

Экологические аспекты в производстве майонеза

© 2019. Э. И. Рахимова, аспирант,

А. С. Сироткин, д. т. н., профессор, зав. кафедрой,

Казанский национальный исследовательский технологический университет,

420015, Россия, г. Казань, ул. Карла Маркса, д. 68,

e-mail: elvira.r.07@mail.ru

Сточные воды, образующиеся при производстве майонеза, представляют собой воды от промывки оборудования и содержат в качестве доминирующих примесей жиры и масла в концентрации в среднем от 0,8 до 3% (масс.). Отмечено, что в процессе утилизации сточные воды кислого и щелочного характера подвергаются процессу ультрафильтрации, и отделенные жиры подаются в soapstock, образующийся на стадии щелочной рафинации при переработке и производстве подсолнечного масла и содержащий воду, мыло, увлеченный нейтральный жир, избыточную щелочь. Актуальным является дальнейшее использование soapstock в мыловарении с получением продукции натурального характера. Экспериментально показано, что при производстве майонеза проведение комплексной 3-х стадийной мойки технологического оборудования и трубопроводов, состоящей из щелочной, кислотной мойки и обработки дезинфицирующим раствором, с включением дополнительной обработки острым паром при температуре 110 °C и избыточном давлении 0,7 атм в течение 15 мин позволяет увеличить производственный цикл между мойками оборудования, уменьшить количество производственных сточных вод, а также снизить в 3–4 раза их загрязненность жирами и маслами. Отмечено, что периодичность мойки с включением обработки оборудования и трубопроводов в собранном виде острым паром должна быть реализована 1 раз в 5 сут, что позволяет снизить количество образующихся сточных вод на 33% и обеспечить снижение затрат на указанные технологические операции. Кроме того, показано, что при производстве майонеза дополнительная обработка оборудования острым паром в процессе его комплексной мойки обеспечивает микробиологическую безопасность готового продукта на протяжении срока хранения.

Ключевые слова: микробиологическая безопасность, сточные воды, острый пар, майонез, молочнокислые бактерии, кислотность.

Environmental aspects in the production of mayonnaise

© 2019. E. I. Rakhimova ORCID: 0000-0001-9066-0042, A. S. Sirotkin ORCID: 0000-0002-4480-9907

Kazan National Research Technological University,

68, Karl Marx St., Kazan, Russia, 420015,

e-mail: elvira.r.07@mail.ru

Wastewater from the production of mayonnaise is water from washing equipment and contains fats and oils as a dominant impurity in an average concentration of 0.8 to 3% (mass.). It was noted that in the process of disposal, acid and alkaline wastewater undergoes an ultrafiltration process, and the separated fats are fed to the soapstock, formed at the stage of alkaline refining during processing and production of sunflower oil and containing water, soap, absorbed neutral fat, excess alkali. Further use of soapstock in soap making with the production of natural products is relevant. It has been experimentally shown that in the production of mayonnaise, a comprehensive 3-stage washing of technological equipment and pipelines, consisting of an alkaline, acid washing and disinfecting solution treatment, with the inclusion of additional treatment with hot steam at a temperature of 110 °C and an overpressure of 0.7 bar for 15 min allows you to increase the production cycle between equipment washes, reduce the amount of industrial wastewater, and also reduce their pollution by fats and oils by 3-4 times. It was noted that the frequency of washing, including the processing of equipment and pipelines assembled with hot steam, should be implemented 1 time in 5 days, which allows to reduce the amount of wastewater generated by 33% and to reduce costs for these technological operations. In addition, it has been shown that the additional processing of equipment with hot steam during its complex washing ensures the microbiological safety of the finished product over the shelf life.

Keywords: microbiological safety, wastewater, sharp steam, mayonnaise, lactic acid bacteria, acidity.

Увеличение потребления ресурсов и возрастание количества отходов является чрезвычайно актуальной экологической проблемой промышленных производств, что происходит

вследствие увеличения благосостояния населения, роста объёмов и ассортимента промышленной продукции. Следует отметить, что современные предприятия отличаются реали-

зацией программ экономного производства и вовлечения отходов в промышленный цикл в качестве вторичного сырья, созданием экологически обеспеченных производственных процессов с переработкой большого количества отходов. Так, сточные воды (СВ), образующиеся в процессах мойки оборудования, могут подвергаться вторичному использованию, сопровождающемуся определёнными затратами; в противном случае они обезвреживаются перед сбросом в водоём-приёмник. Очевидно, что снижение количества СВ, образующихся в производственных процессах, способствует повышению экологической безопасности промышленных предприятий.

Масложировая промышленность выступает важнейшей составной частью агропромышленного комплекса. Она обеспечивает население масложировой продукцией, отличающейся высокой питательной и энергетической ценностью. В условиях глобализации природоохранных проблем главным критерием повышения жизненного уровня населения и обеспечения продовольственной безопасности является разработка и производство безопасной масложировой продукции с учётом влияния всех экологических составляющих [1, 2], а также надёжное обезвреживание отходов производства, среди которых основным по массе и загрязнённости являются СВ.

Сточные воды, образующиеся при производстве майонеза, представляют собой воды от промывки оборудования и содержат в качестве примесей жиры и масла. Содержание общего жира в СВ составляет в среднем от 0,8 до 3,0% (масс.); при этом жир содержится в промывной воде в эмульгированном виде, а также в виде прослоек нейтрального жира в воде. Для очистки СВ на масложировых предприятиях широко применяется способ разложения органических веществ серной кислотой с отделением смеси нейтрального жира и жирных кислот, а образующиеся отходы используются в мыловарении.

Продукты питания состоят из первичных биоматериалов, которые со временем неизбежно разлагаются и портятся. Ухудшение качества и порчу продуктов питания предотвратить невозможно, однако можно замедлить процессы, определяющие потерю качества продуктов путём правильного подбора рецептурных компонентов, экологического обеспечения технологических процессов производства, упаковки, хранения и транспортировки [3].

В масложировых продуктах, в том числе в майонезах, различают взаимосвязанные меж-

ду собой виды порчи: микробиологическая, химическая и физическая (механическая).

Эпидемиологическая безопасность масложировой продукции, в том числе и майонеза, прежде всего, определяется микробиологическими показателями. Микробиологическое обсеменение как готового продукта, так и сырьевых компонентов, происходит в процессе производства и транспортировки и является причиной возникновения проблем пищевой безопасности. В связи с тем, что технологический процесс производства майонеза не подразумевает использование промышленно полезных микроорганизмов, развитие контаминирующей микрофлоры возможно за счёт привнесённой в продукт вместе с сырьевыми ингредиентами или с поверхности оборудования, способствуя микробиологической порче готового продукта [4].

К микробиологическим видам порчи майонеза относят газо- и кислотообразование [4], вызываемые обсеменением молочнокислыми бактериями и дрожжами; бомбаж, возникающий вследствие развития бактерий рода *Clostridium* и дрожжей; горький вкус, обусловленный разложением белка гнилостными бактериями.

Оценивая сырьевые ингредиенты, входящие в состав рецептуры, следует отметить, что только подсолнечное масло является микробиологически устойчивым. Таким образом, источниками контаминации продукта, с точки зрения микробиологических процессов, являются ингредиенты, составляющие водную фазу майонеза и санитарно-гигиеническое состояние производства [5].

Общепринятая схема мойки и санитарная обработка технологического оборудования при производстве майонеза состоит из этапов: щелочной и кислотной мойки, дезинфекции [6]. Ненадлежащая мойка и дезинфекция технологического оборудования и рабочих поверхностей является причиной роста и развития микроорганизмов, которые, объединяясь в колонии, формируют биоплёнки, с которыми бороться существенно сложнее, чем с индивидуальными микроорганизмами. Известно [7], что в присутствии загрязнений органического происхождения дезинфицирующая активность рабочих растворов снижается.

В любом масложировом производстве обязательно участвует вода, которая после её непосредственного использования, может возвращаться обратно в цикл для повторного снабжения производственных процессов предприятия или же сбрасываться в центральные

канализационные системы. При этом расход воды для проведения мойки и санитарной обработки оборудования технологической линии производства майонеза производительностью 1 т/час составляет 5 м³/сут кислых и щелочных СВ, содержащих в своём составе жирные кислоты [8]. Кислые и щелочные СВ сливаются на ультрафильтрацию, где улавливаются жиры, которые затем подаются в соапсток, образующийся на стадии щелочной рафинации при переработке и производстве подсолнечного масла и содержащий воду, мыло, увлечённый нейтральный жир, избыточную щёлочь. Соапсток используется в мыловарении [8, 9].

Целью исследования являлась оценка экологической безопасности производства майонеза, основанной на результатах обработки технологического оборудования острым паром для обеспечения его микробиологической безопасности.

Объекты и методы исследования

Оценивали дополнительное включение этапа стерилизации технологического оборудования и трубопроводов в собранном виде острым паром при температуре 110 °С и избыточном давлении 0,7 атм в течение 15 минут к общепринятой схеме мойки и санитарной обработки технологического оборудования.

Исследованию подвергались производственные промывные воды (сточные воды), в которых определяли массовую долю жира после проведения мойки и санитарной обработки оборудования технологической линии производства майонеза без включения этапа стерилизации, а также с включением этапа сте-

рилизации острым паром в регламент мойки.

С точки зрения обеспечения экологической безопасности продукции для потребителя, исследованию также подвергались образцы майонеза 67%-жирности с целью определения нормированных микробиологических показателей безопасности готового продукта, а также выявления нерегламентируемых молочнокислых микроорганизмов и кислотности [10].

Отбор образцов майонеза со стадии фасовки продукции проводился ежедневно в течение 6 дней. Образцы хранились в термостате при температуре 30±2 °С в течение 9 сут с целью провоцирования микробиологических изменений, так как указанный температурный режим является наиболее благоприятным для развития микроорганизмов и позволяет сделать прогноз микробиологической стабильности майонеза.

Результаты и обсуждение

В процессе исследования состава образцов промывных вод, полученных путём обработки оборудования острым паром, а также без обработки паром отмечено снижение массовой доли жира в СВ (табл. 1).

Данные таблицы 1 свидетельствуют о том, что в исследуемых образцах промывной воды, полученных с включением в процесс мойки этапа обработки острым паром, наблюдается снижение общего количества СВ на 33% вследствие пропарки оборудования из-за уменьшения количества моек, несмотря на увеличение объёма воды на 1 мойку в среднем на 20%.

Таблица 1 / Table 1
Результаты экспериментальных данных / Results of experimental data

Наименование показателя Name of indicator	Для образцов / For samples	
	без обработки оборудования острым паром / without sharp steam treatment	с обработкой технологического оборудования острым паром / with processing equipment with sharp steam
Массовая доля жира в промывной воде / Mass fat content in the wash water, %	0,8–1,0	0,3–0,4
Количество моек технологического оборудования / The number of washing processing of equipment	9	5
Расход воды для проведения однократной мойки и санитарной обработки оборудования технологической линии производства майонеза, м ³ /сут Water consumption for a single washing and sanitization of equipment of the mayonnaise production line, m ³ /day	5	6

Таблица 2 / Table 2

Нормированные микробиологические показатели для оценки качества майонеза
Normalized microbiological indicators to assess the quality of mayonnaise

Группа продуктов / Product group	Масса продукта (г), в которой не допускаются Product weight (g) in which not allowed		Дрожжи, КОЕ/г, не более Yeast, CFU /g, not more	Плесени, КОЕ/г, не более Mold, CFU/g, not more
	БГКП(колиформы) СГВ* (coliforms)	патогенные микроорганизмы, в т. ч. <i>Salmonella</i> pathogenic microorganisms, including <i>Salmonella</i>		
Майонез Mayonnaise	0,1	25,0	$5 \cdot 10^2$	50

Таблица 3 / Table 3

Результаты определения молочнокислых бактерий в образцах майонеза
при температуре хранения образцов 30 ± 2 °С в течение 9 сут / The results of determination
of lactic acid bacteria in mayonnaise samples at a sample storage temperature of 30 ± 2 °C for 9 days

Время отбора образцов после мойки, сут. Sampling time after washing, day	Продолжительность термостатирования, сут. The duration of incubation, days.				
	1	3	5	7	9
Число КОЕ/г для образцов без обработки острым паром The number of CFU/g for samples without treatment steaming					
1–2 сут / 1–2 day	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
3 сут / 3 day	< 10	$5 \cdot 10^1$	$3 \cdot 10^2$	$1 \cdot 10^3$	$2 \cdot 10^3$
4 сут / 4 day	< 10	$8 \cdot 10^1$	$4 \cdot 10^2$	$5 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^5$
5 сут / 5 day	< 10	$3 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^4$	$1 \cdot 10^7$	сплошной рост continuous growth
6 сут / 6 day	< 10	2×10^4	1×10^7	сплошной рост continuous growth	
Число КОЕ/г для образцов с обработкой острым паром The number of CFU/g for samples with a steaming					
1–5 сут / 1–5 day	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
6 сут / 6 day	< 10	$4 \cdot 10^1$	$3 \cdot 10^2$	$8 \cdot 10^2$	$2 \cdot 10^3$

В процессе анализа санитарной безопасности продукции и предотвращения экологического риска для населения в результате потребления некачественной продукции применялись прогностические тесты выявления микробиологической порчи, которые состояли в изучении кинетики роста микроорганизмов в благоприятных условиях и возможности оценки микробиологической стабильности майонеза.

Необходимо отметить отсутствие бактерий группы кишечной палочки (БГКП) и бактерий рода *Salmonella* во всех исследованных образцах, что положительно характеризует технологический процесс производства экспериментальных партий майонеза. В соответствии с техническим регламентом Таможенного союза на масложировую продукцию (ТР ТС 024/2011 № 883 от 09.11.2011) безопасность

майонеза определяется микробиологическими показателями, приведёнными в таблице 2.

В процессе исследования образцов, полученных путём обработки оборудования острым паром и без обработки паром, не выявлено роста и развития дрожжей и плесневых грибов, значения числа КОЕ которых не более 10, что объясняется наличием в составе рецептуры консерванта – сорбата калия, проявляющего фунгистатическое действие, подавляя развитие дрожжей и плесневых грибов, однако не подавляющего рост молочнокислой флоры [11] (табл. 3).

Данные таблицы 3 свидетельствуют о том, что в исследуемых образцах майонеза, произведённых с включением в процесс мойки этапа обработки острым паром, в процессе хранения рост молочнокислых бактерий наблюдается лишь в образцах, выработанных на 6-е сутки

после обработки оборудования острым паром. Повышение показателя кислотности в процессе хранения наблюдается на 6-е сутки от начала проведения мойки.

Изменения микробиологической картины исследуемых образцов майонеза, выработанных без включения этапа обработки острым паром в процесс мойки, наблюдались для молочнокислых бактерий на третьи сутки термостатирования. Их развитие способствовало повышению кислотности продукта, что оценивается органолептически и относится к органолептической порче готового продукта.

Важно отметить, что показатель кислотности майонеза в пересчёте на уксусную кислоту, не должен превышать 1,0%, однако кислотность традиционных видов майонеза на практике обычно не превышает уровня 0,3%. Известно также, что повышение кислотности майонеза может способствовать консервированию продукта с замедлением роста и отмиранием контаминирующих микроорганизмов [12].

Применение острого пара для обработки оборудования в процессе комплексной мойки при соблюдении режимов хранения образцов, рекомендованных производителем и утверждёнными нормативными документами, а именно от 0 до +18 °С, обеспечивает повышение микробиологической стабильности майонеза и обуславливает замедление изменений физико-химических и органолептических показателей в процессе хранения.

Экспериментально подтверждено увеличение срока хранения продукта с 3 до 5 сут по показателям микробиологической безопасности и физико-химическим показателям.

По полученным экспериментальным данным можно сделать вывод о том, что проведение комплексной мойки оборудования с включением дополнительной обработки острым паром позволяет увеличить производственный цикл между мойками оборудования, соответственно, уменьшить количество воды на приготовление дезинфицирующих растворов и суммарное количество СВ. Показано, что периодичность мойки с включением обработки оборудования острым паром должна быть 1 раз в 5 сут, что позволяет уменьшить количество образующихся СВ на 33% и обеспечить снижение затрат на указанные технологические операции.

Заключение

На основании полученных результатов установлено, что проведение комплексной мойки оборудования с включением дополни-

тельной обработки острым паром позволяет увеличить производственный цикл между мойками оборудования, вследствие чего обеспечивается снижение содержания жира в 3–4 раза в промывных (сточных) водах, уменьшение общего количества СВ в среднем на 33%, а также микробиологическая безопасность готового продукта и увеличение его срока хранения.

Литература

1. Новиков С.Г., Глотова С.Г., Куценко В.Н., Левченко О.В. Экологическая безопасность пищевых продуктов // Актуальные проблемы социально-гуманитарного и научно-технического знания. 2017. № 4. С. 5–8.
2. Донченко Л.В, Коцаев А.Г., Старшинов Р.В. Экологические проблемы при производстве продуктов питания // Наилучшие доступные технологии. Применение в различных отраслях. М.: Изд-во «Перо», 2017. С. 134–141.
3. Depree J.A., Savage G.P. Physical and flavor stability of mayonnaise // Trends in Food Science & Technology. 2001. V. 12. No. 5–6. P. 157–163.
4. Гусева К. Микробиологический контроль качества майонеза в процессе хранения // Масла и жиры. 2005. № 1 (47). С. 4–5.
5. Ливинская С.А., Лунова Е.С. Совершенствование схемы контроля показателей безопасности при производстве майонеза // Масла и жиры. 2006. № 1 (59). С. 12–13.
6. Нечаев А.П., Кочеткова А.А., Нестерова И.Н. Майонезы. СПб.: ГИОРД, 2000. 80 с.
7. Белозеров Д.Н. Мойка и дезинфекция: от проблемы к решению // Пищевая промышленность. 2002. № 10. С. 10–11.
8. НТП 53-91 Нормы технологического проектирования производства майонеза. М.: Гипропищепром, 1991. 74 с.
9. Haas M.J., Bloomer S., Scott K. Simple, high-efficiency synthesis of fatty acid methyl esters from soapstock // Journal of the American Oil Chemists' Society. 2000. V. 77. No. 4. P. 373–379.
10. ГОСТ 31762-2012. Майонезы и соусы майонезные. Правила приёмки и методы испытаний. М.: Стандартинформ, 2014. 7 с.
11. Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. Пищевая химия. СПб.: ГИОРД, 2003. 640 с.
12. Тарасова Л.И., Носовицкая Ф.П., Тагиева Т.Г., Завадская И.М., Жицкова С.А. К вопросам о качестве майонезной продукции // Пищевая промышленность. 2017. № 10. С. 50–53.

References

1. Novikov S.G., Glotova S.G., Kutsenko V.N., Levchenko O.V. Environmental food safety // Aktualnye problemy sotsialno-gumanitarnogo i nauchno-

tekhnicheskogo znaniya. 2017. No. 4. P. 5–8 (in Russian).

2. Donchenko L.V., Koshchaev A.G., Starshinov R.V. Environmental problems in food production // *Nailuchshie dostupnye tekhnologii. Primenenie v razlichnykh otraslyakh*. Moskva: Izd-vo “Pero” 2017. P. 134–141 (in Russian).

3. Depree J.A., Savage G.P. Physical and flavor stability of mayonnaise // *Trends in Food Science & Technology*. 2001. V. 12. No. 5–6. P. 157–163.

4. Guseva K. Microbiological quality control of mayonnaise during storage // *Masla i zhiry*. 2005. No. 1 (47). P. 4–5 (in Russian).

5. Livinskaya S.A., Luneva E.S. Improving the scheme of control of safety indicators in the production of mayonnai-se // *Masla i zhiry*. 2006. No. 1 (59). P. 12–13 (in Russian).

6. Nechaev A.P., Kochetkova A.A., Nesterova I.N. Mayonnaises. Sankt-Peterburg: GIORD, 2000. 80 p. (in Russian).

7. Belozеров D.N. Washing and disinfection: from problem to solution // *Pishchevaya promyshlennost*. 2002. No. 10. P. 10–11 (in Russian).

8. NTP 53-91 Norms of technological design for the production of mayonnaise. Moskva: Gipropishcheprom, 1991. 74 p. (in Russian).

9. Haas M.J., Bloomer S., Scott K. Simple, high-efficiency synthesis of fatty acid methyl esters from soapstock // *Journal of the American Oil Chemists’ Society*. 2000. V. 77. No. 4. P. 373–379.

10. GOST 31762-2012. Mayonnaise and sauces mayonnaise. Acceptance rules and test methods. Moskva: Standartinform, 2014. 7 p. (in Russian).

11. Nechaev A.P., Traubenberg S.E., Kochetkova A.A. Food chemistry. Sankt-Peterburg: GIORD, 2003. 640 p. (in Russian).

12. Tarasova L.I., Nosovitskaya F.P., Tagieva T.G., Zavadskaya I.M., Zhitskova S.A. To questions about the quality of mayonnaise products // *Pishchevaya promyshlennost*. 2017. No. 10. P. 50–53 (in Russian).