющими требованиям ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции».

Однако консистенция продукта, при этом характеризуется как «неоднородная», «зернистая» за счёт присутствия в продукте твёрдых, не разваренных частиц вносимых растительных компонентов. Поэтому окончательный выбор оптимального режима тепловой обработки может быть сделан только на основании комплексного подхода, учитывающего все процессы, протекающие при тепловой обработке – и микробиологические и физико-химические, в частности, размягчение клетчатки растительных компонентов. Изучение разрушения полисахаридов клеточных структур овощей является предметом наших дальнейших исследований.

Заключение

Проведённые исследования позволяют сделать следующие выводы:

— Порошкообразные овощи по показателям микробиологической безопасности удовлетворяют требованиям ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и могут рассматриваться как потенциальное сырьё для производства растительно-молочных десертов.

— Тепловая обработка растительно-молочной смеси при температуре $(85 \pm 2)^\circ\text{C}$ с выдержкой 10 мин обеспечивает требуемый уровень показателей микробиологической безопасности.

— Окончательный выбор оптимального режима тепловой обработки растительно-молочной смеси должен быть сделан на основании комплексной оценки микробиологических и физико-химических изменений, протекающих в растительно-молочной смеси при тепловом воздействии.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ганина В.И. Гриневич А.И., Лойко, Н.Г. Гучок Ж.Л. Микробиологическая безопасность молочного сырья // Молочная промышленность. 2015. № 11. С. 22-23.
- 2 Sapers G. M., Gorny J.R., Yousef A. E. Microbiology of fruits and vegetables. CRC Press Reference, 2005. 648 p.
- 3 Abadiassa M., Usalla J., Anquerria M., Solsonaa C. et al. Microbiological quality of fresh, minimally-processed fruit and vegetables, and sprouts from retail establishments // International Journal of Food Microbiology. 2008. V. 123. № 1–2. P. 121–129.
- 4 Sinka N. K., Hui Y. H. Handbook of Vegetables and Vegetable Processing. Blackwell Publishing Ltd., 2011. 895 p.
- 5 ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».
- 6 ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции».

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Дмитрий В. Харитонов д. т. н., профессор РАН, директор, Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности, ул. Люсиновская, дом 35, корпус 7, Москва 115093, Россия, vnimi5@rambler.ru

Екатерина И. Добрян к. т. н., ведущий научный сотрудник, лаборатория ресурсосберегающих процессов и функциональных продуктов, Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности, ул. Люсиновская, дом 35, корпус 7, Москва 115093, Россия, dobreka@mail.ru

Анна М. Ильина к. т. н., младший научный сотрудник, лаборатория ресурсосберегающих процессов и функциональных продуктов, Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности, ул. Люсиновская, дом 35, корпус 7, Москва 115093, Россия, mosanja@yandex.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Дмитрий В. Харитонов предложил методику проведения эксперимента и организовал производственные испытания

Екатерина И. Добрян написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат

Анна М. Ильина обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчеты

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 01.08.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 22.08.2016

REFERENCES

- 1 Ganina V.I., Grinevich A.I., Loiko N.G., Guchok Zh.L. Microbiological safety of milk raw material. *Molochnaya promyshlennost'* [Milk Industry] 2015, no. 11, pp. 22-23. (in Russian)
- 2 Sapers G. M., Gorny J.R., Yousef A. E. Microbiology of fruits and vegetables. CRC Press Reference, 2005. 648 p.
- 3 Abadiassa M., Usalla J., Anquerria M., Solsonaa C. et al. Microbiological quality of fresh, minimally-processed fruit and vegetables, and sprouts from retail establishments. *International Journal of Food Microbiology*, 2008, vol. 123, no. 1–2, pp. 121–129.
- 4 Sinka N. K., Hui Y. H. Handbook of Vegetables and Vegetable Processing. Blackwell Publishing Ltd., 2011. 895 p.
- 5 TRTS 021/2011 "O bezopasnosti pishchevoi produktsii" [TR CU 021/2011 "About Food Products Safety"]
- 6 TR TS 033/2013 "O bezopasnosti moloka i molochnoi produktsii" [TR CU 033/2013 "About Safety of Milk and Milk Products"]

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Dmitrii V. Kharitonov doctor of technical science, professor RAN, director, All-Russian dairy research institute, Lusinovskaya str., 35, Bld. 7, Moscow, 155093 Russia, vnimi5@rambler.ru

Ekaterina I. Dobriyan candidate of technical science, leading researcher, Laboratory of resource-saving technologies & functional products, All-Russian Dairy Research Institute, Lusinovskaya str., 35, Bld. 7, Moscow, 155093 Russia, dobreka@mail.ru

Anna M. Il'ina candidate of technical science, junior researcher, laboratory of research-saving technologies & functional products, All-Russian dairy research institute, Lusinovskaya str., 35, Bld. 7, Moscow, 155093 Russia, mosanja@yandex.ru

CONTRIBUTION

Dmitrii V. Kharitonov proposed a scheme of the experiment and organized production trials

Ekaterina I. Dobriyan wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Anna M. Il'ina review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 8.1.2016

ACCEPTED 8.22.2016