

УДК 664.149:635.24

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЗЕФИРА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ОБОГАЩЁННОГО ПОРОШКОМ ИЗ КЛУБНЕЙ ТОПИНАМБУРА

И.И. Кондратова, С.Е. Томашевич, А.В. Киркор

Исследован химический состав порошка из клубней топинамбура, изучены его технологические свойства. Изучено влияние порошка на процессы сбивания, структурообразования и сушки зефира. Разработана технология зефира, обогащенного порошком топинамбура. Проведён сравнительный анализ пищевой ценности контрольного образца зефира и зефира, изготовленного по разработанной технологии.

Введение

Кондитерские изделия составляют часть ежедневного рациона, поэтому корректировка их химического состава, придание функциональных свойств является важной задачей при разработке новых технологий этой группы продуктов питания. Порошок из клубней топинамбура – перспективный сырьевой ингредиент, поскольку является натуральным источником инулина, клетчатки, минеральных веществ, аминокислот.

Целью работы являлась разработка технологии зефира функционального назначения, обогащённого порошком из клубней топинамбура.

Результаты исследований и их обсуждение

В исследовательской работе применялся порошок топинамбура, изготовленный на УКСП «Присожье» (г. Славгород, Могилевская область). Химический состав порошка топинамбура приведён в таблицах 1–3.

Таблица 1 – Состав порошка топинамбура по основным макронутриентам

| Составной макронутриент | Содержание, г/100 г порошка |
|-------------------------|-----------------------------|
| Инулин | 50,0 |
| Белок | 7,1 |
| Жиры | 1,2 |
| Моно- и дисахариды | 10,0 |
| Клетчатка (сырая) | 9,0 |
| Зольные вещества | 4,3 |

Таблица 2 – Содержание минеральных веществ в порошке топинамбура

| Составной микронутриент | Содержание, мг/кг | Процент от общего содержания зольных веществ | Верхний допустимый уровень потребления, мг [1] | Процент верхнего допустимого уровня потребления в 100 г порошка |
|-------------------------|-------------------|--|--|---|
| <i>Макроэлементы</i> | | | | |
| Калий | 21700 | 46,2 | 3500 | 62,0 |
| Кальций | 3670 | 7,8 | 2500 | 14,7 |
| Магний | 1230 | 2,6 | 800 | 15,6 |
| <i>Микроэлементы</i> | | | | |
| Медь | 4,5 | 0,010 | 3 | 5,0 |
| Марганец | 7,2 | 0,015 | 5 | 14,4 |
| Железо | 42,9 | 0,100 | 30 | 14,3 |
| Цинк | 32,2 | 0,070 | 25 | 12,9 |

Как видно из таблиц 1–2, порошок топинамбура УКСП «Присожье» имеет достаточно цен-

ный нутриентный состав. Преобладающим углеводом в нём является растворимое пищевое волокно инулин. В минеральном составе порошка топинамбура преобладает калий, также высоко содержание магния, кальция, железа, марганца. Исследование аминокислотного состава порошка из клубней топинамбура УКСП «Присожье» (таблица 3) показало, что топинамбур является биологически полноценным продуктом, т.е. содержащим все незаменимые аминокислоты. Данный факт является очень важным, поскольку отсутствие в пище хотя бы одной аминокислоты приводит к неполному усвоению других, вызывает отрицательный азотистый баланс и тяжёлые клинические следствия типа авитаминоза [2]. Лимитирующими аминокислотами в порошке топинамбура являются метионин и цистеин.

Таблица 3 – Содержание незаменимых аминокислот в порошке топинамбура

| Аминокислотный состав | Содержание в порошке топинамбура, мг/1 г протеина | Содержание в эталонном белке, мг/1 г протеина [2] | Аминокислотный скор, % |
|--|---|---|------------------------|
| <i>Лимитирующие незаменимые аминокислоты</i> | | | |
| Метионин + цистеин | 10 | 35 | 29 |
| <i>Незаменимые аминокислоты</i> | | | |
| Фенилаланин + тирозин | 60 | 60 | 100 |
| Лизин | 63 | 55 | 115 |
| Треонин | 47 | 40 | 118 |
| Изолейцин | 51 | 40 | 128 |
| Лейцин | 90 | 70 | 129 |
| Валин | 75 | 50 | 150 |

Помимо этого, важным свойством топинамбура как сельскохозяйственной культуры является способность не накапливать тяжёлые металлы даже в случае культивирования его на загрязнённых почвах [3]. В исследованном порошке из клубней топинамбура токсичные элементы не обнаружены (предел чувствительности атомно-абсорбционного спектрометра для ртути – 0,005 мг, для кадмия и свинца – 0,01 мг, для мышьяка – 0,025 мг).

Дозировка порошка топинамбура в зефир рассчитывалась исходя из содержания в нём инулина, которое составляет около 70 % сухих веществ. К исследованиям были приняты дозировки порошка топинамбура 4 %, 5,4 % и 6,8 % к массе фруктового пюре, что обеспечивает 15 %, 20 % и 25 % верхней допустимой суточной нормы потребления инулина (согласно [1]) в 110 г зефира (3 шт.).

Исследованиями предусматривалось изучение технологических свойств порошка из клубней топинамбура и исследование его влияния на ход основных процессов в технологическом цикле изготовления зефира. Технологический процесс изготовления зефира состоит из следующих стадий: приготовление сбивной массы путём сбивания сахаро-фруктово-белковой смеси; приготовление зефирной массы путём сбивания уваренного сахаро-агаро-паточного сиропа и сбивной массы; формование половинок зефира; выстойка (структурообразование) зефира; подсушка половинок зефира; склеивание и опудривание зефира. В качестве контрольного образца использовали зефир, изготовленный на яблочном пюре с содержанием сухих веществ 15 %.

На 1 этапе работы было изучено влияние порошка топинамбура на растворимость сахарозы [4]. Установлено, что топинамбур снижает растворимость сахарозы. Математический анализ зависимости растворимости сахарозы от концентрации добавки в растворе позволил определить, что при температуре 20 °С введение в раствор 1 % порошка топинамбура снижает растворимость сахарозы на 0,5 %, при 40 °С – на 0,6 %, при 60 °С – на 0,45 %. На основании полученных данных можно сделать вывод, что порошок топинамбура целесообразно вносить в рецептуру пастильных кондитерских изделий в гидратированном виде либо снижать рецептурное содержание сахарозы в кондитерском изделии с целью предотвращения её кристаллизации после установления равновесной влажности продукта.

На 2 этапе были исследованы процессы структурообразования зефира, обогащённого по-

рошком топинамбура. Экспериментальными исследованиями установлено, что оптимальным способом внесения порошка топинамбура в сбивные массы является приготовление купажной смеси из порошка и фруктового пюре. С целью обеспечения необходимого гидромодуля порошка (1:6) при приготовлении купажной смеси оптимальное содержание сухих веществ во фруктовом пюре должно составлять $(10,5 \pm 0,5) \%$, а продолжительность набухания смеси – 1–3 ч при температуре $30 \text{ }^\circ\text{C}$ либо 6–12 ч при температуре $(20 \pm 2,5) \text{ }^\circ\text{C}$. Следует отметить, что в производственных условиях необходимость приготовления и набухания смеси пюре и порошка топинамбура не приведет к излишним затратам времени и не потребует дополнительных ёмкостей для хранения сырья. Это связано с тем, что на кондитерских фабриках, согласно [5], осуществляется приготовление стандартной купазированной смеси яблочного пюре на 1–2 смены, что позволяет обеспечить необходимые показатели качества перерабатываемого пюре (студнеобразующую способность, содержание сухих веществ, кислотность и цветность). Восстановление порошка топинамбура позволяет обеспечить однородность сбивной массы и избежать негативного влияния на процесс кристаллизации сахарозы в зефире в процессе его хранения вследствие перераспределения влаги.

Изучение влияния порошка топинамбура на процесс изготовления сбивных масс показало, что введение добавки приводит к снижению пенообразующей способности масс по сравнению с контролем в 1,2–1,6 раза (до 120% – 160%) и увеличению плотности в 1,2–1,3 раза (с 370 кг/м^3 у контроля до $435\text{--}485 \text{ кг/м}^3$). Сбивные массы с топинамбуром имеют кратность 2,2–2,6, что меньше в 1,2–1,4 раза по сравнению с контролем. Это связано с изменением свойств дисперсионной среды сбивной массы. В частности, во время набухания порошка в яблочном пюре происходит поглощение свободной влаги и достаточно прочное её удержание коллоидными веществами топинамбура (пектином, клетчаткой, белком, крахмалом), обладающих высокой водопоглощительной способностью, в результате чего вязкость массы повышается (в 1,2–1,5 раза по сравнению с контролем), что затрудняет её сбивание и снижает пенообразующую способность и кратность массы. По этой же причине более вязкие сбивные массы с порошком топинамбура обладают коэффициентом растекания $1,9\text{--}2,4 \text{ см}^2/\text{г}$, что в 1,5–1,9 раза меньше по сравнению с контрольным значением. Увеличение вязкости среды положительно сказалось на стойкости пены: введение топинамбура привело к повышению стойкости сбивных масс до 94% – 100% при 82% у контроля.

Оптимальная плотность сбивных масс, согласно [6], составляет $380\text{--}420 \text{ кг/м}^3$. Результаты наших исследований показали, что плотность сбивных масс с топинамбуром превышает оптимальную. Нивелирование отрицательного влияния порошка топинамбура на пенообразующую способность и показатели качества сбивных масс достигли увеличением дозировки яичного белка в рецептуре зефира на 20% (в образцах с дозировкой порошка 4% – $5,4 \%$ к массе пюре) или на 35% (в образце с введением порошка $6,8 \%$ к массе пюре).

Показатели качества сбивных масс, изготовленных с добавлением порошка топинамбура с увеличенным количеством пенообразователя, приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели качества сбивных масс с добавлением порошка из клубней топинамбура и увеличенного количества яичного белка

| Образец сбивной массы | Продолжительность сбивания, мин | Пенообразующая способность, % | Плотность, кг/м^3 | Кратность | Стойкость, % | Коэффициент растекания, $\text{см}^2/\text{г}$ | Объёмная концентрация воздуха, % |
|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------|--------------|--|----------------------------------|
| Контроль | $4,0 \pm 0,2$ | 200 ± 5 | 370 ± 5 | $3,0 \pm 0,1$ | 82 ± 1 | $3,7 \pm 0,1$ | 67 ± 1 |
| 4 % топинамбура к массе пюре | $4,0 \pm 0,2$ | 185 ± 5 | 400 ± 5 | $2,8 \pm 0,1$ | 91 ± 1 | $3,1 \pm 0,1$ | 65 ± 1 |
| 5,4 % топинамбура к массе пюре | $4,0 \pm 0,2$ | 165 ± 5 | 405 ± 5 | $2,7 \pm 0,1$ | 89 ± 1 | $3,3 \pm 0,1$ | 63 ± 1 |
| 6,8 % топинамбура к массе пюре | $3,5 \pm 0,2$ | 150 ± 5 | 430 ± 5 | $2,5 \pm 0,1$ | 89 ± 1 | $3,4 \pm 0,1$ | 60 ± 1 |

Как видно из таблицы, введение дополнительного количества белка привело к увеличению пенообразующей способности, кратности и объёмной концентрации воздушной фазы сбивных масс с топинамбуром, снижению их плотности. При этом необходимо отметить, что оптимальной дозировкой топинамбура, способствующей получению сбивных масс с требуемыми свойствами, является 4 % к массе фруктового пюре. Сбивные массы с топинамбуром характеризуются меньшим коэффициентом растекания (в 1,1–1,2 раза) и большей стойкостью (в 1,1 раза) по сравнению с контролем.

Увеличение стойкости пены зефира функционального назначения по сравнению с контрольной обусловлено рядом факторов:

- адсорбированием растворимого пектина порошка топинамбура в плёнках воздушной фазы пены;
- образованием стабилизирующих комплексов белок-анионный полисахарид между водорастворимым белками порошка (альбуминами и глобулинами) и пектиновыми веществами яблочного пюре;
- образованием коллоидно-адсорбционного слоя на поверхности раздела фаз сбивной массы;
- образованием локальных «заторов» из частиц порошка топинамбура, не прилипших к воздушным пузырькам, которые увеличивают шероховатость их стенок, сужают каналы Гиббса-Плато и препятствуют вытеканию жидкости пены [7].

После формования зефирной массы отсаженные половинки зефира направляют на структурообразование в помещении цеха в течение 3–4 ч [5]. В процессе выстаивания пенообразная структура зефира закрепляется агаровым студнем, в результате чего увеличивается пластическая прочность изделий. Влияние порошка из клубней топинамбура на процесс структурообразования зефира приведено на рисунке 1.

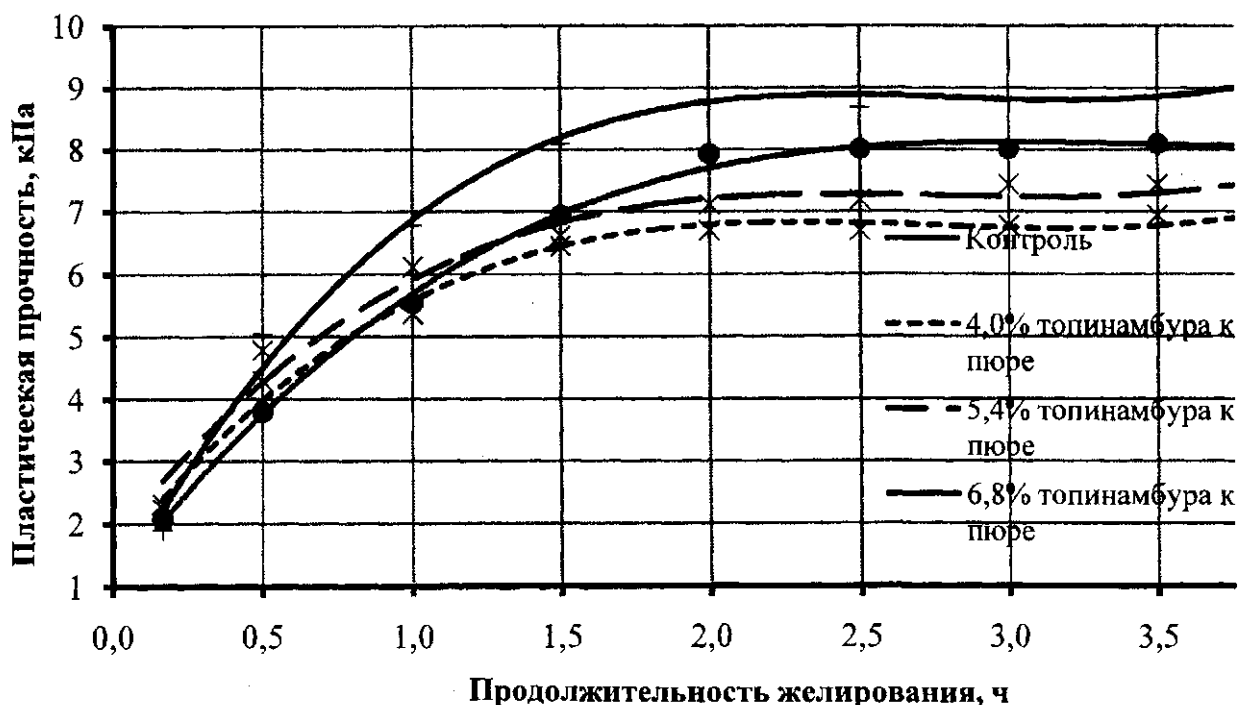


Рисунок 1 – Влияние порошка топинамбура на процесс структурообразования зефира

Из рисунка 1 видно, что введение порошка топинамбура не оказывает существенного влияния на скорость процесса структурообразования зефира. Продолжительность желирования зефира функционального назначения с введением порошка топинамбура находится на уровне контрольного значения – 2 ч. Пластическая прочность контрольного образца зефира составляет $8,0 \pm 0,1$ кПа. Введение в рецептуру изделий порошка топинамбура оказывает

влияние на величину пластической прочности зефира в зависимости от его дозировки, что, вероятно, связано с влиянием инулина на процесс желирования агара. Введение топинамбура в количестве 4,0 % и 5,4 % к массе пюре обеспечивает соотношение инулина и агара в изделии 0,9:1 и 1,2:1 соответственно, при этом пластическая прочность зефира составляет $(7,0 \pm 0,1)$ и $(7,5 \pm 0,1)$ кПа, что ниже контрольного значения на 15 % и 8 %. Введение порошка топинамбура в количестве 6,8 % к массе пюре обеспечивает соотношение инулина и агара 1,8:1, при этом пластическая прочность зефира превышает контрольное значение на 15 % и составляет $(9,2 \pm 0,1)$ кПа.

С целью изучения влияния инулина на прочность агаровых студней были изготовлены модельные системы, содержащие инулин и агар в различных соотношениях. В результате исследований установлено, что синергетической комбинацией структурообразователей, обеспечивающих максимальное значение прочности студня, является соотношение инулин:агар 1,9:1. Изменение доли инулина в системе приводит к снижению прочности агарового студня [8]. Полученные данные о влиянии инулина на прочность агаровых студней согласуются со значением пластической прочности зефира, изготовленного с добавлением различных дозировок порошка топинамбура, что подтверждает выдвинутую гипотезу.

Завершающим технологическим этапом изготовления зефира является сушка отформованных половинок изделий. Сушка зефира обычно осуществляется в помещении цеха либо в специальных камерах при температуре $35\text{ }^{\circ}\text{C} - 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха 50 % – 60 % [5]. Целью стадии подсушивания зефира является удаление части свободной и связанной влаги, что улучшает консистенцию, а также повышает микробиологическую стабильность продукта вследствие снижения активности воды. Согласно Л.Б. Сосновскому, А.В. Зубченко [9], а также по данным [10–11], процесс сушки можно охарактеризовать изменением средней влажности материала во времени (кривыми сушки) и кривыми скорости сушки. Сушка образцов зефира с добавлением порошка топинамбура осуществлялась при температуре $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха 50 %. Начальная влажность зефира составляла 29,0 % – 33,5 %, содержание влаги в зефире после высушивания должно составлять не более 22 % и не менее 18 %. Динамика изменения влагосодержания образцов зефира в процессе их сушки приведена на рисунке 2.

Полученные кривые сушки (отражено на примере контроля) имеют два периода: постоянной и падающей скорости сушки (соответственно I и II период). В I периоде сушки удаляется свободная влага (механически связанная влага смачивания и часть влаги, находящейся в макро- и микрокапиллярах). При этом изменение влажности продукта характеризуется линейной зависимостью, т.е. представляется линией с постоянным углом наклона к временной оси. После этого наступает II период удаления физико-химически связанной влаги, который называется периодом с падающей скоростью сушки. В этот момент линия сушки переходит в кривую с постоянно уменьшающимся углом наклона. Эта кривая асимптотически приближается к значению равновесной влажности продукта W_p . Равновесная влажность, при которой прекращается удаление влаги, зависит только от структурно-механических свойств материала и состояния окружающей среды, а именно парциального давления насыщенных водяных паров, которое однозначно определяется температурой, относительной влажностью и давлением. Точка K_1 , разделяющая I и II периоды сушки, называется критической точкой, а влажность продукта, соответствующая ей, – первой критической влажностью $W_{кр1}$ [9–11].

Как видно из рисунка 2, продолжительность I периода сушки контрольного образца зефира составляет 1,3 ч (точка K_1), зефира функционального назначения – 1,7 ч (точка K_1'); 2,5 ч (точка K_1'') и 3 ч (точка K_1''') соответственно для образцов с дозировками порошка 4 %; 5,4 % и 6,8 % к массе фруктового пюре.

Для более полного представления о кинетике процесса сушки зефира построим кривые скорости сушки, которые получены путём графического дифференцирования кривых сушки. Кривые скорости сушки зефира, обогащённого порошком из клубней топинамбура, приведены на рисунке 3.

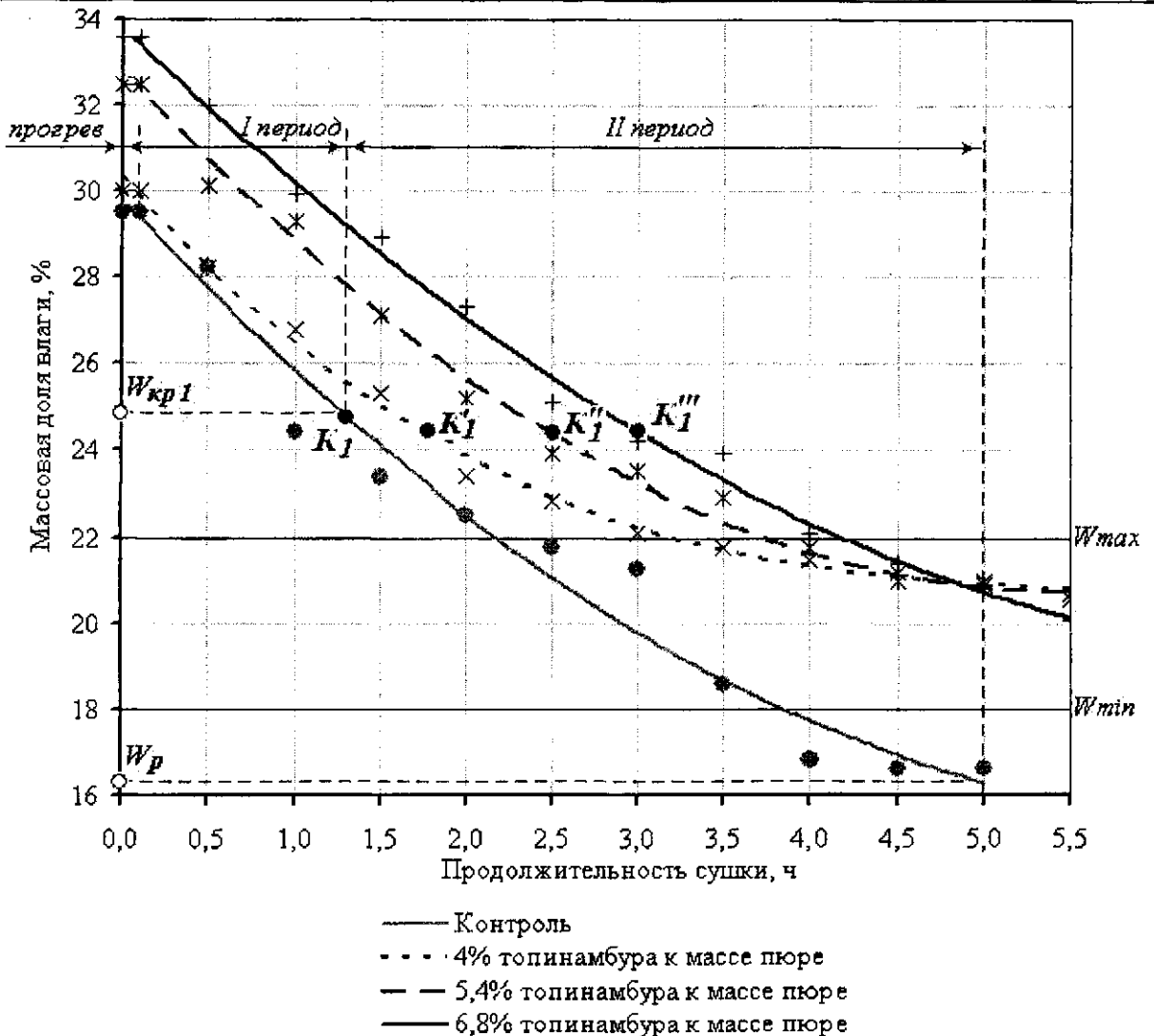


Рисунок 2 – Кривые сушки зефира с добавлением порошка топинамбура

Скорость сушки в I периоде зависит в основном от внешней диффузии, т.е. от характера удаления влаги с поверхности продукта [11]. Как видно из рисунка 3, скорость сушки контрольного образца зефира в I периоде составляет 4,4 %/ч, образцов с добавлением топинамбура – 3,2–3,4 %/ч. Первая критическая влажность $W_{кр1}$ у контрольного образца превышает аналогичный параметр образцов с порошком топинамбура на 0,8 % – 0,9 %, что объясняется наличием в продукте включений со структурой, отличной от структуры зефира и удерживающей механически связанную влагу.

Характер кривой II периода более сложный, так как она может иметь различный вид в зависимости от особенностей структуры продукта и обусловлена влажностью, теплопроводностью и другими факторами, характеризующими непосредственно перемещение влаги в материале. Как видно из приведённого рисунка, во II периоде кривые сушки всех образцов зефира имеют точку перегиба K_2 (вторую критическую точку), что характерно для капиллярно-пористых тел. Верхний участок кривых характеризует скорость удаления структурной влаги (обычно заключена в клетках растительных тканей), нижний – адсорбционно-связанной влаги (удерживается коллоидными веществами). Точка K_2 соответствует границе влажности, при которой изменяется механизм перемещения влаги в материале. Влажность, соответствующая точке K_2 , называется второй критической влажностью $W_{кр2}$ [10, 11]. Из данных рисунка 3 видно, что $W_{кр2}$ составляет: для контрольного образца – 23,4 %, для образца с минимальной дозировкой топинамбура – 22,7 %, для двух других образцов зефира – 23,0 %. Скорость сушки II периода хоть и не является постоянной величиной, однако ниже у образцов с топинамбуром по сравнению с контролем на 0,5–1,5%/ч.

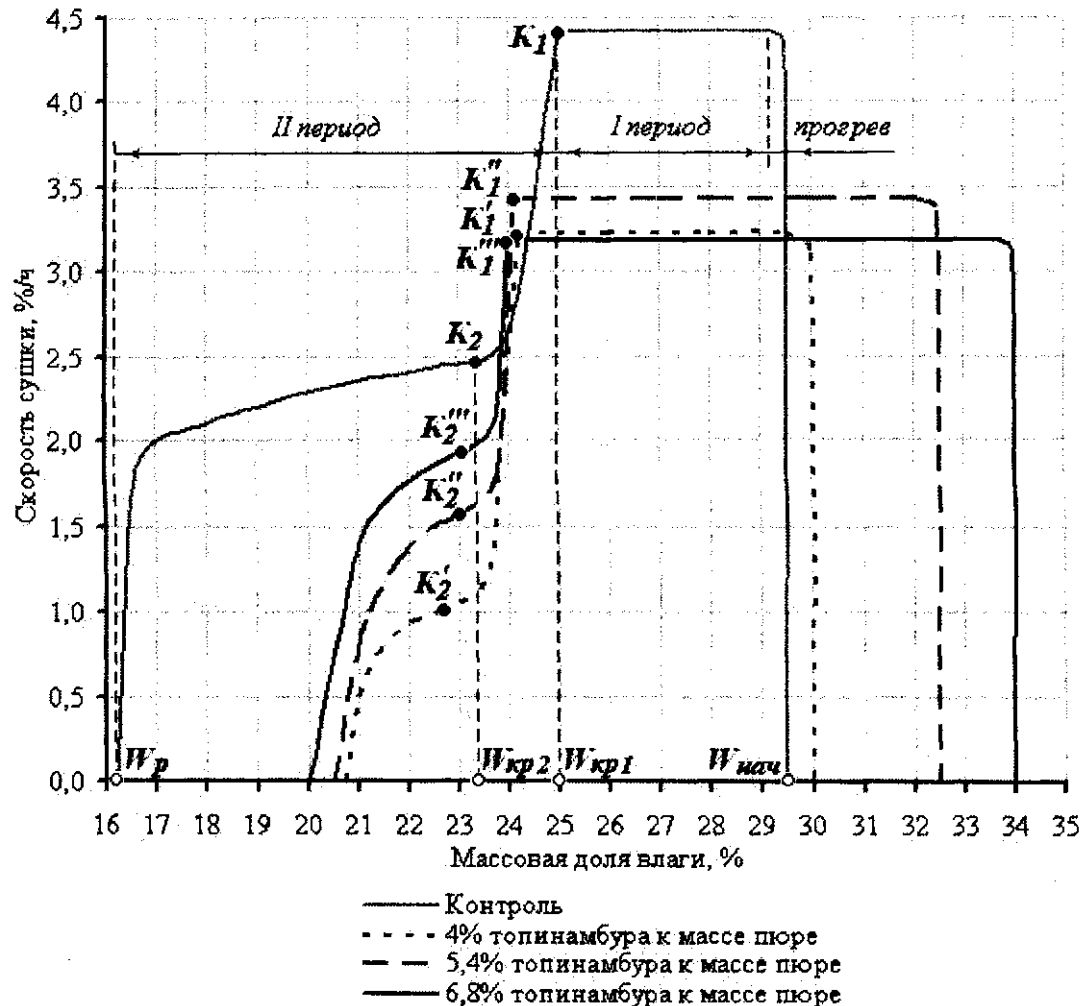


Рисунок 3 – Кривые скорости сушки зефира с добавлением порошка топинамбура

На основании исследования кинетики сушки зефира можно сделать вывод, что введение порошка топинамбура в зефирную массу приводит к снижению скорости сушки зефира, что обусловлено увеличением содержания в продукте механически связанной, структурной и адсорбционно-связанной влаги, которая удерживается капиллярами и гидрофильными коллоидами частиц овощного порошка. Общая продолжительность сушки зефира с добавлением порошка топинамбура до требуемой влажности превышает контрольное значение (2,3 ч) в 1,4–1,8 раза и составляет 3,2–4,2 ч. При этом для образцов с топинамбуром характерно большее значение равновесной влажности W_p на 3,8 % – 4,5 % по сравнению с контролем, что будет способствовать замедлению процесса черствения зефира.

После сушки половинки зефира направляются на склеивание. Лёгкое отделение зефира от поверхности формования обеспечивается благодаря оптимальной адгезионной прочности зефирной массы.

Адгезия обусловлена реологическими характеристиками массы и зависит от состава продукта и технологии его производства, наличия различных добавок (например, клетчатки, белков, крахмалов) и поверхностно-активных веществ, влажности и др. Все эти параметры определяют силу химических связей и межмолекулярных взаимодействий, влияющих на адгезию [12].

Так как адгезия зависит от многих параметров, при проведении нашего эксперимента по определению влияния порошка топинамбура на адгезионную прочность зефира нагрузка, площадь контакта и его продолжительность оставались постоянными. Контакт зефирной массы с поверхностью происходил при давлении 0,8 кПа.

В результате исследований установлено, что адгезионная прочность контрольного зефира составляет 143 кПа. Внесение порошка топинамбура привело к значительному снижению адгезионной прочности зефирных масс – в 1,4–1,9 раза. Это объясняется набуханием гидрофильных веществ топинамбура в яблочном пюре и уменьшением в результате количества свободной влаги. Снижение адгезионной прочности зефира с топинамбуром будет способствовать получению готовых изделий с хорошими потребительскими свойствами и снижению технологических потерь.

На основании проведённых исследований разработана технология зефира на агаре «Вишнёвая нота», содержащего порошок из клубней топинамбура в количестве 4 % к массе фруктового пюре, что позволяет получить готовые изделия с хорошими органолептическими показателями без значительного изменения технологических параметров их изготовления.

Сравнительный анализ нутриентного состава зефира, изготовленного по традиционной рецептуре, и зефира, обогащённого порошком топинамбура, приведён в таблицах 5 и 6.

Таблица 5 – Состав зефира по основным макро- и микронутриентам

| Составной нутриент | Содержание в зефире | |
|----------------------------|---------------------|-----------------|
| | контроль | «Вишнёвая нота» |
| Инулин, г/100 г | – | 0,8 |
| Белок, г/100 г | 1,4 | 1,8 |
| Клетчатка (сырая), г/100 г | 1,0 | 1,5 |
| Калий, мг/кг | 273,0 | 457,0 |
| Медь, мг/кг | 0,6 | 0,9 |
| Кальций, мг/кг | 65,5 | 82 |
| Магний, мг/кг | 29,8 | 37,8 |
| Цинк, мг/кг | 0,5 | 0,7 |

Таблица 6 – Содержание незаменимых аминокислот в зефире

| Аминокислотный состав | Содержание в зефире, мг/1 г протеина | | Аминокислотный скор. % | |
|--|--------------------------------------|-----------------|------------------------|-----------------|
| | контроль | «Вишнёвая нота» | контроль | «Вишнёвая нота» |
| <i>Лимитирующая незаменимая аминокислота</i> | | | | |
| Лейцин | 13,7 | 19,1 | 19,6 | 27,3 |
| <i>Незаменимые аминокислоты</i> | | | | |
| Фенилаланин + тирозин | 12,6 | 20,4 | 205,7 | 168,0 |
| Лизин | 110,9 | 80,3 | 126,8 | 85,7 |
| Треонин | 69,7 | 47,1 | 38,9 | 75,7 |
| Изолейцин | 15,6 | 30,3 | 51,6 | 71,8 |
| Метионин + цистеин | 20,6 | 28,7 | 44,5 | 27,9 |
| Валин | 5,0 | 4,4 | 30,6 | 45,8 |
| | 10,6 | 5,4 | | |
| | 15,3 | 22,9 | | |

Как видно из таблиц 5 и 6, в разработанной рецептуре зефира «Вишнёвая нота» содержание инулина составляет 0,8 г/100 г продукта, что является 32 % от адекватной суточной нормы потребления согласно рекомендациям [1]. Анализ химического состава зефира, обогащённого порошком топинамбура, и традиционного зефира на агаре, показал, что в зефире «Вишнёвая нота» содержится в 1,5 раза большее количество клетчатки, в 1,6 раза – калия, в 1,2–1,3 раза – цинка, кальция, магния и меди. Необходимо отметить, что внесение порошка топинамбура позволило повысить аминокислотный скор лимитирующий аминокислоты лейцина, а следовательно, и усвояемость белков зефира с 19,6 % в контроле до 27,3 %.

Также необходимо отметить, что немаловажным эффектом, оказываемым порошком топинамбура на качество зефира, является способность к снижению скорости десорбции кондитерских изделий при хранении. Установлено, что за 120 суток хранения весового зефира и за 135 суток хранения фасованных изделий потеря влаги составила соответственно: 4,4 % и 3,4 % – у контроля, 3,1 % и 2,8 % – у зефира «Вишнёвая нота», что способствует обеспече-

нию лучших органолептических характеристик обогащённого продукта.

Заключение

Таким образом, в результате изучения пищевой ценности и технологических свойств порошка из клубней топинамбура установлены оптимальная дозировка и режимы введения добавки, определены параметры технологического процесса, позволяющие получить зефир с высокими потребительскими свойствами. Разработана технологическая документация (рецептура и технологическая инструкция) на производство зефира с добавлением порошка топинамбура. Технология производства зефира, обогащённого топинамбуром, апробирована на кондитерской фабрике ОАО «Красный Мозырянин» (Гомельская обл.).

Литература

- 1 Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), утв. решением Комиссии Таможенного союза от 28 мая 2010 г. № 299. Приложение 5. Величины суточного потребления пищевых и биологически активных веществ для взрослых в составе специализированных пищевых продуктов (СПП) и БАД к пище.
- 2 Нечаев, А.П. Пищевая химия / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова и др. Под ред. А.П. Нечаева. – СПб. : ГИОРД, 2001. – 592 с.
- 3 Ерашова, Л.Д. Топинамбур – ценное сырьё для производства продуктов питания повышенной биологической ценности / Л.Д. Ерашова, Г.Н. Павлова, Л.А. Алехина, Р.С. Ермоленко, Л.В. Артюх // Совершенствование технологий и оборудования пищевых производств: сб. докл. VI междунар. научно-практич. конференции, Минск, 2–3 окт., 2007 г.: В 2 ч. / Научн.-практ. центр НАН Беларуси по продовольствию; редкол.: З.В. Ловкис [и др.] – Несвиж. крупн. Типография, 2007. – Ч. 1. – С. 148–149.
- 4 Томашевич, С.Е. Растворимость сахарозы в присутствии функциональных добавок / С.Е. Томашевич, И.И. Кондратова // Перспективы развития кондитерской промышленности: материалы III Республиканского научно-практического семинара, Могилёв, 27–28 октября 2011 г. / Могилёвский государственный университет продовольствия; редкол.: Е.С. Новожилова (отв.ред.) [и др.]. – Могилёв: УО «Могилёвский государственный университет продовольствия», 2011. – С. 23–27.
- 5 Технологические инструкции по производству мармеладо-пастильных изделий. – М. : ВНИИКП, 1990. – 136 с.
- 6 Журавлёва, Е.И. Справочник кондитера. Часть 1. Сырьё и технология кондитерского производства. – М. : Пищевая промышленность, 1966. – 712 с.
- 7 Зубченко, А.В. Физико-химические основы технологии кондитерских изделий: учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – Воронеж : Воронеж. гос. технол. акад., 2001. – 389 с.
- 8 Томашевич, С.Е. Исследование синергизма агара и инулина при получении студнеобразных кондитерских масс // Научные стремления-2010: сборник материалов Республиканской научно-практической молодёжной конференции с международным участием, Минск, 1–3 ноября 2010 г.: В 2 ч. / Нац. акад. наук Беларуси, Совет молодых ученых НАН Беларуси; редкол.: В. В. Казбанов [и др.]. – Минск : Беларус. навука, 2010. – Ч. 2. – С. 503–506.
- 9 Зубченко, А.В. Влияние физико-химических процессов на качество кондитерских изделий. – М. : Агропромиздат, 1986. – 296 с.
- 10 Кавецкий, Г.Д. Технологические процессы и производства (пищевая промышленность) / Г.Д. Кавецкий, А.В. Воробьёва. – М. : КолосС, 2006. – 368 с.
- 11 Стабников, В.Н. Процессы и аппараты пищевых производств / В.Н. Стабников, В.И. Баранцев. – М. : Лёгкая и пищевая промышленность, 1983. – 328 с.
- 12 Зимон, А.Д. Адгезия пищевых масс / А.Д. Зимон, А.М. Евтушенко. – М. : ДеЛи принт, 2008. – 398 с.

Поступила в редакцию 28.09.2012