

*В статье приведены результаты исследований по разработке рецептур зефира на агаре с повышенной пищевой ценностью на основе эффективного использования овощных и фруктовых (ягодных) полуфабрикатов – морковного, черничного пюре и пюре из земляники садовой.*

*Ключевые слова:* зефир, потребительские предпочтения, пищевая ценность, морковное пюре, тыквенное пюре, черничное пюре, пюре из земляники садовой, структурообразование, черствение, рецептура.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ФРУКТОВЫХ И ОВОЩНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕФИРА С ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТЬЮ**

**РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси  
по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь**

*С. Е. Томашевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела технологий кондитерской и масложировой продукции*

**Учреждение образования «Белорусский государственный экономический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь**

*А. О. Школина, магистр товароведения*

Для многих людей кондитерские изделия – часть ежедневного рациона. Однако недостатки продукции данной категории – содержание большого количества углеводсодержащего сырья и высокая энергетическая ценность при несбалансированности ее по микронутриентному составу. Главной задачей кондитерского производства является создание конкурентоспособных отечественных продуктов питания, в т.ч. с использованием отечественного сырья, являющегося источником физиологически ценных нутриентов.

С целью определения перспективных направлений в разработке новых технологий зефира интерес представляло определить предпочтения потребителей при выборе данного продукта в торговой сети. Исследование проводили методом анкетирования. В рамках данной работы был проведен опрос потребителей кондитерских изделий, в котором приняли участие 100 респондентов (85 женщин и 15 мужчин). Что касается потребительской привлекательности зефира в целом, то зефир покупают 96,5 % опрошенных женщин и 80 % опрошенных мужчин. Анкетирование показало, что повышение пищевой ценности зефира актуально для 62 % респондентов. Наибольший интерес у данных лиц вызывает введение в его состав витаминов (88 %), пищевых волокон (61 %), антиоксидантов (48%). При этом для 43 % опрошенных человек способ обогащения зефира не имеет значения, для 8 % потребителей предпочтительным является использование чистых препаратов функциональных добавок, а для 49 % – введение в продукт натуральных сырьевых ингредиентов, являющихся источником биологических активных веществ. В связи с этим респондентам был предложен вопрос о заинтересованности приобретения зефира с конкретными видами натуральных сырьевых ингредиентов, которые могут быть использованы для обогащения зефира. Из общего числа 15% респондентов проявили заинтересованность в зефире с овощными добавками (преимущественно на основе моркови, тыквы и топинамбура), 85% определили как привлекательный для себя вид зефира с добавлением продуктов переработки фруктов и ягод (указаны такие ягоды и фрукты, как голубика, смородина, клюква, малина, банан, айва, клубника (земляника садовая), черника и др.). Приобретая зефир с повышенной пищевой ценностью, 55 % респондентов готовы увеличить сумму покупки на 10 %, 12 % респондентов – до 30 %, 33 % респондентов не готовы увеличивать сумму покупки.

Установлено, что основным фактором, снижающим потребительскую привлекательность зефира, является его склонность к засахариванию (данную претензию к качеству указали почти половина респондентов); кроме того, третья часть респондентов считает зефир слишком сладким.

Таким образом, проведенное анкетирование показало достаточно высокую привлекательность зефира, что подтверждает актуальность запланированных исследований по разработке зефира с профилактическими свойствами. Интерес представляет использование продуктов переработки отечественных фруктов и овощей с целью повышения пищевой ценности продукции.

Мониторинг состояния здоровья детского и взрослого населения Беларуси выявил широкое распространение недостатка потребления в их рационе ряда витаминов: С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, β-каротина; макроэлементов — кальция, калия; макроэлементов — йода, селена, железа, цинка, фтора; пищевых волокон [1]. Высокое содержание данных веществ отмечается в моркови, тыкве, чернике, землянике садовой [2], что обуславливает перспективность введения полуфабрикатов на их основе в рецептуру зефира. В работе применили пюре из ягод черники и земляники садовой (по документам изготовителя — клубники), а также морковное и тыквенное пюре (ОАО «Малоритский консервноовощесушильный комбинат»).

Первым этапом технологического цикла производства зефира является приготовление сбивной массы. При проведении экспериментальных исследований предварительно осуществили концентрирование всех видов пюре до массовой доли сухих веществ  $15,0 \pm 0,1$  % (технологическая операция была совмещена с десульфитацией пюре). Данная стадия необходима для сокращения продолжительности сушки зефира и получения сбивных масс с оптимальными свойствами.

Поскольку показатели качества пюре, в том числе реологические, оказывают существенное влияние на процесс пенообразования, стабильность сбивной массы, интенсивность сушки зефирной массы, на первом этапе определили их динамическую вязкость. Установлено, что динамическая вязкость яблочного (контроль) и тыквенного пюре приблизительно одинаковая и составляет при скорости сдвига  $20 \text{ с}^{-1}$  соответственно  $5,5 \text{ Па} \cdot \text{с}$  и  $5,1 \text{ Па} \cdot \text{с}$ , вязкость морковного пюре ниже в 1,6 раза ( $3,5 \text{ Па} \cdot \text{с}$ ), ягодные пюре (особенно клубничное) обладают значительно меньшей вязкостью (черничное —  $2,1 \text{ Па} \cdot \text{с}$ , клубничное  $0,9 \text{ Па} \cdot \text{с}$ ), что, вероятно, будет обуславливать большую пенообразующую способность сбивных масс на их основе.

Далее изучили влияние ягодных и овощных пюре на процессы сбивания и показатели качества сбивных масс (сахар, яичный белок, пюре). Эксперимент планировали с помощью программы STATGRAPHICS Plus (тип эксперимента «смесь»). Введение ягодных и овощных пюре осуществлялось как взамен 100 % пюре, так и взамен его определенной части. Матрица планирования эксперимента представлена в табл. 1.

**Таблица 1. Матрица планирования эксперимента по изучению влияния овощных (либо ягодных) пюре на пенообразующую способность сбивных масс зефира**

| № опыта | Доля пюре, % |                             |                            |
|---------|--------------|-----------------------------|----------------------------|
|         | яблочное     | морковное (либо клубничное) | тыквенное (либо черничное) |
| 1       | 0            | 0                           | 1                          |
| 2       | 0            | 1                           | 0                          |
| 3       | 100          | 0                           | 0                          |
| 4       | 0            | 50                          | 50                         |
| 5       | 50           | 0                           | 50                         |
| 6       | 33,33        | 33,33                       | 33,33                      |
| 7       | 50           | 50                          | 0                          |

В результате проведения исследований установлено, что пенообразующая способность сбивной массы на яблочном пюре (контроль) составляет 260 %, оптимальная продолжительность сбивания — 3,5 мин. Данная масса характеризуется достаточно высокой объемной концентрацией воздуха (72,2 %), стойкостью (87,5 %) и низким коэффициентом растекания ( $2,0 \text{ см}^2/\text{г}$ ). Полная замена яблочного пюре на морковное приводит к снижению пенообразующей способ-

ности (в 3,25 раза) и стойкости пены (на 20,8 %), что, вероятно, обусловлено особенностями его химического состава (почти в 2 раза меньшим содержанием пектина, который стабилизирует границу раздела фаз). Еще большее отрицательное влияние на пену оказывает тыквенное пюре, замена которым снижает пенообразующую способность в 26 раз. В первую очередь это обусловлено наименьшим содержанием в тыквенном пюре пектина по сравнению с другими исследуемыми видами пюре, а также его структурными особенностями. Характерной особенностью сбивных масс на смеси яблочного пюре с овощными является сниженная пенообразующая способность при существенном увеличении продолжительности сбивания масс, а также снижение коэффициента их растекания.

Изготовление сбивной массы на основе клубничного пюре привело к увеличению ее пенообразующей способности в 1,2 раза, что обусловлено его минимальной вязкостью, и к увеличению стойкости пены на 6,3 %. Незначительное отрицательное влияние оказывает введение в сбивные массы черничного пюре, а именно уменьшение пенообразующей способности (в 1,06 раза), однако стойкость пены при этом увеличивается на 9,1 %, что объясняется, по-видимому, высоким содержанием в черничном пюре пищевых волокон и пектина.

Полученные данные по пенообразующей способности сбивных масс на различных видах пюре обработаны с помощью программы STATGRAPHICS Plus. На рис. 1—2 представлены поверхности диаграммы «состав-свойство», отражающие влияние ягодных и овощных пюре на пенообразующую способность сбивных масс зефира на агаре.

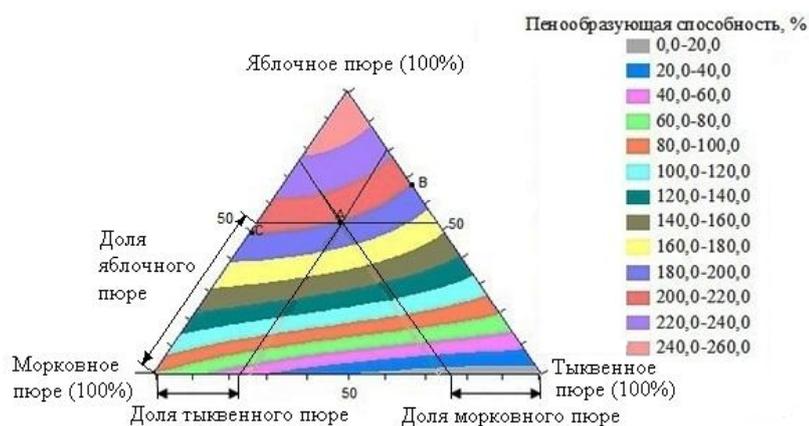


Рис. 1. Диаграмма «состав-свойство», отражающая влияние овощных пюре на пенообразующую способность сбивных масс

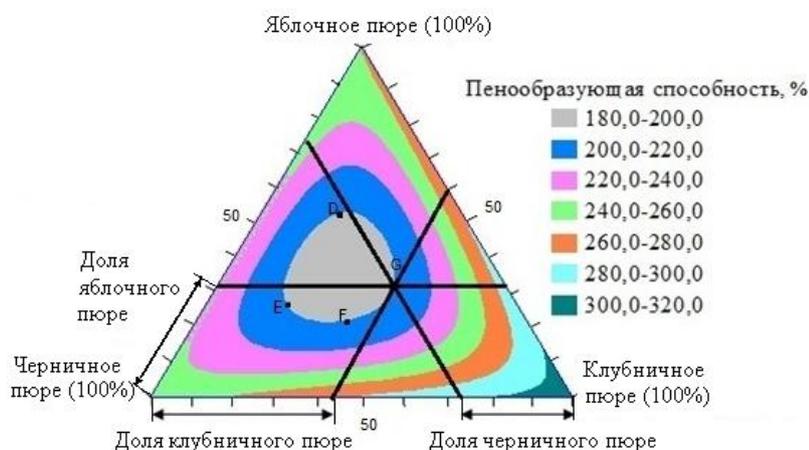


Рис. 2. Диаграмма «состав-свойство», отражающая влияние ягодных пюре на пенообразующую способность сбивных масс

Исходя из отдельных исследований, приемлемой пенообразующей способностью сбивных масс зефира на агаре является значение 200 % [3]. Данная пенообразующая способность достигается при соотношении яблочного, морковного и тыквенного пюре, отмеченных на дуге САВ (рис. 1), где точка А характеризует смесь яблочного (ЯП), тыквенного (ТП) и морковного пюре (МП) в соотношении 53:26:21, точка В — смесь яблочного и тыквенного пюре в соотношении 67:33, точка С — смесь яблочного и морковного в соотношении 50:50. Приемлемая пенообразующая способность сбивных масс в 200 % достигается при соотношении яблочного, черничного (ЧП) и клубничного пюре (КП), отмеченных на окружности DEFG (рис. 2) в соотношении 54:21:25 (точка D), 25:53:22 (точка E), 20:42:38 (точка F), 34:24:42 (точка G) соответственно.

Анализ химического состава зефира, изготовленного при данных соотношениях пюре, представлен в табл. 2.3. В данной таблице указаны степень удовлетворения РНСП в отдельных макро- и микронутриентах при употреблении 100 г зефира (РНСП — рекомендуемая норма физиологической потребности в сутки согласно [4; 5]).

**Таблица 2. Данные по химическому составу зефира на основе овощных пюре**

| % соотношение пюре в зефире (ЯП:МП:ТП) | Содержание макро- и микронутриентов в 100 г зефира, % РНСП |     |     |     |    |     |     |                         |                         |             |            |           |
|--|--|-----|-----|-----|----|-----|-----|-------------------------|-------------------------|-------------|------------|-----------|
|  | пищевые волокна  | Na  | K   | Ca  | Mg | P   | Fe  | вита-мин В <sub>1</sub> | вита-мин В <sub>2</sub> | вита-мин РР | вита-мин С | β-каротин |
| 100:0:0 (контроль)                     | 1,0  | -   | -   | 0,9 | -  | 1,0 | 1,7 | -                       | -                       | -           | -          | -         |
| 53:26:21(т. А)                         | 2,3  | 3,0 | 3,0 | 1,7 |    | 1,8 | 4,1 | 0,4                     | 0,7                     | 0,8         | 0,9        | 14,5      |
| 67:0:33 (т. В)                         | 1,9  | 2,2 | 2,5 | 1,6 |    | 1,7 | 4,5 | 0,4                     | 0,7                     | 0,7         | 0,7        | 1,3       |
| 50:50:0 (т. С)                         | 2,7  | 3,5 | 3,5 | 1,8 |    | 1,8 | 3,7 | 0,4                     | 0,6                     | 1,0         | 1,0        | 26,3      |

**Таблица 3. Данные по химическому составу зефира на основе ягодных пюре**

| % соотношение пюре в зефире (ЯП:ЧП:КП) | Содержание макро- и микронутриентов в 100 г зефира, % РНСП |     |     |     |     |     |     |                         |                         |             |            |           |
|--|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------------|-------------------------|-------------|------------|-----------|
|  | пищевые волокна  | Na  | K   | Ca  | Mg  | P   | Fe  | вита-мин В <sub>1</sub> | вита-мин В <sub>2</sub> | вита-мин РР | вита-мин С | антоцианы |
| 100:0:0 (контроль)                     | 1,0  | -   | -   | 0,9 | -   | 1,0 | 1,7 | -                       | -                       | -           | -          | -         |
| 54:21:25 (т. D)                        | 3,2  | 1,1 | 2,5 | 1,3 | 1,6 | 1,5 | 5,7 | 0,3                     | 2,6                     | 0,9         | 8,1        | 60,2      |
| 25:53:22 (т. E)                        | 3,9  | 1,1 | 1,9 | 1,3 | 1,5 | 1,3 | 8,3 | 0,3                     | 2,6                     | 0,8         | 8,1        | 137       |
| 20:42:38 (т. F)                        | 3,9  | 1,1 | 2,5 | 1,3 | 1,7 | 1,5 | 5,5 | 0,4                     | 2,6                     | 0,9         | 12,9       | 116       |
| 34:24:42 (т. G)                        | 3,6  | 1,1 | 2,5 | 1,3 | 1,7 | 1,5 | 5,5 | 0,4                     | 2,6                     | 0,9         | 12,9       | 73,6      |

Установлено, что пищевая ценность зефира, изготовленного исключительно на смеси яблочного с морковным пюре, существенно не уступает пищевой ценности зефира на смеси яблочного, морковного и тыквенного пюре. В связи с этим для дальнейших исследований принят зефир с соотношением яблочного и морковного пюре, равным 50:50 (точка С).

В результате анализа химического состава зефира на основе ягодных пюре оптимальным соотношением была выбрана точка G (34% яблочного, 24 % черничного и 42 % клубничного пюре), поскольку зефир, изготовленный по данной рецептуре, содержит значительное количество антоцианов, железа и пищевых волокон и при этом включает наименьшее количество дорогостоящего черничного пюре из всех проанализированных вариантов.

На следующем этапе проведена оптимизация рецептур сбивных масс на смесях различных видов пюре в принятых соотношениях в части определения дозировки белка, обеспечивающей получение массы с пенообразующей способностью, близкой к контролю (260 %). Установлено, что для достижения оптимальной величины пенообразующей способности необходимо увеличить дозировку белка в смеси на яблочном и морковном пюре на 30 %, а в смеси на основе яблочного, клубничного и черничного пюре — на 10 %.

Следующим этапом производства зефира является изготовление зефирной массы, отсадка половинок зефира на деревянные лотки и их структурообразование в условиях цеха в течение 3—4 часов. Изучена динамика пластической прочности зефира в течение 4 ч выстойки образцов при температуре 20 °С. Установлено, что наибольшая пластическая прочность (8,1±0,2 Па) до-

стигается через 4 часа выстойки у контрольного образца зефира. По истечении аналогичного времени зефир с добавлением ягодных и овощных полуфабрикатов имеет величину пластической прочности, меньшую в 1,2 и 2,2 раза соответственно по сравнению с контрольным образцом (рис. 3а). Данные значения не достаточны для обеспечения требуемой консистенции зефира и устойчивости его к коалесценции, поэтому на следующем этапе исследования провели оптимизацию рецептуры зефира с целью определения дозировки агара, обеспечивающей получение зефира на основе овощных и ягодных пюре с реологическими характеристиками, приближенными к контролю (на яблочном пюре). По результатам исследований установлена необходимость увеличения дозировки агара в рецептуре зефира на ягодных пюре на 10 %, на овощном пюре — на 30 % (рис. 3б).

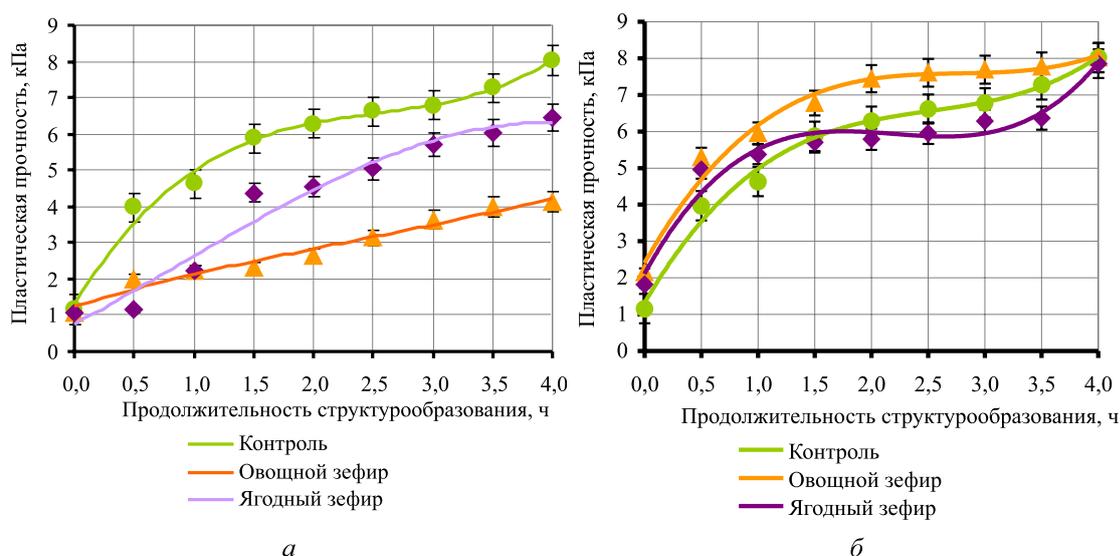


Рис. 3. Динамика пластической прочности зефира с овощным и ягодным пюре в процессе структурообразования: а – традиционная дозировка агара; б – увеличенная дозировка агара

Увеличение дозировки агара в зефире на овощном и ягодном пюре обеспечило получение зефира с реологическими характеристиками, близкими к контролю. Вместе с тем большая дозировка агара в опытных образцах привела к повышению вязкости зефирной массы, что обусловило необходимость дополнительного увеличения содержания яичного белка в рецептуре с целью обеспечения процесса сбивной массы и получения зефира с требуемой плотностью. В результате общее количество пенообразователя в зефире с овощным и ягодным пюре увеличено в 2,0 и 1,5 раза соответственно по сравнению с контрольной рецептурой на яблочном пюре.

Заключительным этапом в технологическом цикле пастильного производства является сушка половинок зефира. Поскольку в состав овощных и ягодных пюре входят влагоудерживающие коллоиды, интерес представляет изучение влияния овощных и ягодных пюре на кинетику сушки зефира. Сушку осуществляли в термостате с принудительной циркуляцией воздуха при температуре 40 °С и относительной влажности воздуха 50 %. Начальная влажность зефира составляла 28,6—30,5 %, содержание влаги в зефире после сушки должно составлять 22,0—18,0 %. Динамика массовой доли влаги зефира в процессе его сушки приведена на рис. 4.

Полученные кривые сушки имеют два периода: постоянной и падающей скорости сушки (соответственно I и II период, рис. 4). В I периоде сушки удаляется свободная влага, во II периоде — физико-химически связанная влага [6]. Анализ кривых сушки зефира показал, что продолжительность I периода сушки, в котором удаляется основное количество влаги, составляет в контрольном образце 2,0 ч (точка К1, скорость сушки — 2,92%/ч), в образцах с добавлением ягодного и овощного пюре — 1,5 ч (точки К2 и К3, скорость сушки 3,5 и 3,6 %/ч).

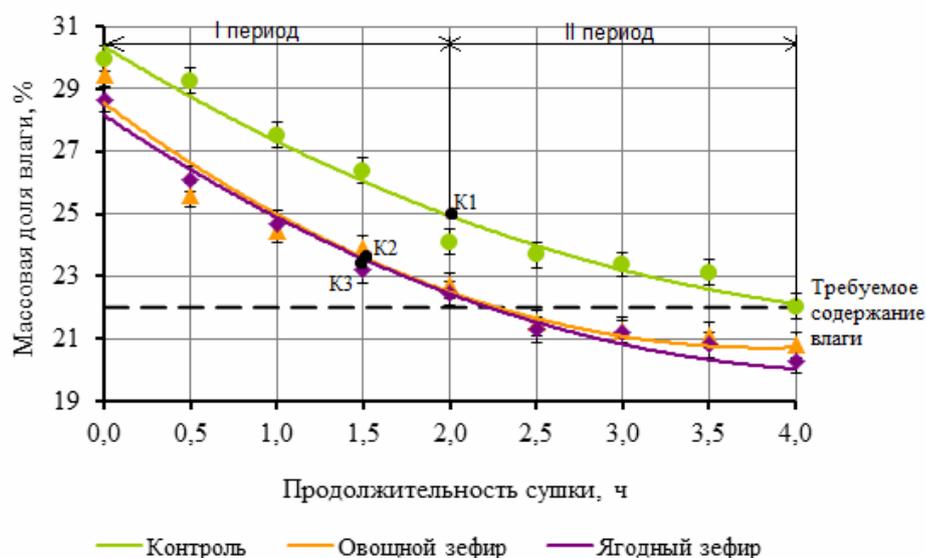


Рис. 4. Кривые сушки зефира на основе ягодного и овощного пюре

Установлено, что общая продолжительность сушки контрольного образца зефира до содержания влаги 22,0 % составляет около 4,0 ч. Продолжительность сушки зефира с добавлением ягодного и овощного пюре до требуемой влажности сокращается по сравнению с контрольным значением в 1,6 раза, что является его важным технологическим преимуществом. По всей видимости, это обусловлено меньшим исходным содержанием в данных образцах свободной влаги, удаление которой и является основной целью сушки для обеспечения микробиологической стабильности изделий.

После сушки осуществляется окончательное формование зефира путем склеивания двух его половинок с последующей обсыпкой сахарной пудрой.

Установлено, что адгезионная прочность контрольного образца зефира составляет 7,8 Па. Введение овощного и ягодного пюре обеспечило снижение адгезионной прочности зефира до 6,7 Па и 6,3 Па соответственно, что, по-видимому, обусловлено изменением объемных упруго-пластических свойств зефирных масс на их основе по сравнению с контролем. Меньшая адгезионная прочность опытных образцов зефира позволит существенно снизить технологические потери сухих веществ зефира на стадии его формирования в результате снижения налипания зефира на лотки.

Анализ химического состава зефира на основе клубнично-черничного и морковного пюре показал, что в данных образцах содержится в 3,6–6,6 раза больше натрия, в 1,3–2,6 раза — калия, в 1,4–2,3 раза — кальция, в 1,2–1,8 раза — магния; содержание железа в овощном зефире не изменилось по сравнению с контрольным образцом, а в ягодном зефире увеличилось в 3 раза.

Содержание пищевых волокон в 100 г зефира на основе ягодного пюре составляет 2,29 г или 11,4 % от рекомендуемой нормы их суточного потребления, на основе овощного — 1,23 г или 6,1% РНСП. Содержание антоцианов составляет 79 % от РНСП в ягодном зефире, содержание β-каротина — 27 % от РНСП в овощном зефире. В ягодном зефире отмечается также значительное увеличение содержания витамина С — в 5,5 раза по сравнению с контрольным образцом).

Полученные данные подтверждают, что введение в рецептуру зефира ягодного пюре (из ягод черники и земляники садовой) и овощного пюре (из моркови) позволило значительно увеличить содержание отдельных нутриентов в кондитерском изделии. Розничная цена зефира на основе ягодного пюре превышает цену контрольного образца на 20 %, на основе овощного пюре — на 7 %. Несмотря на увеличение стоимости, данный продукт найдет своего потребителя на рынке: главным критерием выбора будет являться повышенная пищевая ценность зефира и его органолептические характеристики.

Таким образом, в результате проведенных исследований:

- ♦ изучены предпочтения потребителей при выборе зефира; установлена целесообразность повышения его пищевой ценности, в первую очередь за счет введения фруктового и овощного сырья; показана перспективность использования в кондитерской промышленности пюре из ягод черники и земляники садовой (клубники) и овощей (моркови и тыквы) с целью введения в состав продукции пищевых волокон, железа, β-каротина, витамина С, антоциановых веществ;
- ♦ изучено влияние ягодных и овощных пюре на процессы пенообразования сбивных масс зефира на агаре. Установлено, что морковное и тыквенное пюре существенно снижают пенообразующую способность сбивных масс, черничное пюре – снижает незначительно, клубничное пюре – увеличивает. Определены комбинации пюре, обеспечивающие удовлетворительную пенообразующую способность сбивных масс (200 %) и повышенную пищевую ценность зефира: смесь яблочного и морковного пюре в соотношении 50:50, смесь яблочного, черничного и клубничного пюре в соотношении 34:24:42. Установлена необходимость увеличения дозировки яичного белка в системах с морковным и чернично-клубничным пюре на 30% и 10% соответственно для достижения пенообразующей способности масс, близкой к контролю (260%);
- ♦ изучены процессы желирования зефирных масс на основе ягодных и овощных пюре. Через 4 часа выстойки пластическая прочность зефирных масс с добавлениями ниже в 1,2-2,2 раза, чем у контроля, что обусловило необходимость увеличения дозировки агара в рецептуре зефира на 10-30 % с целью получения готового зефира с требуемыми реологическими характеристиками;
- ♦ установлено, что продолжительность сушки зефира с добавлением ягодного и овощного пюре сокращается по сравнению с контролем в 1,6 раза;
- ♦ разработана технология производства зефира, обогащенного морковным и смесью черничного и клубничного пюре. Готовый продукт характеризуется повышенным содержанием пищевых волокон, макро- и микронутриентов, антоцианов, а также улучшенными потребительскими свойствами. Стоимость обогащенного зефира выше по сравнению с традиционным аналогом на 7-20%.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Шатнюк, Л. Н. О тенденциях в области здорового питания / Л.Н. Шатнюк, О.В. Антипова // Кондитерское производство. – 2013. – № 3. – С. 22–23.
2. Томашевич, С. Е. Отечественное ягодное и овощное сырье как перспективный ингредиент для повышения пищевой ценности зефира / С.Е. Томашевич, А.О. Школина // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XX Международной научно-практической конференции. – Гродно: ГрГАУ, 26 мая 2017 г. – С. 136-138.
3. Кондратова, И. И. Оптимизация технологических режимов изготовления сбивных кондитерских масс / И.И. Кондратова, С.Е. Томашевич // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2010. – №1(7). – С. 38-45.
4. Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов: Гигиенический норматив, утв. постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 21.06.2013 г. № 52. – 371 с.
5. Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь: Санитарные нормы и правила, утв. Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20.11.2012 № 180. – 20 с.
6. Зубченко, А. В. Физико-химические основы технологии кондитерских изделий: учебник / А.В. Зубченко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Воронеж: ВГТА, 2001. – 389 с.
7. Изделия кондитерские пастильные. Общие технические требования: СТБ 2361-2014. – Введ. 22.04.2014. – Минск: БелГИСС, 2014. – 16 с.

*Рукопись статьи поступила в редакцию 06.06.2017*

S. E. Tamashevich, A. O. Shkolina

### **PERSPECTIVES OF USE OF DOMESTIC FRUIT AND VEGETABLE HALF-FINISHED PRODUCTS IN TECHNOLOGY OF THE ZEPHYR WITH INCREASED FOOD VALUE**

In the article cited dates about elaboration of technology and recipes of zhephyr on the basis of agar with increased food value due to effective usage of vegetable and fruit (berry) raw materials — puree from carrot, pumpkin, strawberry and blueberries.

Keywords: zephyr, consumer preferences, food values, carrot puree, pumpkin puree, blueberries puree, strawberry puree, structural formation, staling, recipe.

УДК 663.52

*Статья посвящена новому перспективному направлению развития спиртовой отрасли Республики Беларусь: производству этилового спирта из нетрадиционного растительного сырья — топинамбура. Описано влияние дозировки ферментного препарата инулиназы на динамику процесса сбраживания сусла и на выход биоэтанола из клубней топинамбура.*

*Ключевые слова: топинамбур, инулиназа, биосинтез этанола, сбраживание сусла, дозировка ферментного препарата, накопление биомассы.*

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИНУЛИНАЗЫ В ТЕХНОЛОГИИ БИОСИНТЕЗА ЭТАНОЛА ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ КЛУБНЕЙ ТОПИНАМБУРА**

**РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь**

*Ю. С. Пузовская, аспирант отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции;*

*Е. М. Моргунова, кандидат технических наук, доцент, заместитель генерального директора по стандартизации и качеству пищевых продуктов;*

*А. А. Пушкарь, кандидат технических наук, и.о. начальника отдела технологий алкогольной и безалкогольной продукции*

Производство топливного биоэтанола в Республике Беларусь является перспективным инновационным направлением, способствующим улучшению экологической обстановки крупных городов, сохранению природных ресурсов за счет переработки возобновляемого растительного сырья. Особый научный интерес вызывают возможности переработки на биоэтанол нетрадиционных видов сырья, таких как: сорго, топинамбур, свекла и др. [1].

К наиболее перспективным культурам с позиции спиртового производства, представляющим большой практический интерес, относится топинамбур. Топинамбур — инулинсодержащее сырье, являющееся, по мнению специалистов, одним из самых дешевых видов для спиртовой отрасли [2]. Он не нуждается в обработке пестицидами, т.к. устойчив ко многим болезням и вредителям, вследствие чего дает полноценную экологически безопасную пищевую и кормовую продукцию.

Топинамбур привлекает внимание исследователей не только своей продуктивностью, но и уникальным химическим составом [3]. Широкий интерес, возникший к производству этилового спирта из топинамбура, объясняется его химическим составом, т.к. клубни топинамбура являются хорошим источником сбраживаемых сахаров.

Определяющими для химического состава клубней топинамбура являются множество факторов: почвенно-климатические условия, технология возделывания, условия выращивания,