

УДК 664.85

Поступила в редакцию 10.11.2025
Received 10.11.2025**Т. Ю. Окунева, Л. М. Павловская, Н. В. Комарова***РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь***МЕРЫ ПО ОПТИМИЗАЦИИ РОСТА И ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ
ОБРАЗОВАНИЯ ОКСИМЕТИЛФУРФУРОЛА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ
ВЫСОКОСАХАРИТЫХ КОНСЕРВИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ**

Аннотация: В большинстве стран мира оксиметилфурфурол относят в группу потенциально опасных канцерогенных веществ, оказывающих негативное воздействие на здоровье человека. В этой связи возникает необходимость контроля данного показателя в пищевой продукции. В текущий момент в Республике Беларусь отсутствуют контролируемые нормы содержания оксиметилфурфурола в консервированной продукции (за исключением соковой для детского питания и специализированной), в том числе и высокосахаристой. В данной статье рассмотрено и проанализировано возможное влияние технических и технологических факторов производства, а также физико-химических свойств сырья на уровень накопления оксиметилфурфурола в таких высокосахаристых консервах как повидло, джемы, конфитюры и десерты.

Ключевые слова: оксиметилфурфурол, высокосахаристые консервированные продукты, промежуточные продукты.

T. J. Okuneva, L. M. Paulouskaya, N. V. Komarova*Scientific-practical center for foodstuffs of the National academy of sciences of Belarus,
RUE, Minsk, Belarus***MEASURES TO OPTIMIZE GROWTH LEVEL AND PREVENT THE
FORMATION OF OXYMETHYL FURFURAL IN THE PRODUCTION OF HIGH
SUGAR CANNED PRODUCTS**

Abstract: In most countries of the world, hydroxymethylfurfural is classified as a potentially dangerous carcinogenic substance that has a negative impact on human health. In this regard, there is a need to control this indicator in food. Currently in the Republic of Belarus there are no controlled standards for the content of hydroxymethylfurfural in canned products (with the exception of juice for baby food and specialized products), including high-sugar products. This article examines and analyzes the possible influence of technical and technological factors of production, as well as the physicochemical properties of raw materials on the level of accumulation of hydroxymethylfurfural in such high-sugar canned food as marmalade, jams, confitures and desserts.

Keywords: hydroxymethylfurfural, high-sugar canned products, intermediate products.

Введение. Самая устойчивая в природе связь – это связь между жизнью биологических объектов, в первую очередь человека, и питанием. Это сложный процесс взаимодействия живого организма и поступающими в него с едой пищевыми компонентами, необходимыми для выполнения его основных функций. Превращение исходного сырья в пищевой продукт происходит в результате технологической обработки, в ходе которой компоненты пищевой системы претерпевают ряд преобразований. В результате этих изменений появляются химические соединения, которые могут представлять опасность для человека.

Критериями потребительских предпочтений высокосахаристых консервов (повидла, джемов, конфитюров, десертов) является их приближенность к исходному сырью по органолептическим свойствам, а также – высокий уровень сладости и калорийности за счет сахара, как природного, так и внесенного.

Процесс уваривания фруктового сырья для изготовления высокосахаристых консервов всегда связан с накоплением продуктов высокотемпературного распада сахаров. Температурные режимы запускают различные виды химических реакций, которые являются причиной снижения ценных в биологическом отношении компонентов, а также способствуют накоплению веществ не свойственных исходному сырью и отрицательно влияющих на органолептические и физико-химические характеристики готовой продукции.

К группе потенциально опасных канцерогенных веществ относят оксиметилфурфурол (далее – ОМФ) [1], который образуется при высокотемпературной переработке фруктов, при производстве и длительном хранении соковой продукции, а также высокосахаристых консервов.

Тепловая обработка, предусмотренная технологическим процессом изготовления высокосахаристых консервов, последующая их стерилизация (пастеризация) неизбежно вызывает ухудшение качества готовой продукции. Для исключения попадания к потребителю низкокачественных, подвергшихся чрезмерному тепловому воздействию высокосахаристых консервов, необходимо нормирование допустимых отклонений качества готового продукта. Нормативы этих отклонений должны быть ориентированы на наиболее перспективные технологии переработки и, тем самым, способствовать их внедрению в производственную практику организациями-производителями пищевой продукции.

Благодаря внедрению современных аналитических методов контроля, позволивших существенно продвинуться в идентификации и исследовании промежуточных продуктов на разных стадиях процесса производства консервов, появилась возможность определения и контроля уровня ОМФ.

Целью работы являлось установление наиболее значимых производственных факторов, способствующих накоплению ОМФ при производстве высокосахаристой консервированной продукции (повидла, джемов, конфитюров и десертов), разработка рекомендаций корректирующих действий по снижению токсической нагрузки в части накопления ОМФ за счет оптимизации производственных процессов и режимных параметров.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являлись образцы высокосахаристой консервированной продукции промышленного производства, сырьевые компоненты, а также промежуточные продукты на различных технологических операциях. Физико-химические показатели качества готовой продукции, промежуточных продуктов и сырья определяли в соответствии с методами контроля, регламентированными ГОСТ 26188, ГОСТ ISO 2173, ГОСТ ISO 750, ГОСТ 31644, [6], а также физико-химические методы оценки и анализа продукции, регламентированные техническими нормативными правовыми актами в области технического нормирования и стандартизации (далее – ТНПА).

Результаты исследований и их обсуждение. Такую пищевую среду, как высокосахаристые консервы, ввиду сложного состава, большой нестабильности промежуточных продуктов химических реакций и их зависимости от внешних факторов технологического воздействия, можно рассматривать только в динамике процессов изготовления. Из практики известно, что распад сахарозы под действием температуры в кислой среде может идти одновременно по нескольким направлениям с образованием различных промежуточных нестабильных продуктов. Процесс образования ОМФ в продуктах имеет многофакторную природу [7]. Факторы, влияющие на скорость образования ОМФ, включают температуру и время ее воздействия на продукт, pH, тип сахаров, кислотность среды. Следовательно, прогнозировать, контролировать и оптимизировать уровень образования ОМФ является достаточно сложной задачей, не имеющей однозначного решения. Можно только приблизиться к желаемому определенному уровню накопления (образования) ОМФ.

Оценка национальных документов показала, что в республике содержание ОМФ регламентировано только для специализированной соковой продукции, меда и БАДов. Так, согласно техническому регламенту Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» допустимое содержание ОМФ в специализированных соках не должно превышать значение 20 мг/л, для меда и БАДов установлено значение – 25 мг/кг.

Технический регламент Таможенного союза 023/2011 «Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей» также устанавливает следующее допустимое содержание ОМФ в соковой продукции для детского питания: для соков из citrusовых фруктов допустимое содержание 10 мг/л, в соковой продукции из остальных фруктов и (или) овощей 20 мг/л. В плодоовощной консервированной продукции, в том числе высокосахаристых консервах, количество ОМФ не нормируется.

В странах Европейского союза требования, предъявляемые к уровням ОМФ регламентируются Сводом правил для оценки качества фруктовых и овощных соков, принятых Ассо-

циацией производителей соков и нектаров из фруктов и овощей Европейского союза (AIFN Code of practice, 1996), где установлена предельно допустимая концентрация ОМФ на соковую продукцию вне зависимости от способа ее получения и назначения: соки из цитрусовых – не более 10 мг/л, остальные – не более 20 мг/л.

Как видим, нормирование количества ОМФ в плодоовощной консервированной продукции, кроме соковой, как в отечественном, так и европейском законодательстве, не предусмотрено.

Вместе с тем, в виду того, что механизм образования ОМФ связан с процессом разложения сахаров под воздействием температуры в присутствии органических кислот, можно предположить, что высокосахаристые консервированные продукты могут накапливать значительное количество ОМФ. Отказаться от термической обработки высокосахаристой консервированной продукции невозможно не только из-за технологической необходимости, но и для обеспечения микробиологической безопасности.

В настоящее время перерабатывающими организациями республики освоен и выпускается широкий ассортимент высокосахаристых консервов, в том числе повидло, джемы, конфитюры, десерты. Наибольший объем выпуска высокосахаристых консервов составляет повидло (около 60%).

Возможность комплектации производственных линий перерабатывающих предприятий оборудованием различных производителей ведет к техническому разнообразию используемых машин и агрегатов, что способствует созданию индивидуальных технологических особенностей ведения производственного процесса.

Основной объем производимых в республике высокосахаристых консервов осуществляется на поточно-механизированных с элементами автоматизации специализированных линиях, укомплектованных варочным оборудованием, работающим при низких температурах под вакуумом.

Основным оборудованием, определяющим качество производимой продукции является варочное оборудование, включающее один либо 2-3 варочных аппарата (батарею). На предприятиях республики используется варочное оборудование горизонтального и вертикального исполнения с паровой рубашкой и с движущейся поверхностью нагрева периодического действия. В подавляющем большинстве случаев - это аппараты, работающие под вакуумом для уменьшения температурной нагрузки на продукт в процессе уваривания. Незначительные объемы высокосахаристых консервов (варенья), ввиду небольших объемов сырья, производятся в аппаратах открытого типа – котлах с паровой рубашкой.

Температурные параметры варки продукции варьируют в пределах 60-100°C, в зависимости от уровня вакуума в аппарате или его отсутствия. Время варки зависит от содержания растворимых сухих веществ в сырье, рецептурной закладки компонентов и целевого показателя сухих веществ готового продукта. Среднее время варки повидла 1,5-2 часа, джема, конфитюра, десерта – 30-40 мин.

В целях определения наиболее значимых факторов, способствующих накоплению ОМФ, были проанализированы фактические уровни ОМФ в разрезе технологических операций при выпуске следующих консервов:

- ♦ повидла яблочного нестерилизованного (из пюре полуфабриката, консервированного асептическим способом и свежего сырья);
- ♦ джемов фруктовых пастеризованных в ассортименте (из свежих фруктов и полуфабрикатов фруктов подготовленных замороженных);
- ♦ конфитюров фруктовых пастеризованных (из свежего сырья и полуфабрикатов фруктов подготовленных замороженных);
- ♦ десертов фруктовых пастеризованных (из свежего сырья и полуфабрикатов фруктов подготовленных замороженных, пюре полуфабрикатов фруктовых).

В качестве контроля было использовано пюре фруктовое стерилизованное (из пюре полуфабрикатов фруктовых, консервированных асептическим способом).

При производстве нестерилизованного повидла исследовался уровень накопленного ОМФ в плодово-сахарной смеси, отобранной на операции смешивания; в промежуточном продукте в конце операции варки; в продукте после охлаждения.

На основе фактических данных построены графики (рисунок 1-2) зависимости накопления ОМФ на определяющих технологических операциях, который интерпретирует влияние технологических особенностей производства с учетом технической возможности используемого оборудования.

Графики, изображенные на рисунках 1-2, наглядно демонстрируют преимущество используемой технологии варки повидла яблочного нестерилизованного на специализированной

линии с применением вакуум-аппаратов горизонтального типа с движущейся поверхностью нагрева (1). Уровень накопления ОМФ на операции варки составил 7,4 мг/кг в то время, когда при варке без применения вакуума в аппаратах открытого типа (4) накопление ОМФ составляет 90,5 мг/кг.

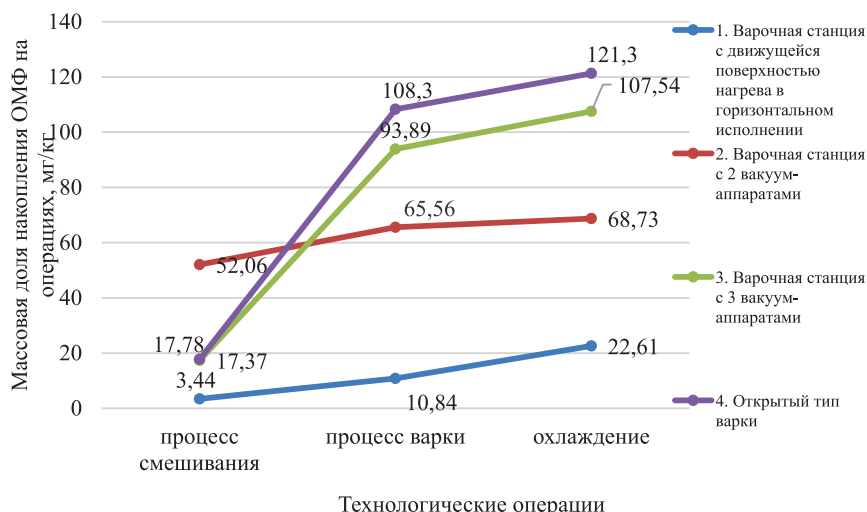


Рис. 1. Массовая доля накопления ОМФ в продукте в разрезе технологических операций при производстве повидла яблочного нестерилизованного из пюре полуфабриката с применением различных технологий изготовления

Fig. 1. Mass fraction of OMF in the product in terms of technological operations during the production of unsterilized apple jam from semi-finished puree using various manufacturing technologies

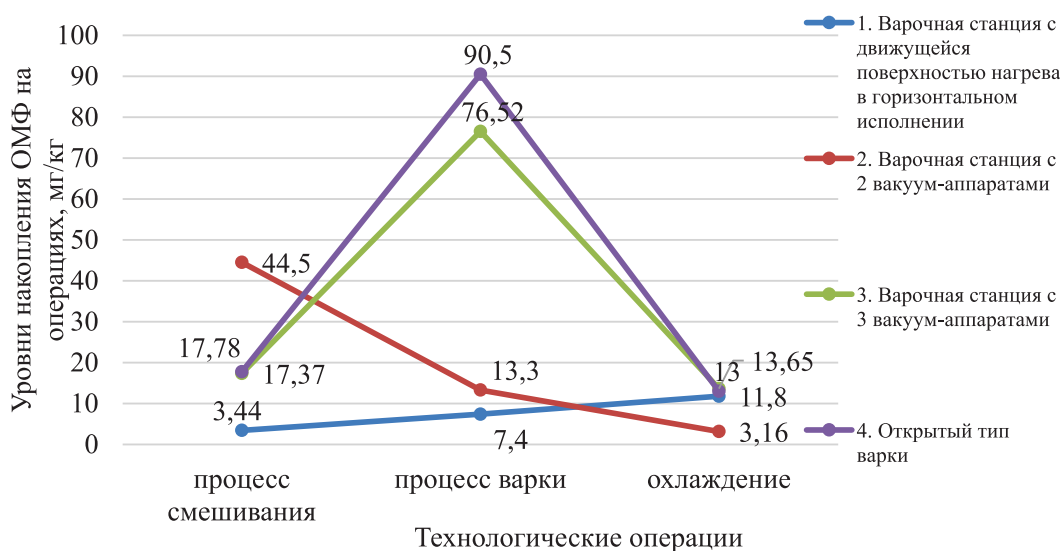


Рис. 2. Уровни накопления продуктом ОМФ на технологических операциях при производстве повидла яблочного нестерилизованного из пюре полуфабриката с применением различных технологий изготовления

Fig. 2. Levels of accumulation of OMF by the product during technological operations in the production of unsterilized apple jam from semi-finished mashed potatoes using various manufacturing technologies

Этому способствует использование в линии варочных вакуум-аппаратов горизонтального исполнения с движущейся поверхностью нагрева. Интенсивное перемешивание увариваемой массы рабочим обогреваемым шнеком в горизонтальном исполнении позволяет интенсифицировать процесс теплопередачи и обеспечить минимальную тепловую нагрузку на продукт.

Варочные станции с двумя (2) и тремя (3) аппаратами в батарее представляют технологические линии одного изготовителя оборудования и выполнены по одному принципу.

Отличием является используемый технологический прием предварительного уваривания фруктовой массы без сахара до содержания растворимых сухих веществ 20-22 % на двухкорпусной батарее, а затем загрузка в аппарат рецептурного количества сахара и дальнейшее уваривание продукта до необходимого содержания растворимых сухих веществ. На варочную станцию с трехкорпусной батареей сахар подается в начале процесса варки. Прием предварительного уваривания фруктовой массы позволил значительно снизить уровень накопленного на операции варки ОМФ 13,3 мг/кг против 76,52 мг/кг в трехкорпусной батарее.

Несмотря на то, что уровень накопления ОМФ на операции смешивания, который включает предварительный нагрев продукта и концентрирование фруктовой массы до 20-22 % РСВ прирост ОМФ самый большой при использовании приема предварительного уваривания 44,5 мг/кг (рис. 2), общий уровень накопления ОМФ продуктом значительно ниже 68,73 мг/кг в сравнении с технологией варки продукта при одновременной загрузке фруктовой массы и сахара 107,54 мг/кг (рис. 1).

Охлаждение продукта только в одном случае (2) осуществлялось в специальном помещении с принудительной вентиляцией, что отразилось на уровне накопления ОМФ продуктом на этой стадии процесса 3,16 мг/кг против 11,8-13,65 мг/кг.

Для установления тенденции накопления ОМФ при производстве повидла яблочного нестерилизованного в зависимости от вида используемого сырья был поставлен эксперимент с использованием в качестве основного сырья пюре полуфабриката, консервированного асептическим способом и яблок свежих. Результаты эксперимента представлены в графическом виде на рисунке 3. Графики наглядно демонстрируют, что независимо от технологии приготовления повидла и комплектации технологических линий, минимальное количество ОМФ образуется в продуктах с использованием свежих яблок (от 9 мг/кг до 37 мг/кг). При использовании в производстве повидла полуфабриката асептического консервирования уровень ОМФ возрастает в 7-10 раз.

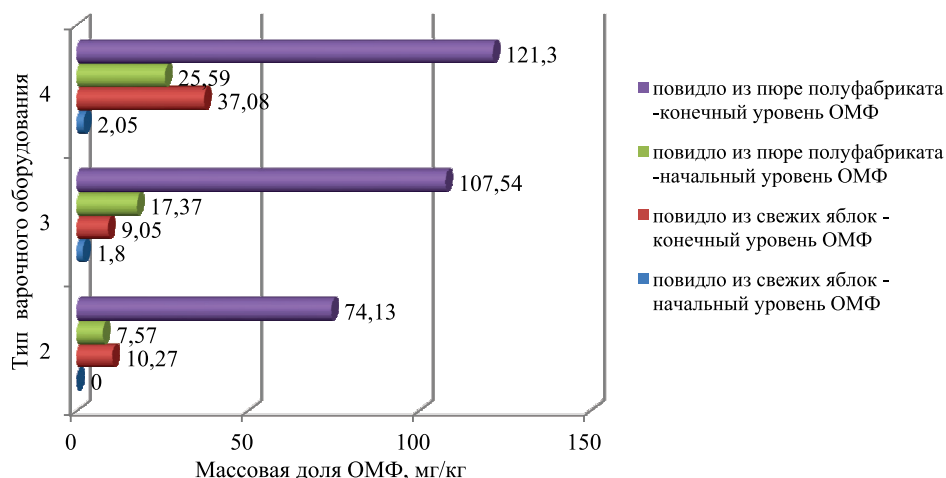


Рис. 3. Динамика роста уровня накопления массовой доли ОМФ на начальном и конечном этапах технологического процесса изготовления повидла яблочного с использованием свежего сырья и пюре полуфабриката, консервированного асептическим способом, в разрезе используемого варочного оборудования

Fig. 3. Dynamics of the growth of the mass fraction of OM at the beginning and end of the technological process of making apple jam using fresh raw materials and semi-finished mashed potatoes preserved by the aseptic method, in terms of the used cooking equipment

На всех технологических операциях по производству конфитюров, джемов и десертов фруктовых прирост уровня образовавшегося ОМФ оказался незначительным независимо от вида продукта (рис. 4-6).

Этому способствует использование в линии варочных аппаратов горизонтального исполнения с движущейся поверхностью нагрева. Интенсивное перемешивание увариваемой массы рабочим обогреваемым шнеком в горизонтальном исполнении позволяет интенсифицировать процесс теплопередачи и обеспечить минимальную тепловую нагрузку на продукт. Использование индивидуального вакуумного насоса на каждом аппарате позволяет обеспечить постоянный уровень вакуума в процессе варки и низкую температуру кипения продукта.

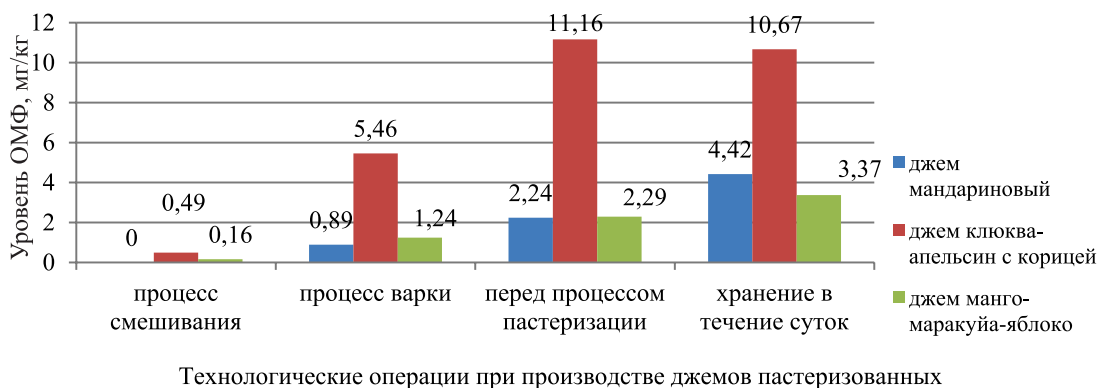


Рис. 4. Массовая доля образующегося ОМФ в продукте на технологических операциях при производстве джемов пастеризованных

Fig. 4. Mass fraction of the resulting OMF in the product during technological operations in the production of pasteurized jams

Эта тенденция сохраняется и при варке конфитюров и десертов, что подтверждается данными диаграмм (рисунки 5-6).

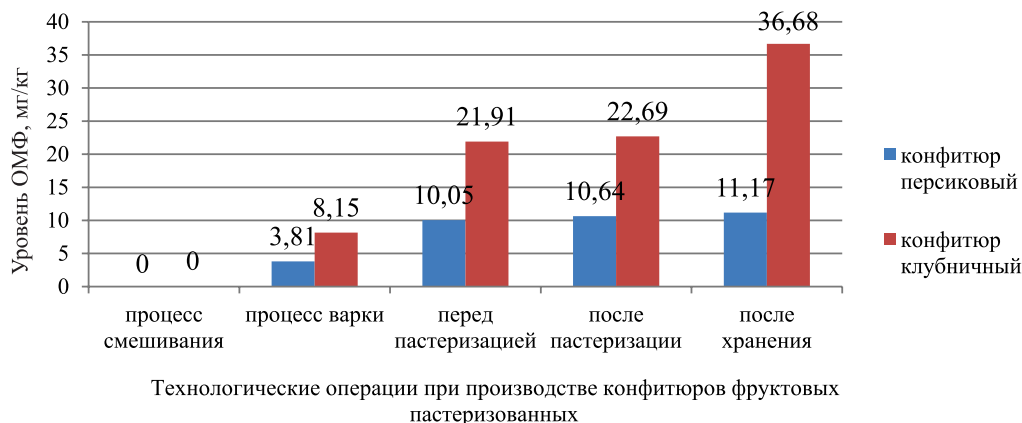


Рис. 5. Массовая доля ОМФ в продукте на технологических операциях при производстве конфитюров пастеризованных

Fig. 5. Mass fraction of OM in the product during technological operations in the production of pasteurized jams

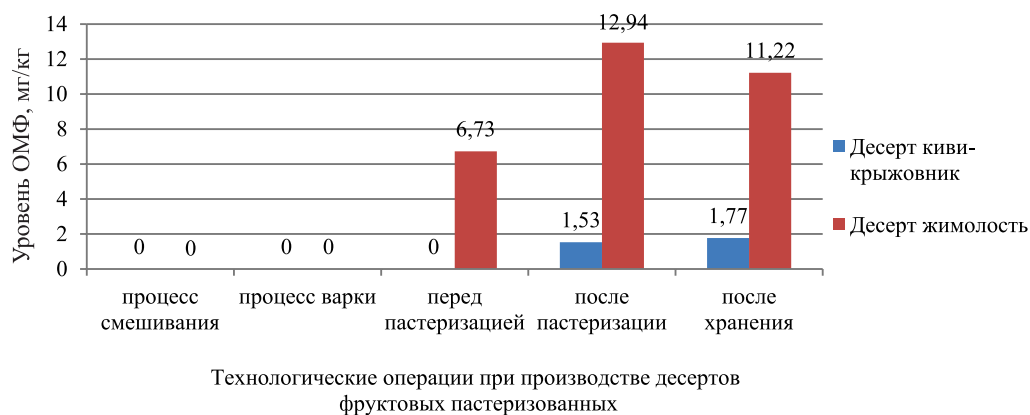


Рис. 6. Массовая доля ОМФ в продукте на технологических операциях при производстве конфитюров пастеризованных

Fig. 6. Mass fraction of OM in the product during technological operations in the production of pasteurized jams

Технологией производства десертов фруктовых предусмотрено использование загустителей, таких как пектин, ксантановая камедь и пищевое цитрусовое волокно. Эти вещества преобразуют продукт, выполняя функции желеобразователей и стабилизаторов коллоидных систем. Применение загустителей позволяет выпускать высокосахаристую продукцию по ускоренному методу, применяя щадящие режимы температурного воздействия. И за счет значительного сокращения процесса уваривания и снижения температурной нагрузки на продукт удалось предотвратить уровень роста ОМФ. Это четко видно на рисунке 6. Сокращение времени варки десерта позволило предотвратить запуск механизма образования ОМФ.

Наиболее критической точкой образования ОМФ для десертов стал процесс пастеризации продукта. Уровень ОМФ в десерте «Жимолость» после термического воздействия достиг значения 12,94 мг/кг, что 1,9 раза превысило предыдущий показатель. Рост ОМФ в десерте «Киви-крыжовник» составил 1,53 мг/кг.

При выпуске экспериментальной партии пюре яблочно-грушевого стерилизованного использовали: яблочное пюре-полуфабрикат асептического консервирования холодной экстракции и пюре грушевое (концентрированное). Продукция изготавливалась без внесения дополнительного сахара. Результаты накопления ОМФ отражены на рисунке 7.

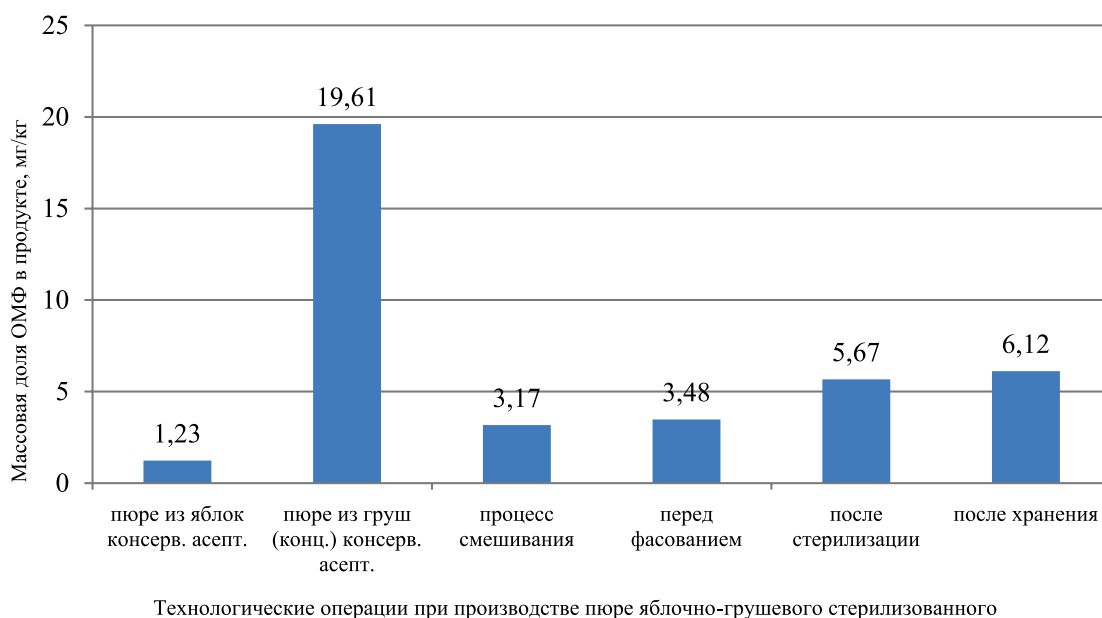


Рис. 7. Динамика накопления массовой доли ОМФ в продукте на технологических операциях при производстве пюре яблочно-грушевого
 Fig. 7. Dynamics of accumulation of mass fraction of OMF in the product on technological operations in the production of apple-pear puree

Результаты исследований показали:

- ♦ содержание ОМФ в пюре яблочном, произведенном методом «холодного» протирания, ниже в 6 – 14 раз в сравнении с полуфабрикатами, изготавливаемых «горячим» способом протирания, используемых на линиях асептического консервирования, установленных на предприятиях республики.

Массовая доля ОМФ в пюре-полуфабрикатах, полученных на линиях «холодной» экстракции, сравнима со значением ОМФ в свежем сырье;

- ♦ процессы нагрева и пастеризации продукции не оказали существенного влияния на накопление ОМФ, что подтверждает положение о большом значении для процесса накопления ОМФ не только высоких значений нативных сахаров в продукте, но и добавленного сахара.

Заключение.

- ♦ по результатам анализа применяемых в республике технологий изготовления сахаросодержащих консервов, проведенных исследований в условиях реально действующих промыш-

ленных предприятий, сравнения литературных данных и результатов исследований промышленных образцов продукции разработаны Рекомендации по способам снижения или ограничения роста уровня ОМФ при промышленном изготовлении высокосахаристых консервов;

- ♦ экспериментально доказано преимущество использования выпуска высокосахаристой консервированной продукции на специализированных поточно-механизированных линиях с элементами автоматизации, оснащенных аппаратами варки продукта под вакуумом. Это позволяет осуществлять уваривание фруктовой массы с сахаром при температурах значительно ниже 100°C, порядка 60-70°C в зависимости от уровня вакуума;

- ♦ установлено преимущество технологического приема предварительного уваривания фруктовой массы до РСВ 22-25% и затем добавление к уваренной массе рецептурного количества сахара. Этот прием можно рекомендовать для снижения уровня накопления ОМФ при варке повидла;

- ♦ определены основные принципы выбора сырья для выпуска высокосахаристых консервов. Уровень накопления ОМФ в значительной степени зависит от его начального уровня в сырьевых компонентах. В свежих и замороженных фруктах ОМФ отсутствует, в пюре-полуфабрикатах уровень ОМФ зависит от технологии его изготовления. По возможности стоит отдавать предпочтение использованию свежего или свежемороженого фруктового сырья, а пюре-полуфабрикатов – изготовленных путем «холодной экстракции».

Моделирование рецептурного состава за счет комбинирования сырьевых компонентов через подбор фруктов с высоким содержанием природных сахаров обеспечит естественную сладость готового продукта без внесения дополнительных сахаров, что является сдерживающим фактором в образовании ОМФ при технологических операциях;

- ♦ применение загустителей (пектины, камеди, растворимые пищевые волокна) позволяет выпускать консервированную продукцию по ускоренному методу, применяя щадящие режимы температурного воздействия на этапе варки (уваривания). Значительное сокращение времени уваривания и снижения температурной нагрузки на продукт способствует снижению скорости роста концентрации ОМФ.

- ♦ установлено, что при стерилизации высокосахаристых консервов обязательным условием является соблюдение температуры расфасовки продукта вследствие низкого коэффициента теплопередачи, а также обеспечение быстрого и эффективного охлаждения. Эти приемы позволяют оптимизировать процессы накопления ОМФ на этапе стерилизации;

- ♦ доказано, что охлаждения является критической точкой, влияющей на уровень накопления ОМФ в высокосахаристых не стерилизуемых продуктах, в частности, повидла для промышленного использования. Использование приема охлаждения продукта в специализированных темных прохладных складских помещениях с оптимальным температурным диапазоном 5-15 °С с принудительной вентиляцией, позволяет уменьшить уровень накопления ОМФ в 3-4 раза по сравнению с охлаждением в условиях производственного цеха.

Список использованных источников

1. Нечаев А. П., Траубенберг С. Е., Кочеткова А. А. Пищевая химия. С-Пб.: Гиорд, 2001. – 592 с.
2. ГОСТ 26188-2016 Продукты переработки фруктов и овощей, консервы мясные и мясорастительные. Метод определения pH: – Минск: БелГИСС, 2016. – 14 с.
3. ГОСТ ISO 2173-2013 Продукты переработки фруктов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ: – Минск: БелГИСС, 2016. – 12 с.
4. ГОСТ ISO 750-2013 Продукты переработки фруктов и овощей. Определение титруемой кислотности: – Минск: БелГИСС, 2016. – 8 с.
5. ГОСТ 31644-2012 Продукция соковая. Определение 5-гидроксиметилфурфузола методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: – Минск: БелГИСС, 2020. – 20 с.
6. МВИ МН 4475-2012 Определение содержания сахаров (глюкоза, фруктоза, сахароза, лактоза, мальтоза и мальтодекстрин) в специализированных продуктах питания, биологически активных и пищевых добавках: – Минск: БелГИСС. – 22 с.
7. Ленинжер А. Биохимия. М.: Мир. – 1976. – 957 с.
8. ТР ТС 021/2011 О безопасности пищевой продукции. – Минск: БелГИСС, 2013. – 172 с.

9. ТР ТС 023/2011 Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей. – Минск: БелГИСС, 2013. – 32 с.
10. A.I.J.N. (Association of the Industry of Juices and Nectars from FRUITS AND Vegetables of the European Economic Community). Code of practice for evaluation of fruit and vegetable juices. 1996/ Publ. by AIJN, Brussels

Информация об авторах

Окунева Татьяна Юрьевна, главный специалист отдела технологий консервирования пищевых продуктов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: 203sok@tut.by

Павловская Людмила Михайловна, начальник отдела технологий консервирования пищевых продуктов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: conserve-npc@tut.by

Комарова Наталья Викторовна, кандидат технических наук, доцент, заместитель генерального директора по научной работе и стандартизации РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь)

E-mail: aleko-2006@tut.by

The information about authors

Okuneva Tatyana Yuryevna, the chief specialist of department of technologies of conservation of foodstuff Scientific-practical center for foodstuffs of the National academy of sciences of Belarus, RUE; (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: 203sok@tut.by

Paulouskaya Liudmila Mikhailovna, head of the department of food preservation technologies of the Republican Unitary Enterprise “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: conserve-npc@tut.by

Komarova Natalia Viktorovna, Ph.D (Technical), Deputy Director General for Research and Standardization, RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food», (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: aleko-2006@tut.by