

tracts from the chokeberry fruits reduce actively the surface-tension of water. Studies have been carried out on the possibility of a complete replacement of egg products (melange) in the recipe for shortbread dough for an aqueous extract of dried fruits of chokeberry with $w = 5\%$.

Key words: shortcrust dough, shortcrust semifinished product, chokeberry, rheological properties, surface tension.

DOI : 10.33274-2079-4827-2018 -37-2-23-29
УДК 664.66:633/6

Попова С. Ю., канд. техн. наук, доцент¹

Слащева А. В., канд. техн. наук, доцент¹

Пусікова О. А., асистент

Яріна А. О., студент¹

¹ Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського, м. Кривий Ріг, Україна, e-mail: Popova@donnuet.edu.ua

НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ПРИСКОРЕНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДРІЖДЖОВОГО НАПІВФАБРИКАТУ

UDC 664.66:633/6

*Popova S. Yu., PhD in Engineering sciences,
Associate Professor¹*

*Slashcheva A. V., PhD in Engineering sciences,
Associate Professor¹*

Pusikova O. A., Assistant Professor¹

Yarina A. O., Student¹

¹ Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky (Krivyi Rig, Ukraine), e-mail: Popova@donnuet.edu.ua

SCIENTIFIC SUBSTANTIATION AND DEVELOPMENT OF ACCELERATED TECHNOLOGY OF YEAST SEMI-FINISHED PRODUCT

Мета. Метою роботи є наукове обґрунтування і розроблення прискореної технології дріжджового напівфабрикату з використанням вторинних продуктів переробки картоплі (ВППК).

Методи. Дослідження фракційного складу цукрів вторинних продуктів переробки картоплі проводили спектрополяриметричним методом. Для розрахунку питомих оптичних активностей вуглеводів вторинних продуктів переробки картоплі було використано експериментальну установку виміру кута повороту площини поляризації розчинів. Визначення питомих оптичних активностей вуглеводів ВППК за різних довжин хвиль проводили шляхом виміру кута повороту площини поляризації еталонних розчинів з відомою концентрацією відповідно до закону Біо. Експериментальні дослідження сушіння ВППК проводили радіаційним способом у тонкому нерухомому шарі на фторопластовій поверхні, яка забезпечує відсутність налипання продукту на поверхню пластини. Кінцевий вологовміст сухої картопляної добавки (СКД) визначали методом висушування до постійної маси за допомогою сушильної шафи СНОЛ 3,5.3,5.3,5/3,5 И2.

Результати. Запропоновано використання вторинних продуктів переробки картоплі в технології дріжджового напівфабрикату. Проведені експериментальні дослідження дозволили розробити прискорений спосіб приготування дріжджового тіста, який передбачає додавання добавки у дріжджову суспензію. Відповідно до мети було запропоновано модель технологічного процесу одержання сухої картопляної добавки (СКД) та рецептуру дріжджового напівфабрикату, виготовленого прискореним способом.

Надійшла до редакції 12.10.2018 р.

© С. Ю. Попова, А. В. Слащева, О. А. Пусікова,
А. О. Яріна, 2018

Ключові слова: вторинні продукти переробки картоплі, суха картопляна добавка, редукуючі цукри, оптично активні вуглеводи, рецептурний склад.

Постановка проблеми. Актуальність даної роботи обумовлена необхідністю створення прискореної технології дріжджового тіста для хлібопекарної промисловості шляхом використання добавки із ВППК як джерела легкозасвоюваних цукрів, що дозволяє форсувати технологічний процес тістоутворення за рахунок попередньої активації дріжджів (ПАД). Використання добавки із ВППК в технологіях хлібобулочних виробів із дріжджового тіста дозволить не тільки раціонально використовувати сировинні ресурси, а й створити прискорену технологію дріжджового тіста без використання небезпечних речовин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розвиток цього наукового напрямку пояснюється тим, що прискорена технологія дозволяє налагодити випікання продукції широкого асортименту навіть на підприємствах невеликої потужності, що є досить актуальним [1; 2]. Ця технологія дозволяє оперативно реагувати на вимоги ринку щодо задоволення населення свіжими виробами та створювати нові пекарні зі скороченим технологічним циклом.

Дослідженням в галузі покращення якості хлібобулочних виробів присвячені роботи Н. П. Козьміної, Н. М. Семіхатової, Л. І. Пучкової, В. І. Дробот, В. М. Ковбаси, М. І. Пересічного, С. Г. Козлової, Л. Я. Ауерман, Л. П. Пашенко та інших.

Тому подальший розвиток наукових досліджень, спрямованих на удосконалення технології виробництва дріжджового тіста з метою поліпшення якості продукції та вирішення сучасних проблем пекарної промисловості, є актуальним.

Найбільш актуальними в технологіях дріжджових виробів в малих пекарнях є прискорені способи тістоведіння [3; 4]. Таким чином, розвиток хлібопекарського виробництва за рахунок будівництва малих пекарень є перспективним, а створення нових технологій дріжджових виробів для них є актуальним напрямком.

У технологічній практиці виробництва дріжджового тіста для хлібопекарних виробництв найбільш актуальним напрямком, скорочення виробничого циклу одержання дріжджового тіста, яке відбувається за рахунок активації дріжджів поживними середовищами. Розрізняють хімічні та фізичні способи активації дріжджових клітин. Так, наприклад, авторами [5] запропоновано спосіб приготування тіста з використанням плазмохімічно активованих водних розчинів.

Відомий спосіб активації дріжджового тіста, що передбачає витримування дріжджів у водному розчині мікробного полісахариду ксампану, взятого в кількості 0,05–0,15 % до маси борошна, за температури 35 °С протягом 40–60 с. Полісахариди рослинного та мікробного походження сприяють поліпшенню фізико-хімічних та реологічних властивостей тіста, при цьому спостерігається підвищення виходу виробів та уповільнення процесів черствіння [6].

Групою дослідників [7] запропоновано спосіб одержання дріжджового тіста, який включає активацію дріжджів у водно-борошняно-дріжджовій суспензії на основі ячмінного борошна, яку витримують протягом (30...35)·60 с за температури 18...25 °С. Технологічний ефект полягає у скороченні часу бродіння тіста на 20–40 %.

Мета статті — наукове обґрунтування та розробка прискореної технології виробництва дріжджового тіста з використанням сухої картопляної добавки.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розробка прискореної технології дріжджового тіста за рахунок введення у рецептуру вторинних продуктів переробки картоплі має на меті поліпшення якісних показників борошняних виробів та інтенсифікацію технологічного процесу їх виробництва.

Огляд літературних джерел підтвердив доцільність підвищення якості хлібобулочних виробів, інтенсифікацію технологічного процесу їх виробництва на основі використання нетрадиційної сировини та раціонального використання вторинних природних ресурсів.

Але використання нової сировини створює необхідність оцінювання хімічного складу та її зміни під час попередньої обробки й підготування для подальшого застосування, вивчення її фізико-хімічних та технологічних властивостей, а також дослідження впливу

отриманої сухої картопляної добавки на компоненти тіста з метою розробки ефективної технології її використання.

При вивченні літератури з наведеної тематики було відзначено, що на сьогодні вторинні продукти переробки картоплі використовують у технології виробництва крохмалю, а також на корм крупної рогатої худоби. Але у вітчизняній та іноземній літературі не було знайдено опису технології виробництва сухої картопляної добавки, яка виробляється у якості природного цукрозамінника, що отриманий з крохмальної рослинної сировини.

Виходячи з вищевикладеного, нами було проведено серію експериментальних досліджень для наукового обґрунтування нового способу переробки вторинної сировини з метою отримання сухої добавки та подальшого його використання у технологіях харчових продуктів, зокрема дріжджових виробів.

Визначення технологічних параметрів та режимів одержання сухої картопляної добавки із вторинної крохмальної сировини проводили у декілька етапів.

На першому етапі визначали технологічні параметри попередньої обробки вторинної сировини. Спочатку проводили гідромеханічну обробку вторинних продуктів переробки картоплі, потім подрібнювали до пюреподібної маси. У процесі подрібнення крохмальної сировини відбувається зміна кольору продукту, це пов'язано з окисненням поліфенолоксидази та взаємодії крохмальних полісахаридів з киснем повітря. У світовій практиці для попередження цих окисних реакцій використовують попередню обробку продукту аскорбіновою або лимонною кислотами, а також метод сульфатації продукту. Нами було використано метод попередньої обробки розчином лимонної кислоти.

На другому етапі визначали температурні параметри обробки ВППК з метою максимального накопичення редукуючих цукрів. Відомо, що під впливом низькотемпературної обробки відбувається значне накопичення редукуючих цукрів завдяки процесу гідролізу крохмалю, тому визначення тривалості обробки та температурного інтервалу є необхідним.

Заморожування проводили за температур $-400\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-180\text{ }^{\circ}\text{C}$ та $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ з метою встановлення часу, за який відбувається максимальне накопичення редукуючого цукру; результати дослідження наведені на рис. 1.

Із проведених експериментальних досліджень, результати яких зображені на рис. 2, видно, що під впливом низькотемпературної обробки кількість цукру стрімко зростає. Слід зауважити, що коливання температурного діапазону значно впливає на інтенсивність накопичення редукуючих цукрів залежно від часу низькотемпературної обробки. Так, вже через годину в умовах шокowego заморожування відбулось стрімке зростання кількості редукуючих речовин, потім їх кількість стабілізувалась і продовжувала утриму-

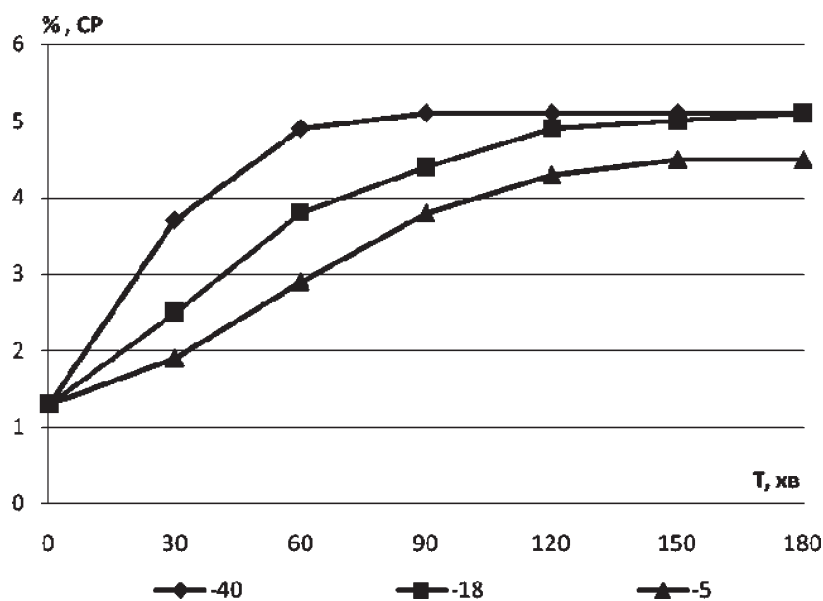


Рисунок 1 — Динаміка накопичення редукуючих цукрів під час холодної обробки

ватись у стабільному значенні. За температури $-180\text{ }^{\circ}\text{C}$ така сама кількість цукру утворилась дещо пізніше, через 2 години, потім також стабілізувалась, а за температури $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ за три години кількість редуруючих речовин так і не досягла свого максимального значення.

Отже, використання апарату шокового заморожування або низькотемпературної секції на лінії переробки вторинних продуктів переробки картоплі є виправданим з точки зору збереження енергоємності.

Подальші дослідження вели у напрямку визначення фракційного складу цукру, який утворився під час низькотемпературної обробки. Дослідження проводили методом високоефективної рідинної хроматографії на приладі Shimadzu LC20 Prominence. Отримані результати досліджень наведені в табл. 1.

Таблиця 1 — Концентрації оптично активних вуглеводів у розчинах картоплі

Вуглевод	Вторинні продукти переробки картоплі		Суша картопляна добавка	
	Концентрація, С, %	Маса, m, г	Концентрація, С, %	Маса, m, г
Цукроза	29,84	0,3916	0,83	0,04248
Фруктоза	5,41	0,0710	28,98	1,47578
Мальтоза	—	—	40,16	2,04473
Глюкоза	64,75	0,8499	29,98	1,52650
Декстрин	—	—	<0,05	0,00241
Разом:	100,00	1,3125	100,00	5,0919

Принципова технологічна схема експерименту передбачає, що після встановлення тривалості та температури попередньої заморозки ВППК і визначення фракційного складу цукрів, що утворились, необхідно підібрати раціональний режим сушки отриманої суміші.

Наступним етапом дослідження стала серія експериментальних досліджень для наукового обґрунтування способу виробництва сухої картопляної добавки, отриманої із вторинних продуктів переробки картоплі. Адже використання замороженого продукту не зовсім зручно для підприємств як малої, так і великої потужності, а також сухі продукти більш зручні під час зберігання і мають більш тривалий термін зберігання.

Проведений огляд способів сушіння пастоподібних харчових продуктів дозволив обрати для сушіння пюре з відходів картопляного виробництва спосіб із радіаційним теплопідведенням. Адже у нашому випадку в результаті попереднього заморожування продукту утворюється значна кількість редуруючих цукрів, що підвищує налипання продукту на гарячу металеву поверхню у процесі кондуктивного сушіння. Складність відділення такого продукту від поверхні нагрівання, як показали наші експериментальні дослідження, зумовлює його низьку якість. Тому в результаті нами обрано радіаційний спосіб сушіння пюре у тонкому нерухомому шарі на фторопластовій поверхні, яка забезпечує відсутність налипання продукту.

Досліджувались зміна вологовмісту продукту та його температурне поле, причому ці дослідження проводились окремо. Для визначення зміни вологовмісту з інтервалом у одну хвилину пластина із продуктом зважувалася на аналітичних електронних терезах SNUG II-300 з точністю 0,01 г. Кожний дослід проводився до припинення зміни маси пластини з продуктом. За методом висушування до постійної маси відповідно визначався вологовміст продукту до і після сушіння. При цьому бюкси з подрібненим продуктом досушувались у сушильній шафі СНОЛ 3,5.3,5.3,5/3,5 И2, що обладнана автоматичним регулятором температури, за її значення $130 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Дослідження температурного поля продукту проводили без періодичного зважування при встановлених термopарах. Усі дослідження проводили тричі, результати усереднювались.

На підставі експериментальних даних побудовані криві сушіння, швидкості сушіння та температури в різних точках продукту (термограми).

На рис. 2 наведені криві сушіння та швидкості сушіння пюре з картопляних відходів за різних значень щільності теплового потоку ІЧ-випромінювання.

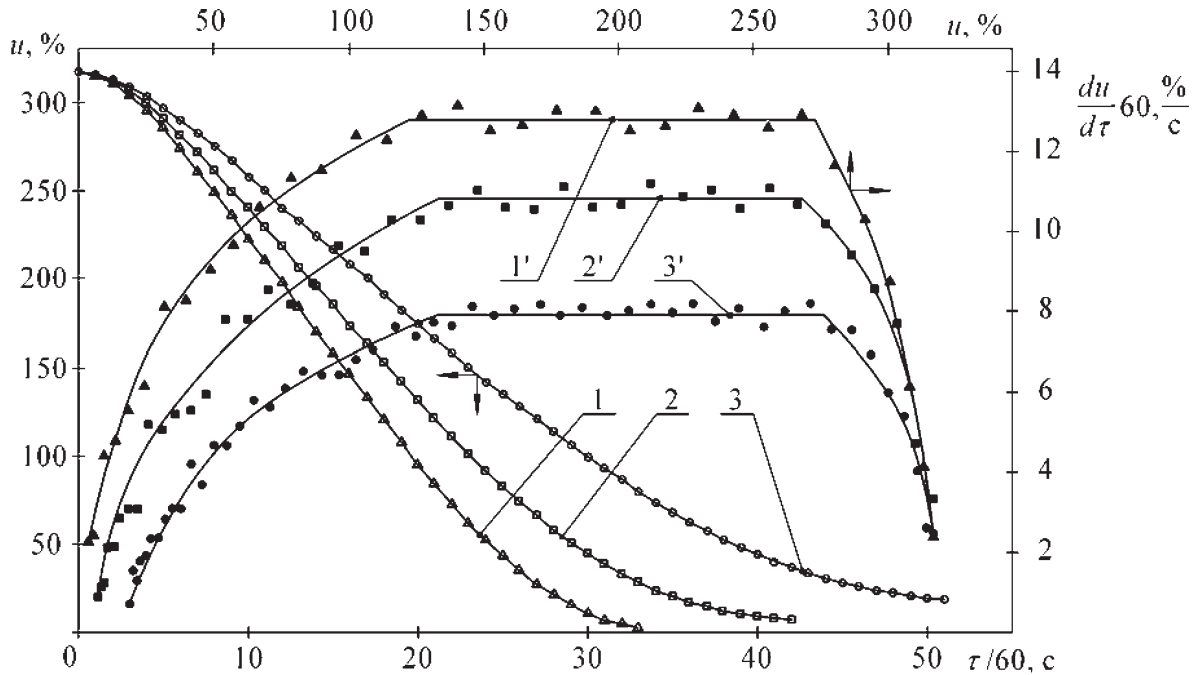


Рисунок 2 — Криві сушіння (1–3) та швидкості сушіння (1'–3') пюре з картопляних відходів за різних значень щільності теплового потоку ІЧ-випромінювання: 1, 1' — 1625 Вт/м²; 2, 2' — 1250 Вт/м²; 3, 3' — 875 Вт/м²

Досліди проводили за температури повітря у приміщенні 19–21 °С, початковому вологовмісті продукту 317 %, питомому навантаженню продукту на фторопластову пластину 2,33 кг/м².

Криві швидкості сушіння побудовані шляхом графічного диференціювання кривих сушіння.

Аналіз кривих показує, що процес сушіння проходить у три періоди — прогрівання (невеличка опукла до верхньої горизонтальної осі ділянка на початку кривих), лінійної зміни вологовмісту та спадаючої швидкості сушіння. Значення критичного вологовмісту, що розділяє другий та третій періоди, лежить в межах 122,1–132,9 % залежно від щільності теплового потоку ІЧ-випромінювання. Найбільш тривалою на кривих сушіння є ділянка лінійної зміни вологовмісту, під час якої, разом з ділянкою прогрівання, видаляється в основному вільна вода.

Як показують криві, інтенсивність сушіння значно залежить від щільності теплового потоку. Так, при підвищенні її з 876 до 1625 Вт/м² тривалість процесу зменшується відповідно з 51 до 33 хв. Прискорення сушіння при цьому відбувається в основному у періоді лінійної зміни вологовмісту. Так, постійна швидкість сушіння у цьому періоді підвищується, відповідно, з 7,92 до 12,8 %/хв. З урахуванням того, що така інтенсифікація процесу досягнута за рахунок зменшення висоти розташування блоку ТЕНів з 0,096 до 0,051 м за однакових значень потужності електричного живлення, очевидним є зменшення при цьому питомих енерговитрат та збільшення продуктивності установки пропорційно зменшенню тривалості процесу сушіння. Тобто з позицій вищевказаних показників оптимальною є найменш можлива з технічних міркувань відстань між блоком ТЕНів та продуктом.

Інший характер впливу має підвищення щільності теплового потоку на якість продукту. Так, при 875 Вт/м² готовий продукт має рівномірний кремовий колір, відсутні зони підгоряння продукту. При 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 за відповідних температур продукту у цій зоні. Ще більші розміри приймає ця зона при 1625 Вт/м². Це свідчить про неоднорідність щільності теплового потоку для даної експериментальної установки у гори-

зонтальних площинах. Ця неоднорідність, судячи зі збільшення зони підгоряння при зменшенні відстані між продуктом і блоком ТЕНів, змінюється також у вертикальному напрямі.

Наступним етапом досліджень була розробка прискореної технології виробництва борошняних виробів з використанням сухої картопляної добавки.

Висновки. Запропонований нами спосіб приготування дріжджового тіста з попередньою активацією дріжджового середовища дозволить значно скоротити процес адаптації дріжджів до умов середовища та інтенсифікувати процес бродіння тіста.

Одержання борошняних виробів з використанням сухої картопляної добавки проводили у такий спосіб.

Активацію дріжджів проводили за температури 30–32 °С впродовж (18–20) • 60 с, для цього підготовлену суху картопляну добавку вводять у попередньо розчинені у воді дріжджі. Після закінчення активації вводять залишок рецептурної води, борошно, маргарин та проводять замішування тіста впродовж (10–15) • 60 с, потім тістовий напівфабрикат залишають для бродіння на (60–90) • 60 с за температури 30–35 °С, в процесі якого проводять обминання тіста декілька разів. Тісто, що збродило, підлягає розділенню, формуванню, випіканню, охолодженню та пакуванню.

Проведений комплекс досліджень дозволив науково обґрунтувати рецептурний склад борошняних виробів з використанням сухої картопляної добавки.

Таким чином, можна зробити наступні висновки: проведені експериментальні дослідження дозволили розробити прискорений спосіб приготування дріжджового тіста з використанням попередньої активації дріжджів. Спосіб покладено в основу виробництва хлібобулочних виробів зі скороченим часом тістоутворення до 35–40 %.

Список літератури/References

1. Лебеденко, Т. Є., Кожевнікова, В. О., Соколова, Н. Ю. Удосконалення процесу активації дріжджів шляхом використання фітодобавок // Харчова наука і технологія. 2015. № 2 (31). С. 25–33, doi : 10.15673/2073–8684.31/2015.44264

Lebedenko, T. E., Kozhevnikova, V. O., Sokolova, N. Yu. (2015). *Udoskonalennya protsesu aktivatsiyi drizhdzhiv shlyahom vikoristannya fitodobavok* [Improving the activation process of the yeast through the use of herbal supplements]. *Kharchova nauka i tekhnolohiia* [Food science and technology], no. 2 (31), pp. 25–33. doi : 10.15673/2073–8684.31/2015.44264.

2. Furlán, L. T., Padilla, A. P., Campderrós, M. E. (2015). Improvement of gluten-free bread properties by the incorporation of bovine plasma proteins and different saccharides into the matrix. *Food Chemistry*, vol. 170, pp. 257–264. doi : 10.1016/j.foodchem.2014.08.033.

3. Пашченко Л. П. Биотехнологические основы производства хлебобулочных изделий. Москва : Колос, 2002. 368 с.

Pashchenko, L. P. (2002). *Biotehnologicheskie osnovy proizvodstva hlebobulochnykh izdelii* [Biotechnological basis for the production of bakery products]. Moscow, Kolos Publ., 368 p.

4. Дробот В. І. Технологія хлібопекарського виробництва. Київ : Техніка, 2006. 408 с.
Drobot, V. I. (2006). *Tekhnolohiia khlibopekarskoho vyrobnytstva* [Baking production technology]. Kyiv, Tekhnika Publ., 408 p.

5. Півоваров О. А., Миколенко С. Ю., Тищенко Г. П. Мікроструктурні особливості тіста на основі розчинів, підданих дії контактної нерівноважної плазми // Харчова наука і технологія. 2012. № 1 (18). С. 67–70.

Pivovarov, O. A., Mykolenko, S. Yu., Tyshchenko, H. P. (2012). *Mikrostrukturni osoblyvosti tista na osnovi rozchyniv, pidpanykh dii kontaktnoi nerivnovazhnoi plazmy* [Microstructural features of the dough based on solutions subjected to contact non-equilibrium plasma]. *Kharchova nauka i tekhnolohiia* [Food Science and Technology], no. 1 (18), pp. 67–70.

6. Козлова С. Г., Лисюк Г. М., Самохвалова О. В., Гвоздяк Р. І., Воцелко С. К. Спосіб виробництва дріжджового тіста : Пат. 35433 Україна, МПК А 21 D 8/00, 8/02 / заявник та патентовласник Харківська державна академія технологій та організації харчування (Україна). № 99105595; заявл. 13.10.1999 р.; опубл. 15.03.2001 р. Бюл. № 2. 3 с.

Kozlova, S. H., Lysiuk, H. M., Samokhvalova, O. V., Hvozdiak, R. I., Votselko, S. K.; assignee: Kharkiv State Academy of Technology and Organization of Nutrition (Ukraine). (2001). *Sposib vyrobnytstva drizhdzhovoho tista* [Method of producing yeast dough]. Patent of Ukraine № 35433, МРК А 21 D 8/00, 8/02. Appl. № 99105595. Filed 13.10.1999. Bull. no. 2, 3 p.

7. Сафонова О. М., Гавриш Т. В., Перцевий Ф. В., Панченко І. А. Спосіб одержання дріжджового тіста : Пат. 50178 Україна, МПК А 21 D 8/02 / заявник та патентовласник Сафонова О. М., Гавриш Т. В., Перцевий Ф. В., Панченко І. А. (Україна). — № 2001117630; заявл. 08.11.2001; опубл. 15.10.2002 р. Бюл. № 10. — 2 с.

Safonova, O. M., Havrysh, T. V., Pertsevyi, F. V., Panchenko, I. A. (2002). *Sposib oderzhannia drizhdzhovoho tista* [Method for obtaining yeast dough]. Patent of Ukraine № 50178, МРК А 21 D 8/02. Appl. № 2001117630. Filed 08.11.2001. Bull. no. 10, 2 p.

Цель. Целью работы является научное обоснование и разработка ускоренной технологии дрожжевого полуфабриката с использованием вторичных продуктов переработки картофеля.

Методы. Исследование фракционного состава сахаров вторичных продуктов переработки картофеля (ВППК) проводили спектрополяриметрическим методом. Для расчета удельных оптических активностей углеводов вторичных продуктов переработки картофеля было использована экспериментальная установка измерения угла поворота плоскости поляризации растворов. Определение удельных оптических активностей углеводов ВППК при различных длинах волн проводили путем измерения угла поворота плоскости поляризации эталонных растворов с известной концентрацией согласно закону Био. Экспериментальные исследования сушки ВППК проводили радиационным способом в тонком неподвижном слое на фторопластовой поверхности, которая обеспечивает отсутствие налипания продукта на поверхность пластины. Конечное влагосодержание сухой картофельной добавки (СКД) определяли методом высушивания до постоянной массы с помощью сушильного шкафа СНОЛ 3,5.3.5.3,5 / 3,5 И2.

Результаты. Предложено использование вторичных продуктов переработки картофеля в технологии дрожжевого полуфабриката. Проведенные экспериментальные исследования позволили разработать ускоренный способ приготовления дрожжевого теста, который предусматривает добавление добавки в дрожжевую суспензию. С этой целью была предложена модель технологического процесса получения сухой картофельной добавки (СКД) и рецептура дрожжевого полуфабриката, изготовленного ускоренным способом.

Ключевые слова: вторичные продукты переработки картофеля, сухая картофельная добавка, редуцирующие сахара, оптически активные углеводы, рецептурный состав.

Objective. The aim of the work is the scientific substantiation and development of accelerated technology of semi-finished yeast using secondary products of potato processing.

Methods. Studies of the fractional sugar composition of secondary products of potato processing (SPPP) were carried out by the spectropolarimetric method. In order to calculate the specific optical carbohydrates activities of the SPPP, the experimental installation of the rotation angle measurement of the solutions polarization surface were used. Determination of the specific optical carbohydrates activities at different wavelengths was carried out by rotation angle measurement of the standard solutions polarization surface with a known concentration, according to the law of Bio. Experimental study of drying SPPP was carried out by radiation method in the thin stationary layer on fluoroplastic surface that ensures product sticking absence on the wafer surface. The final moisture content of the dry potato additive (DPA) was determined by drying method to a constant mass using a drying cabinet SNOL 3,5.3.5.3.5/3.5 I2.

Results. The use of secondary products of potato processing in the semi-finished production technology is proposed. The experimental studies have allowed to develop an accelerated method of preparation of yeast dough, which involves the additives addition to the yeast suspension. According to the goal, a model of the technological process of dry potato additive (DPA) obtaining and the recipe of a yeast semi-finished product prepared by an accelerated method was proposed.

Keywords: secondary products of potato processing, dry potato additive, reducing sugar optically active carbohydrates, prescription composition.