*Статья поступила в редакцию: 15.06.2026*
*Статья принята к публикации: 21.06.2026*
*Статья опубликована: 28.10.2026*

***УДК 664.764.3***

# Разработка технологии пищевых продуктов пенной структуры с использованием яблочного и морковного пюре

***Каланова Дилафруз Тошпулотовна***
*соискатель*
*степени PhD, Бухарский государственный технический университет*
*Республика Узбекистан, г. Бухара*
*E-mail: qaxa8004@mail.ru*

# Development of technology for foam-structured food products using apple and carrot puree

***Kalanova Dilafruz Toshpulatovna***
*PhD*
*Applicant, Bukhara State Technical University*
*Republic of Uzbekistan, Bukhara*

## Аннотация

В статье представлены результаты разработки технологии десертных пищевых продуктов пенной структуры с использованием местного яблочного и морковного пюре. Исследованы химико-технологические свойства пюре, их водосвязывающая и структурообразующая способность, а также взаимодействие с белковыми пенообразователями – сухим обезжиренным молочным остатком и яичным белком. Установлено, что гидротермическая обработка сырья паром с последующим охлаждением до 20 +/- 2 °C и протиранием обеспечивает получение пюре с высокой дисперсностью и повышенным содержанием растворимого пектина. Показано, что добавление плодово-овощного пюре снижает степень взбивания системы, однако повышает устойчивость пены за счет формирования белково-пектиновых комплексов и увеличения эффективной вязкости дисперсионной среды. Разработаны рецептуры мусса, самбука, крема и нишолды с яблочным и морковным пюре. Готовые изделия получили высокую органолептическую оценку и соответствовали микробиологическим требованиям при хранении в охлажденных условиях. Полученные результаты подтверждают технологическую целесообразность использования местного растительного сырья как натурального стабилизатора пенных десертных систем.

**Библиографическое описание:** Каланова Д.Т. Разработка технологии пищевых продуктов пенной структуры с использованием яблочного и морковного пюре // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2026. 10(151). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/23554

## Abstract

The article presents the results of developing foam-structured dessert food products using local apple and carrot purees. The chemical and technological properties of the purees, their water-binding and structure-forming ability, and their interaction with protein foaming agents, namely skimmed milk powder residue and egg white, were studied. It was found that steam hydrothermal treatment followed by cooling to 20 +/- 2 °C and pulping provides purees with high dispersion and increased soluble pectin content. The addition of fruit and vegetable puree reduces the whipping degree of the system but increases foam stability due to protein-pectin complex formation and increased effective viscosity of the dispersion medium. Formulations of mousse, sambuk, cream and nisholda with apple and carrot puree were developed. The finished products received high organoleptic scores and met microbiological requirements under refrigerated storage. The results confirm the technological feasibility of using local plant raw materials as natural stabilizers for foam dessert systems.



**Ключевые слова:** пенные продукты, яблочное пюре, морковное пюре, пектин, белково-пектиновый комплекс, устойчивость пены, десертные изделия.

**Keywords:** foam products, apple puree, carrot puree, pectin, protein-pectin complex, foam stability, dessert products.


## Введение

Одним из актуальных направлений современной пищевой технологии является создание продуктов с регулируемой структурой и стабильными потребительскими свойствами. Качество пенных пищевых систем определяется способностью дисперсной среды удерживать воздух, формировать мелкопористую структуру и сохранять ее в технологическом цикле. Устойчивость таких систем зависит от межфазных адсорбционных слоев, белков, полисахаридов, твердых частиц и режимов механического воздействия [1; 2].

В десертных изделиях пенной структуры применяются белковые пенообразователи, желирующие вещества и стабилизаторы. Перспективной альтернативой синтетическим добавкам является местное яблочное и морковное пюре, содержащее пектиновые вещества, клеточные стенки, органические кислоты и минеральные компоненты. Пектины и другие гидроколлоиды изменяют вязкость среды, участвуют в формировании белково-полисахаридных комплексов и повышают стабильность пен [3; 4].

Анализ научной литературы показывает, что растительные добавки широко изучаются как источники функциональных компонентов и технофункциональных веществ, однако влияние местных сортов яблока и моркови на формирование пенной структуры десертных продуктов остается недостаточно раскрытым. Особенно важными являются вопросы подготовки пюре, степени диспергирования клеточных структур, сорбционных свойств, взаимодействия пюре с молочными и яичными белками, а также качества готовых изделий. Целью работы является научное обоснование и разработка технологии десертных продуктов пенной структуры с использованием яблочного и морковного пюре как натуральных стабилизирующих добавок.

## Материалы и методы

Объектами исследования служили яблоки сорта «Самарканд», морковь сорта «Мирзаки сурх», яблочное и морковное пюре, пектиновые препараты, сухой обезжиренный молочный остаток, яичный белок и десертные изделия пенной структуры: мусс, самбук, крем и нишолда. Вспомогательное сырье включало сахар, лимонную кислоту, ванилин, желатин и другие рецептурные компоненты.

Подготовка сырья включала сортировку, мойку, очистку, обработку паром, охлаждение и протирание. Оптимальная продолжительность паровой обработки составляла 15 мин для яблок и 50 мин для моркови. После охлаждения до 20 +/- 2 °С сырье протирали, содержание сухих веществ в пюре доводили до 14 %, а образцы хранили при 4 +/- 0,5 °С.

Химический состав пюре определяли стандартными методами пищевого анализа. Оценивали сухие вещества, сахара, азотистые вещества, золу, клеточные стенки, пектин, протопектин, гемицеллюлозу и целлюлозу. Пектиновые вещества определяли колориметрическим методом с карбазолом; сорбционные свойства – по изотермам сорбции с расчетом параметров БЭТ.

Пенообразующую способность оценивали по степени взбивания, устойчивости пены и среднему диаметру воздушных пузырьков. Использовали 20 %-ные системы на основе сухого обезжиренного молочного остатка и яичного белка. Смеси охлаждали до 4 +/- 0,5 °С, поддерживали pH 4,5 – 4,7 для молочной системы и pH 8,0 – 8,6 для яичного белка, затем взбивали 3 мин при 200 об/мин и 6 мин при 500 об/мин; нишолду взбивали 30 мин.

Качество готовых изделий оценивали по органолептическим и микробиологическим показателям. Органолептическую оценку проводили по пятибалльной шкале по вкусу и запаху, структуре и консистенции, цвету и внешнему виду. Микробиологические показатели контролировали после хранения при 6 +/- 0,5 °С.

## Результаты и обсуждение

На первом этапе была установлена целесообразность использования паровой гидротермической обработки. По сравнению с варкой в воде обработка паром позволяла снизить потери сухих веществ: у яблок после 15 мин обработки потери составляли 0,96 +/- 0,13 %, тогда как при варке – 2,25 +/- 0,34 %; у моркови после 50 мин обработки паром – 0,86 +/- 0,12 %, при варке – 2,82 +/- 0,28 %. Следовательно, паровая обработка является более рациональной для подготовки пюре, поскольку обеспечивает сохранение растворимых веществ и структурообразующих компонентов клеточных стенок.

Важным технологическим фактором оказалась температура протирания. При охлаждении сырья до 20 +/- 2 °С перед механическим измельчением средний размер частиц клеточных стенок уменьшался до 102 мкм в яблочном пюре и до 121 мкм в морковном пюре, что было лучше, чем при протирании горячего сырья. Увеличение дисперсности способствовало повышению водосвязывающей способности и формированию более однородной дисперсионной среды. Содержание пектина в пюре после выбранных режимов составляло 5,19 +/- 0,16 % сухих веществ для яблочного пюре и 6,23 +/- 0,16 % для морковного пюре.

***Таблица 1. Технологические свойства яблочного и морковного пюре***

| Показатель | Яблочное пюре | Морковное пюре |
|---|---|---|
| Оптимальная паровая обработка, мин | 15 | 50 |
| Средний размер частиц клеточных стенок, мкм | 102 | 121 |
| Пектин, % к сухим веществам | 5,19 +/- 0,16 | 6,23 +/- 0,16 |
| Протопектин, % к сухим веществам | 4,44 +/- 0,13 | 6,64 +/- 0,11 |
| Выделившаяся вода при прессовании, % | 50,4 +/- 0,5 | 46,1 +/- 0,4 |
| Степень метоксилирования пектина, % | 76,08 +/- 0,18 | 52,94 +/- 0,17 |
| Молекулярная масса пектина, у.е. | 67400 +/- 350 | 34600 +/- 300 |
| Сорбированная вода А0, г/г | 0,075 | 0,072 |
| Удельная поверхность монослоя, м2/г | 254 | 241 |
| Объем пор адсорбента, см3/г | 0,096 | 0,091 |

Изотермы сорбции имели S-образный характер. По параметрам монослойной адсорбции яблочное и морковное пюре были близки к яблочному пектину: среднее количество сорбированной воды составляло около 0,073 г/г, относительная влажность формирования монослоя – 29,5 %, удельная поверхность – 247,5 м2/г, объем пор – 0,093 см3/г. Это подтверждает участие пектин-клеточных компонентов в связывании влаги и стабилизации структуры.

Исследование белковых пенообразователей показало, что охлаждение смесей до 4 +/- 0,5 °С и регулирование кислотности существенно повышают технологические показатели. Для систем на основе сухого обезжиренного молочного остатка оптимальной была кислотность pH 4,5 – 4,7, для систем на основе яичного белка - pH 8,0 – 8,6. При этих условиях средняя степень взбивания увеличивалась до 85 – 90 %, а устойчивость пены возрастала на 35 – 40 %. Этот эффект можно объяснить повышением вязкости дисперсионной среды, снижением скорости дренажа жидкости в каналах Плато и формированием более прочных межфазных адсорбционных слоев.

Добавление яблочного и морковного пюре в белковые системы изменяло баланс между пенообразованием и стабилизацией. При увеличении содержания пюре от 2 до 10 % степень взбивания постепенно снижалась, так как твердые дисперсные частицы и полисахаридные компоненты повышали сопротивление механическому насыщению воздухом. Одновременно устойчивость пены увеличивалась, что связано с формированием белково-пектиновых комплексов после образования пены и с гидравлическим препятствием движению жидкой фазы между воздушными пузырьками.

***Таблица 2. Пенообразующая способность белково-пюреевых композиций при содержании пюре 6 %***

| Композиция | Степень взбивания, % | Устойчивость пены, % |
|---|---|---|
| Сухой обезжиренный молочный остаток + яблочное пюре | 257 +/- 12,4 | 64 +/- 1,7 |
| Сухой обезжиренный молочный остаток + морковное пюре | 242 +/- 12,4 | 67 +/- 1,5 |
| Яичный белок + яблочное пюре | 268 +/- 12,3 | 70 +/- 1,5 |
| Яичный белок + морковное пюре | 253 +/- 11,4 | 74 +/- 1,4 |

На основании полученных данных были разработаны рецептуры четырех групп изделий: мусса, самбука, крема и нишолды. В рецептуре мусса часть сухих веществ манной крупы заменяли сухим обезжиренным молочным остатком, что позволило улучшить пенообразование. Оптимальным было введение 1,2 % сухого обезжиренного молочного остатка: степень взбивания манной основы увеличивалась с 112 +/- 4,2 до 134 +/- 3,7 %, а средний диаметр воздушных пузырьков снижался со 175 +/- 1,3 до 157 +/- 1,2 мкм. В дальнейшем в мусс вводили 4,0 % яблочного или морковного пюре к сухим веществам.

Для самбука оптимальное количество яблочного или морковного пюре составляло 9,0 % к сухим веществам, для крема – 2,0 %, для нишолды – 1,5 %. Введение пюре в нишолду сопровождалось снижением массовой доли сухих веществ с 79,5 до 74,5 %, а также корректировкой содержания инвертного сиропа и лимонной кислоты. Несмотря на некоторое снижение степени взбивания по сравнению с контрольной нишолдой, опытные образцы сохраняли достаточную мелкопористость и стабильность структуры.

***Таблица 3. Показатели качества разработанных десертных изделий с яблочным и морковным пюре***

| Изделие | Пюре, % к сухим веществам | Степень взбивания, % ябл./морк. | Диаметр пузырьков, мкм ябл./морк. | Органолептическая оценка, балл | МАФАнМ, КОЕ/г ябл./морк. |
|---|---|---|---|---|---|
| Мусс | 4,0 | 138 +/- 6,4 / 136 +/- 7,2 | 146 +/- 1,2 / 144 +/- 1,4 | 15 | 4,6x10^2 / 4,8x10^2 |
| Самбук | 9,0 | 161 +/- 5,8 / 159 +/- 5,6 | 142 +/- 1,3 / 140 +/- 1,2 | 15 | 5,4x10^2 / 5,7x10^2 |
| Крем | 2,0 | 170 +/- 5,7 / 169 +/- 6,5 | 132 +/- 1,3 / 130 +/- 1,4 | 15 | 6,4x10^2 / 6,5x10^2 |
| Нишолда | 1,5 | 237 +/- 7,2 / 229 +/- 6,4 | 108 +/- 1,4 / 104 +/- 1,5 | 15 | 7,6x10^2 / 7,3x10^2 |

Органолептическая оценка показала, что опытные образцы всех разработанных изделий получили максимальную суммарную оценку – 15 баллов. По сравнению с контрольными рецептурами улучшались вкус и запах, структура и консистенция, а также внешний вид. Это связано с тем, что пюре придавало изделиям естественный цветовой оттенок, мягкий плодово-овощной вкус и способствовало формированию более устойчивой консистенции.

Микробиологические исследования подтвердили безопасность введения пюре. После хранения при 6 +/- 0,5 °С количество МАФАнМ не превышало 1х10^3 КОЕ/г; бактерии группы кишечной палочки и Salmonella не обнаружены. Количество дрожжей не превышало 50 КОЕ/г, плесневых грибов – 100 КОЕ/г.

Практическая апробация подтвердила производственную применимость технологии. Использование яблочного пюре в нишолде повысило доход на 14443,7 сум на 100 кг продукции и рентабельность на 1,0 %, а морковного пюре – на 6209,4 сум и 1,5 % соответственно.

## Заключение

1. Научно обоснована возможность применения яблочного и морковного пюре как натуральных структурообразующих и стабилизирующих компонентов в технологии десертных продуктов пенной структуры.

2. Установлено, что обработка сырья паром, охлаждение до 20 +/- 2 °С и протирание позволяют получить пюре с высокой дисперсностью, развитой водосвязывающей способностью и параметрами сорбции, близкими к пектиновым системам.

3. Оптимальными условиями формирования белковых пенных систем являются охлаждение до 4 +/- 0,5 °С и регулирование кислотности: pH 4,5 – 4,7 для систем на основе сухого обезжиренного молочного остатка и pH 8,0 – 8,6 для яичного белка.

4. Показано, что увеличение количества яблочного и морковного пюре снижает степень взбивания, но повышает устойчивость пены благодаря образованию белково-пектиновых комплексов и увеличению эффективной вязкости дисперсионной среды.

5. Разработаны рецептуры мусса, самбука, крема и нишолды с яблочным и морковным пюре. Готовые изделия получили высокие органолептические оценки, соответствовали микробиологическим требованиям и могут быть рекомендованы для внедрения в предприятия общественного питания и пищевой промышленности.

## Список литературы

1. Murray B.S. Recent developments in food foams // Current Opinion in Colloid & Interface Science. – 2020. – Т. 50. – Art. 101394. – DOI: 10.1016/j.cocis.2020.101394.
2. Ozcelik M., Kulozik U. The role of maltodextrin concentration in maintaining storage stability of dried fruit foams texturized using plant protein-polysaccharide blends // Foods. – 2023. – Т. 12. – Art. 1673. – DOI: 10.3390/foods12081673.
3. Gao Y., Liu R., Liang H. Food hydrocolloids: structure, properties, and applications // Foods. – 2024. – Т. 13. – Art. 1077. – DOI: 10.3390/foods13071077.
4. Trabert A., Schmid V., Keller J. et al. Chemical composition and technofunctional properties of carrot (Daucus carota L.) pomace and potato (Solanum tuberosum L.) pulp as affected by thermomechanical treatment // European Food Research and Technology. – 2022. – Т. 248. – P. 2451–2470. – DOI: 10.1007/s00217-022-04060-5.
5. Dickinson E. Food emulsions and foams: stabilization by particles // Current Opinion in Colloid & Interface Science. – 2010. – Т. 15, № 1–2. – P. 40–49. – DOI: 10.1016/j.cocis.2009.11.001.

6. Green A.J., Littlejohn K.A., Hooley P. et al. Formation and stability of food foams and aerated emulsions: hydrophobins as novel functional ingredients // Current Opinion in Colloid & Interface Science. – 2013. – T. 18, № 4. – P. 292–301. – DOI: 10.1016/j.cocis.2013.04.008.
7. Marinova K.G., Basheva E.S., Nenova B. et al. Physico-chemical factors controlling the foamability and foam stability of milk proteins: sodium caseinate and whey protein concentrates // Food Hydrocolloids. – 2009. – T. 23, № 7. – P. 1864–1876. – DOI: 10.1016/j.foodhyd.2009.03.003.
8. Eisner M.D., Jeelani S.A.K., Bernhard L., Windhab E.J. Stability of foams containing proteins, fat particles and nonionic surfactants // Chemical Engineering Science. – 1987. – T. 62, № 7. – P. 1974–1987. – DOI: 10.1016/j.ces.2006.12.029.
9. Indrawati L., Wang Z., Narsimhan G., Gonzalez J. Effect of processing parameters on foam formation using a continuous system with a mechanical whipper // Journal of Food Engineering. – 2008. – T. 88, № 1. – P. 65–74. – DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2007.12.014.
10. Schramm L.L. Emulsions, Foams, and Suspensions: Fundamentals and Applications. – Weinheim: Wiley-VCH, 2005. – 448 P.