

вилужування амілози крохмалю, що призводить до збільшення в крохмальних гранулах порожніх областей, у яких зосереджені ароматичні речовини грибів. Після цього напівфабрикат зберігають при $t = -18 \pm 2$ °С.

Отриманий заморожений напівфабрикат готовий до споживання, його можна використовувати в харчовій промисловості.

Запропонована схема виробництва замороженого напівфабрикату з грибів глива звичайна дозволяє максимально зберегти якість продукту під час зберігання та покращити його органолептичні властивості за рахунок введення крохмального клейстеру до подрібнених грибів.

У процесі теплової обробки зникає гіркий смак, шкідливі мікроорганізми, покращується смак і аромат. Також під час варіння відбувається втрата води.

Додавання крохмалю покращує вологостримуючу здатність і сприяє збереженню форми напівфабрикату.

Отже, запропонована схема дозволяє зберегти значно більше вітамінів і корисних речовин, ніж при інших видах обробки.

Заморожування, як один із етапів виробництва напівфабрикату, дає можливість призупинити діяльність мікроорганізмів і ферментів, звівши, таким чином, до мінімуму небажані зміни якості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Белокрилова Л. В. Проблеми контролю безпеки продуктів переробки дикорослих грибів / Л. В. Белокрилова // Актуальні проблеми комерції і маркетингу в споживчій кооперації : матеріали наук.-практ. конф. з міжнар. участю. – Новосибірськ : СИБУПК, 2004. – С. 224–226.
2. Гриби культивовані (Agaricus). Настави щодо постачання і контролювання якості : ДСТУ ЕЭК ООН FFV-24:2007. – К. : Держстандарт, 2007. – 8 с.
3. Крохмаль кукурудзяний сухий. Технічні умови : ДСТУ 3976:2000. – К. : Держстандарт, 2000. – 8 с.

УДК 664.83.047.8

РАДІАЦІЙНЕ СУШІННЯ ПЮРЕ З КАРТОПЛЯНИХ ВІДХОДІВ

А. М. Поперечний, доктор технічних наук;

С. К. Ільдирова, кандидат технічних наук;

І. В. Жданов, кандидат технічних наук; С. Ю. Попова

Під час виробництва продуктів із картоплі утворюється до 45 % відходів залежно від особливостей технології виробництва. Основна маса відходів картоплі використовується на корм для тварин і виробництво крохмалю [1].

Ще одним перспективним напрямом може стати використання картопляних відходів у виробництві хлібобулочних виробів. Прискорена технологія виробництва хлібобулочних виробів передбачає заміну традиційного цукру на порошок, вироблений з картопляних відходів. Актуальність цієї технології полягає

у постійному зростанні попиту на цукор у світовому масштабі і, як наслідок, необхідності пошуку більш дешевих його заміників.

Виробництво порошку з картопляних відходів за технологією, що пропонується, включає такі основні стадії: подрібнення до пастоподібного стану, заморожування та сушіння. Метою заморожування є збільшення кількості редуруючих цукрів (глюкози, мальтози та фруктози) в результаті гідролізу крохмалю. Метою сушіння є зниження вологості розмороженого продукту з 75–78 %, що характерна

для твердих картопляних відходів, до 12 %, що, відповідно до ГОСТ 13342-77, забезпечує тривале його зберігання.

Одним із головних чинників, які визначають доцільність запропонованої технології, є собівартість порошку з картопляних відходів. Вона в першу чергу визначається обраним способом сушіння як найбільш енерговитратної стадії.

У промисловості сушіння пастоподібної сировини здійснюється декількома способами. Одним із найбільш розповсюджених є кондуктивний спосіб, що здійснюється на вальцьових сушарках. Його суть полягає у нанесенні продукту тонкою плівкою на металеву циліндричну поверхню обертового барабана, яку підігрівають парою чи електричними нагрівачами. Завдяки тонкому шару продукту й інтенсивному теплопідведенню сушіння триває декілька хвилин, це залежить від властивостей продукту. Висушений продукт у вигляді пластівців чи стрічки знімають із барабана за допомогою скребкового пристрою. Описаний спосіб сушіння використовується для сушіння картопляного пюре [2, 3], фруктового пюре, зокрема яблучного [4]. Недоліком вальцьової сушарки є використання пари як теплоносія та непродуктивні втрати енергії на нагрів вільної поверхні барабана. Частково ці недоліки усунули автори [5], які запропонували нову конструкцію завантажувального пристрою та скребкового ножа і встановили вентилятор для охолодження поверхні барабана.

Широке розповсюдження також отримав конвективний спосіб сушіння, який реалізується на конвеєрних, вихрових і розпилувальних сушарках, а також сушарках із псевдозрідженим і віброкиплячим шаром. Конвеєрні сушарки мають металевий чи дерев'яний корпус, у якому розміщені один над одним декілька конвеєрних транспортерів, сітчасті стрічки яких виконані з антикорозійної сталі [2, 3]. Перед сушінням на конвеєрних сушарках з пастоподібного продукту формують циліндричні гранули (при виробництві картопляних гранул – діаметр до 3 мм, довжина до 30 мм). Підігрів повітря у сушарці здійснюють парою за допомогою ребристих калориферів, встановлених під кожною стрічкою (в деяких модулях вста-

новлені вентилятори для видалення вологи), або за допомогою електричних калориферів, які продуваються повітрям за допомогою вентиляторів. У процесі руху за допомогою спеціальних пристроїв сировину зворушують, це сприяє механізації процесу сушіння, регулюванню основних оптимальних для різних видів сировини параметрів процесу та отриманню продукції високої якості. Недоліком цих сушарок є громіздка конструкція, незначна продуктивність, неоднорідний за якістю продукт і великі втрати теплоти з відпрацьованим повітрям.

Останнім часом для сушіння харчових продуктів найбільш перспективними вважаються способи сушіння за допомогою мікрохвильового та інфрачервоного теплопідведення. Вони мають ряд переваг над традиційними для більшості вітчизняних виробництв конвективним і кондуктивним способами теплопідведення – об'ємний характер теплопідведення, що забезпечує менші енерговитрати та кращу якість продукції; простота експлуатації та автоматизації; можливість забезпечення вологовмісту до 1–2 %; немає потреби в обладнанні для утилізації теплоти відпрацьованого повітря тощо.

Так, у праці [6] проведені експериментальні дослідження з сушіння картопляного пюре при комбінованому кондуктивно-радіаційному теплопідведенні. Дослідження виконувались на стенді, який являє собою вальцьову сушарку зі встановленим над барабаном блоком інфрачервоних випромінювачів для інтенсифікації процесу сушіння. Для дослідження використовували сорти картоплі Невський, Луговський, Андретта. Температура поверхні барабана змінювалася в межах 95–170 °С. Тривалість інфрачервоного опромінення варіювали в межах 0–24 с, щільність теплового потоку становила 10–50 кВт/м². Результати досліджень показали, що при оптимальних параметрах сушіння тривалість процесу зменшена на 29 %, енерговитрати – на 19 %, вміст вітаміну С вище на 7–9 % у порівнянні з традиційним кондуктивним сушінням картоплі на вальцьовій сушарці.

Ці дослідження, а також проведений огляд літературних джерел зі способів сушіння

пастоподібних харчових продуктів дозволив нам обрати для сушіння пюре з відходів картопляного виробництва спосіб з радіаційним теплопідведенням. Однак, незважаючи на ефективність запропонованого авторами [6] кондуктивно-радіаційного способу сушіння картопляного пюре, у випадку з сушінням попередньо замороженого продукту утворюється значна кількість редуруючих сахарів, що підвищує адгезію (налипання) продукту на гарячу металеву поверхню. Складність відділення такого продукту від поверхні нагрівання, як показали наші експериментальні дослідження,

зумовлює його низьку якість. Тому в результаті ми обрали радіаційний спосіб сушіння пюре у тонкому нерухомому шарі не на металевій, а на фторопластовій поверхні, яка забезпечує відсутність налипання продукту [7].

Метою статті є дослідження впливу режиму радіаційного сушіння пюре з картопляних відходів на якість готового продукту.

Дослідження обраного способу сушіння проводилися на експериментальному стенді, принципова схема якого зображена на рис. 1.

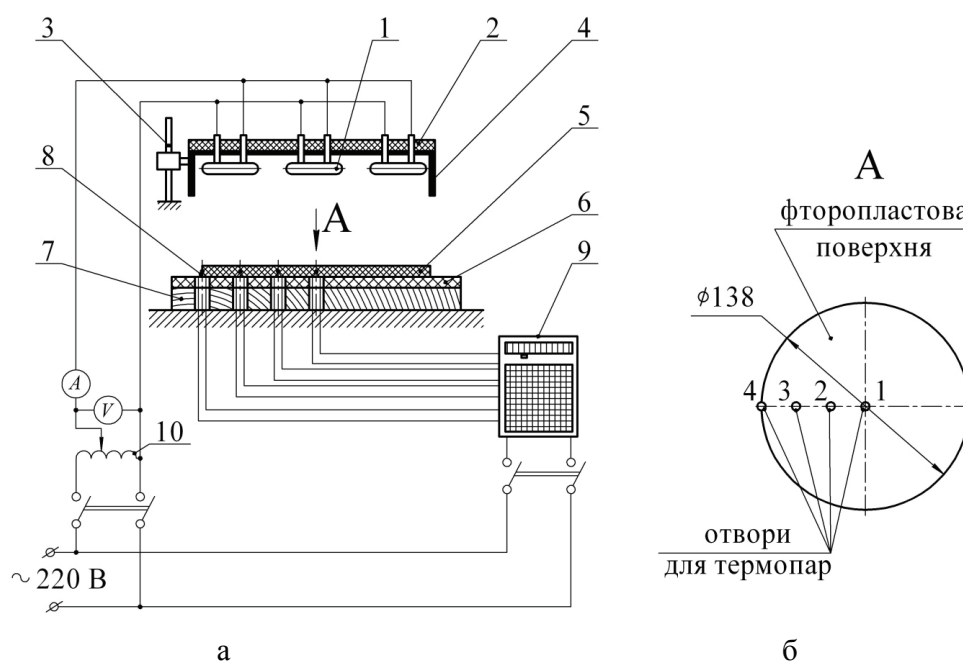


Рис. 1. Принципова схема експериментального стенду для дослідження сушіння пюреподібних продуктів (а) та схема встановлення термопар (б):
1 – ТЕН, 2 – теплоізоляція, 3 – стійка, 4 – відбивач, 5 – продукт, 6 – фторопластова пластина, 7 – дерев'яна основа, 8 – термопара, 9 – потенціометр, 10 – автотрансформатор

Стенд складається з таких основних вузлів: блоку ІЧ-випромінювачів, блоку вимірювання температур, блоку електричного живлення з вимірювальними приладами, дерев'яної основи з круглою фторопластовою пластиною.

Температура у різних точках продукту визначалась за допомогою хромель-копельових термопар і фіксувалась на діаграмній стрічці потенціометра КСП-4. Схема встановлення термопар наведена на рис. 1, б.

Досліджували відходи від переробки картоплі, попередньо подрібнені у пюре, замороже-

ні та розморожені до кімнатної температури. На підставі експериментальних даних побудовані криві сушіння, швидкості сушіння та температури в у різних точках продукту.

Досліди проводили при температурі повітря у приміщенні 19–21 °С, початковому вологовмісті продукту 317 %, питомому навантаженню продукту на фторопластову пластину 2,33 кг/м². Основним режимним параметром, що визначає інтенсивність теплопідведення під час сушіння з радіаційним теплопідведенням, є щільність теплового потоку. Досліди

проводилися при значенні цього параметра в межах 875–1725 Вт/м².

Для оцінки зміни температурного поля продукту в процесі сушіння розглянемо його термограми (рис. 2–4). На всіх рисунках номери кривих відповідають термопарам на рис. 1, б.

На термограмах проглядаються періоди прогрівання (опукла ділянка на початку кривих), лінійного видалення вологі (полога ділянка) та спадаючої швидкості сушіння (опукла ділянка у кінці кривих).

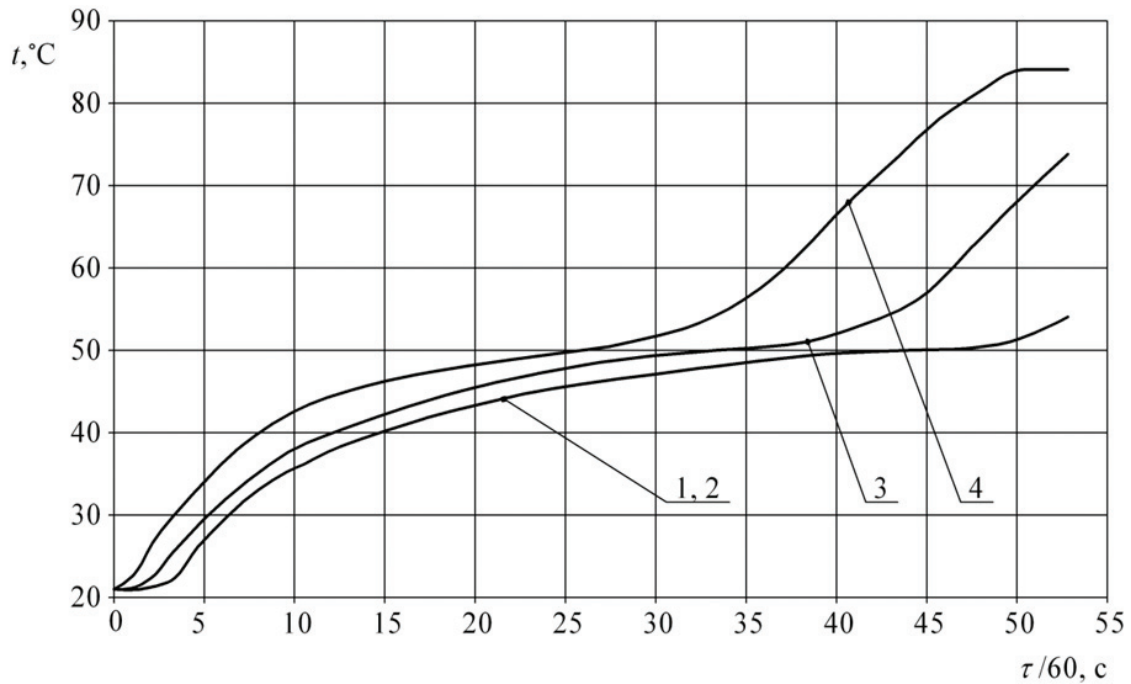


Рис. 2. Термограми продукту при щільності теплового потоку 875 Вт/м²

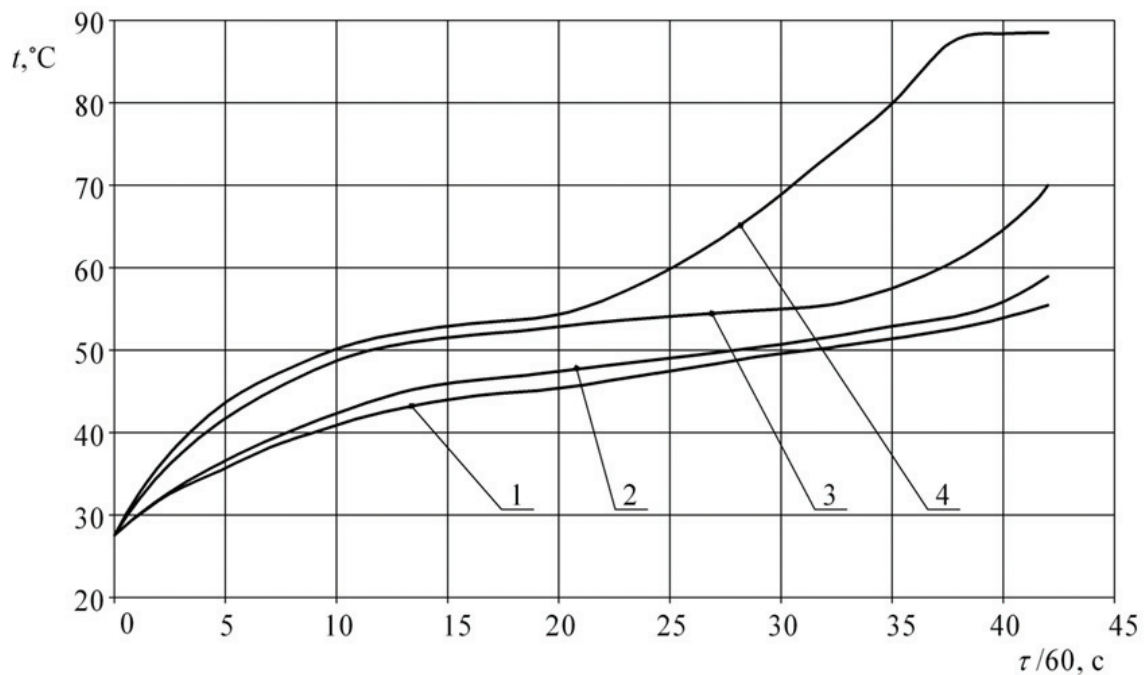


Рис. 3. Термограми продукту при щільності теплового потоку 1250 Вт/м²

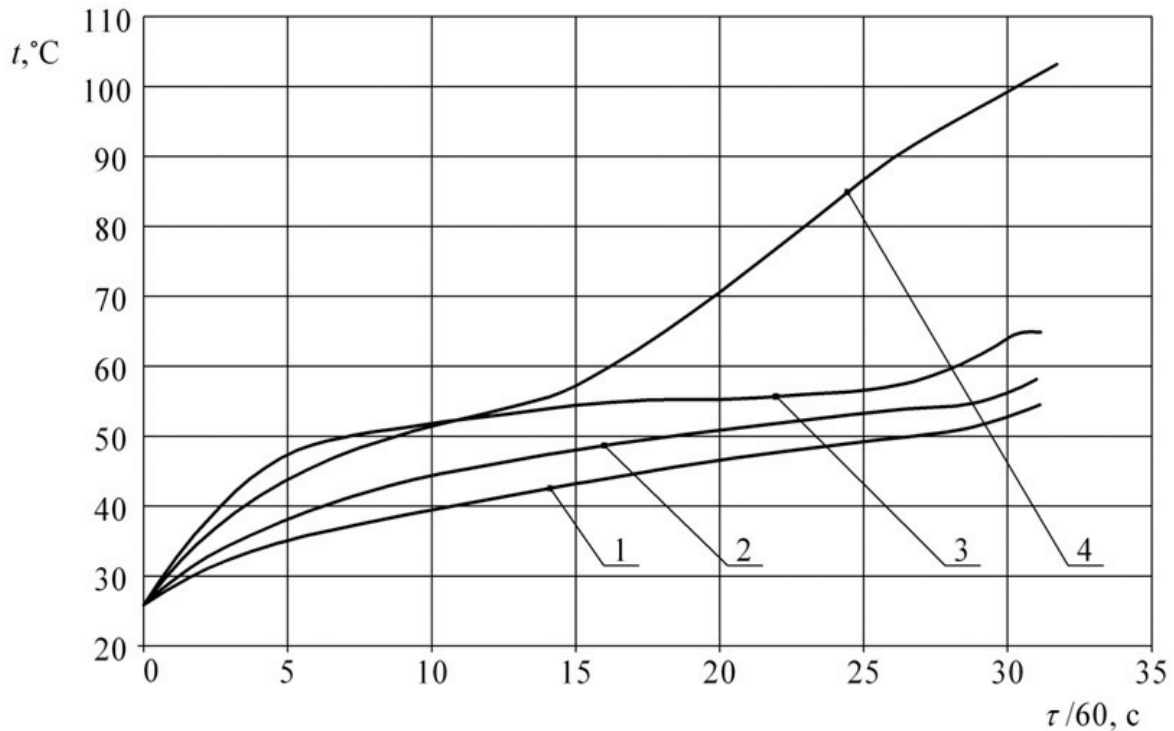


Рис. 4. Термограми продукту при щільності теплового потоку 1625 Вт/м^2

Аналіз усіх рисунків свідчить про значну нерівномірність температурного поля, особливо у періоді спадаючої швидкості сушіння. До того ж, можна констатувати певні тенденції: по-перше, при наближенні термопари до периферії шару продукту температура у відповід-

ній зоні зростає; по-друге, температурні градієнти збільшуються при підвищенні щільності теплового потоку. Більш наочно це видно на кривих зміни максимального градієнта температури (різниця між температурами термопар 4 і 1) за часом (рис. 5).

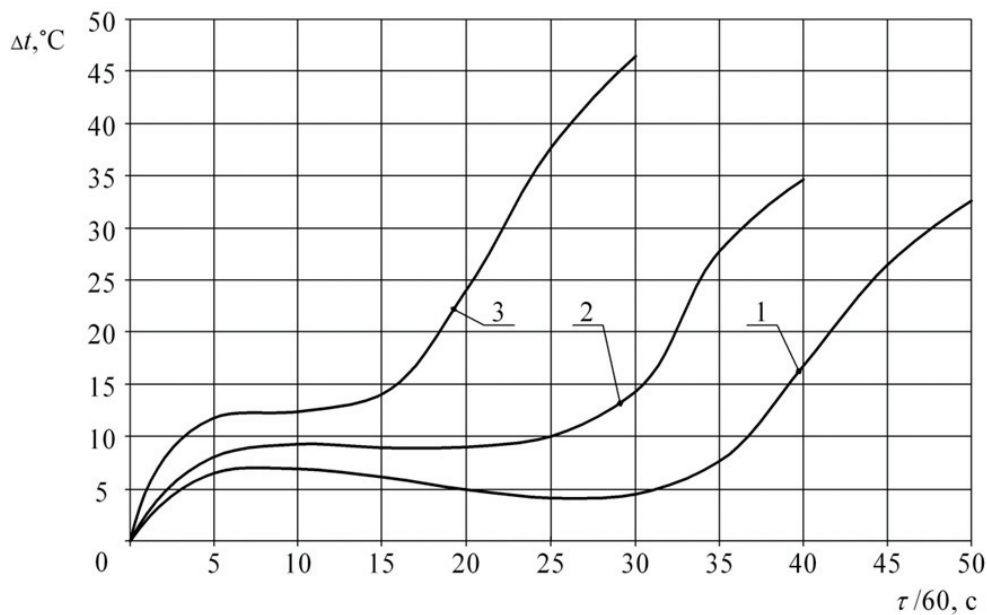


Рис. 5. Криві зміни максимального градієнта температури за часом:

1 – 875 Вт/м^2 ; 2 – 1250 Вт/м^2 ; 3 – 1625 Вт/м^2

Відповідний характер має і якість готового продукту. Так, при щільності 875 Вт/м² він має рівномірний колір кремовий колір, відсутні зони підгоряння. При щільності 1250 Вт/м² на периферії шару продукту з'являється кільцева зона шириною біля 15 мм з більш темним кольором, характерним для процесів карамелізації і меланоїдіноутворення при відповідних температурах продукту у цій зоні. Ще більші розміри приймає ця зона при щільності 1625 Вт/м². Це свідчить про неоднорідність щільності теплового потоку для даної експериментальної установки у горизонтальному напрямі. Ця неоднорідність, судячи зі збільшення зони підгоряння при зменшенні відстані між продуктом і блоком ТЕНів, змінюється також у вертикальному напрямі. Для кількісної оцінки ступеня теплового впливу на продукт та нерівномірності температурного поля за кривими на рис. 2–5 визначені два показники – середньоінтегральна температура продук-

ту і середньоінтегральний температурний градієнт в процесі сушіння. Для визначення цих показників використовувався графічний комп'ютерний пакет КОМПАС.

Як показав ряд досліджень [8, 9], перший показник добре корелює з показниками якості сушених продуктів рослинного походження, тому його можна використовувати для орієнтовної оцінки впливу режиму сушіння на якість продукту. Значення обчислених показників наведені в табл. 1. Їх зіставлення з органолептичними показниками продукту при різних значеннях щільності теплового потоку дозволяє рекомендувати режими теплової обробки з середньоінтегральним градієнтом не вище 10 °С, що забезпечить відсутність зон підгоряння продукту.

Слід зазначити, що в усіх дослідах продукт відділявся від фторопластової поверхні самостійно під час сушіння, навіть при утворенні зони підгоряння.

Таблиця 1

Зведена таблиця даних з сушіння пюре з картопляних відходів при різних значеннях щільності теплового потоку

Показник	Визначення щільності і силового потоку		
Щільність теплового потоку, Вт/м ²	875	1250	1625
Тривалість сушіння, хв	33	42	51
Середньоінтегральна температура продукту, °С	46,7	51,2	51,7
Середньоінтегральний температурний градієнт, °С	10	13,1	20,8

Таким чином, можна зробити ряд висновків за проведеними дослідженнями:

- на процес сушіння картопляного пюре при радіаційному теплопідведенні суттєво впливає рівномірність теплового потоку, яка визначається формою джерел інфрачервоного випромінювання та відбивачів, а також відстанню до від них до продукту;
- в умовах нерівномірного теплового потоку вплив режиму сушіння на якість продукту можна приблизно оцінити двома показниками: середньоінтегральною температурою продукту та середньоінтегральним температурним градієнтом; відсутність зон підгоряння дослідженого картопляного пюре забезпечується при середньоінтегральних температурних градієнтах не вище 10 °С;

- застосування фторопластової поверхні, на якій розташовується продукт під час сушіння, забезпечує легке його відділення, що є проблемою при кондуктивному теплопідведенні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вторичные материальные ресурсы пищевой промышленности: справочник. – М.: Экономика, 1984. – 328 с.
2. Сушеные овощи и фрукты: монография / В. А. Воскобойников [и др.]. – М.: Пищевая пром-сть, 1980. – 190 с.
3. Кац З. А. Производство сушеных овощей, картофеля и плодов: монография / З. А. Кац. – М.: Пищевая пром-ть, 1976. – 198 с.
4. Пат. 3204141 ФРГ, МКИ А 23 L 1/212. Verfahren zur Herstellung von schnellloslichem keimarmem

- Gemusepulver / Braeutigam Frank (ФРГ). – № Р 3204141.1. – Заявлено 6.02.82; опубл. 18.08.1983 р. – 2 с.
5. Пат. України № 24915, МПК (2007) F 26B 17/28. Сушарка для пюреподібних матеріалів / Поперечний А. М., Варваріна Н. М., Сич М. І.; заявник і власник Донецьк. нац. ун-т економ. і торг. ім. Михайла Туган-Барановського. – Заявл. 11.12.2006; опубл. 25.07.2007, Бюл. № 11. – 4 с. : іл.
 6. Волончук С. К. Энергосберегающие технологии переработки растительного сырья / С. К. Волончук, А. Н. Сапожников, Л. П. Шорникова // Ползуновский вестник. – Барнаул : АлтГТУ, 2011 г. – Вып. 2/1. – С. 166–171.
 7. Ларионов Б. А. Экспериментальная установка для диспергирования и сушки картофельного пюре / Б. А. Ларионов, Б. Л. Шапиро // Консервная и овощесушильная промышленность. – М. : Пищевая пром-ть, 1979. – С. 30–32.
 8. Гришин М. А. Интенсификация процесса сушки пищевых растительных материалов : автореф. дис. на соискание науч. степени д-ра техн. наук / М. А. Гришин. – Одесса, 1973. – 313 с.
 9. Поперечний А. М. Вплив температури повітря на показники якості сушених продуктів / А. М. Поперечний, І. В. Жданов // Обладнання та технології харчових виробництв : темат. зб. наук. пр. – Донецьк : ДонНУЕТ, 2011. – Вып. 26. – С. 434–440.

УДК 637.147:613.262

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕРМІНІВ ЗБЕРІГАННЯ НАПІВФАБРИКАТУ НА ОСНОВІ ЗНЕЖИРЕНОГО МОЛОКА З ВИКОРИСТАННЯМ ЕКСТРАКТУ КОРЕНЯ СОЛОДКИ

В. А. Гніщевич, доктор технічних наук; Н. В. Кравченко

На даний момент майже кожен споживач стикається з проблемами якості молочної, кисломолочної та масложирової продукції. Особливо тепер, коли в умовах складної економічної ситуації виробництво зорієнтоване здебільшого на відчутний і швидкий економічний ефект. Тому постає проблема збереження вітчизняного досвіду виробництва молочних продуктів. А створення новітніх технологій напівфабрикатів з високою біологічною цінністю та низькою калорійністю, подовженими строками зберігання, підвищеної якості, поліпшеної структури є актуальним питанням для підприємств молочної промисловості.

З метою отримання якісної десертної продукції із достатньо низькою собівартістю, а також для скорочення технологічного процесу їх виробництва був розроблений напівфабрикат на основі знежиреного молока, у складі якого використано екстракт кореня солодки [1].

Метою статті є дослідження показників якості та наукове обґрунтування термінів зберігання напівфабрикату на основі знежиреного молока з використанням екстракту кореня солодки.

Якість продукції слід розуміти як сукупність властивостей продукції, що зумовлюють її придатність до подальшої обробки або вживання, безпеку для здоров'я споживачів, стабільність складу і споживчих властивостей [2].

У процесі зберігання напівфабрикату протікають різноманітні фізико-хімічні процеси, які впливають на якість готової продукції, тому вивчення поведінки розробленого напівфабрикату при зберіганні є необхідним.

З метою дослідження напівфабрикат зберігали в умовах, що використовують для зберігання сухих молочних продуктів (при температурі 18–20 °С та вологості повітря не більш 75 %). Контроль якості напівфабрикату здійс-