
ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

DOI: 10.37734/2518-7171-2020-1-1

УДК 664.68. 641.563

ВИКОРИСТАННЯ ІНУЛІНОВМІСНОЇ СИРОВИНИ В ТЕХНОЛОГІЇ ДІАБЕТИЧНИХ ПІСОЧНИХ ВИРОБІВ

А. Л. РОГОВА, кандидат економічних наук, доцент;

І. В. ЧОНІ, кандидат технічних наук, доцент;

Л. О. ПОЛОЖИШНИКОВА, кандидат технічних наук, доцент

(Вищий навчальний заклад Укоопспілки

«Полтавський університет економіки і торгівлі»);

О. Г. ШИДАКОВА-КАМЕНЮКА, кандидат технічних наук, доцент

(Харківський університет економіки і торгівлі)

Анотація. Одним із способів розширення та покращення асортименту діабетичних борошняних кондитерських виробів може бути використання рослинної сировини, яка має властивість знижувати рівень цукру в крові. До такої сировини відноситься цикорій, до складу якого входить інулін. Метою роботи є розроблення технології пісочного печива з порошком кореня цикорію, дослідження впливу добавки на показники якості готових виробів. Використано стандартні структурно-механічні та фізичні методи. У статті представлені дослідження зразків виробів із різною концентрацією порошку цикорію (5, 10, 15 % до маси пшеничного борошна) та заміною цукру на фруктозу з урахуванням коефіцієнта солодкості. Отже, на основі вивчення фізико-хімічних та органолептичних показників якості встановлено, що вміст порошку цикорію в технології печива на фруктозі має становити 10 ± 2 % від кількості борошна. Добавка поліпшує смак і аромат виробів, надає їм розсипчастої структури. Розробленим виробам притаманна покращена біологічна цінність, а саме збагачення інуліном, який сприяє зниженню рівня цукру в крові.

Ключові слова: діабет, пісочне печиво, порошок цикорію, інулін, вологість, намочуваність, щільність.

Постановка проблеми в загальному вигляді та зв'язок із найважливішими науковими чи практичними завданнями. Найпоширенішим неінфекційним захворюванням, масштаби якого досягли епідеміологічних показників, є цукровий діабет. Поширення даного захворювання має комплекс причин, але значною мірою пояснюється збільшенням

надлишкової маси тіла дорослого та дитячого населення, його низькою фізичною активністю. Неправильне харчування і, як наслідок, ожиріння підвищує ризик захворювання на цукровий діабет 2 типу (ЦД2) в 20 разів [1]. Особи, хворі на цукровий діабет, повинні разом із використанням препаратів, що знижують рівень цукру в крові, дотримуватися

певної дієти. Без цього чинника неможлива компенсація вуглеводного обміну, якої може бути достатньо, особливо на ранніх стадіях захворювання.

Потреба в солодкому закладається в людини з народження. У наявності – зміна кон'юнктури ринку: якщо в минулому столітті торти та шоколад були святковим атрибутом, то сучасна культура споживання вводить солодощі до щоденного споживання. Змінити харчову поведінку людини складно, відмова від звичних та улюблених продуктів негативно впливає на її психічний стан, соціальну адаптацію, знижує якість життя.

Кондитерські вироби можна віднести до продуктів щоденного попиту, що користуються популярністю в усіх верств населення. Традиційні кондитерські вироби є висококалорійними харчовими продуктами – вони містять значну кількість вуглеводів, основну частину яких становить сахароза. Однією з основних вимог дієтотерапії хворих на цукровий діабет 2 типу є обмеження в раціоні вуглеводів, що легко засвоюються. Модифікація вуглеводного складу борошняних кондитерських виробів способом виключення або заміни цукру іншими функціональними харчовими інгредієнтами повинна сприяти зниженню глікемічного індексу та калорійності цих продуктів.

У зв'язку з цим актуальним є створення рецептур борошняних кондитерських виробів (БКВ) нового покоління для дієтотерапії ЦД2. Істотне обмеження або виключення цукру з рецептур БКВ можливе за допомогою його заміни іншими компонентами. Підбір таких інгредієнтів є непростим завданням: по-перше, вони за своїми технологічними властивостями повинні замінити цукор; по-друге, не впливати негативно на реологічні, фізико-хімічні й органолептичні властивості продукту; по-третє, не викликати істотної зміни його вартості [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зважаючи на високу популярність у населення БКВ, зокрема печива, актуальним є використання в його технологіях біологічно цінної сировини. Перевагу слід надавати рослинній сировині через її нижчу собівартість і комплексний вміст корисних речовин. Створення нової продукції здійснюється за напрямками збагачення білкового складу, вітамінізації та мінералізації продукції тощо. Для створення БКВ функціонального при-

значення використовується олійна, плодово-овочева та фруктова сировина, нетрадиційні види борошна [3, 4].

Останнім часом у харчовій промисловості, зокрема для виробництва продуктів дієтичного харчування, використовується інулін. Він має низьку калорійність, нейтральний смак. На практиці спостерігається позитивний вплив рослинних продуктів, що містять інулін, на регуляцію обміну речовин під час захворювання на цукровий діабет [5].

Одним із способів розширення та покращення асортименту діабетичних кондитерських виробів може бути використання сировини, що сприяє зниженню рівня цукру в крові. Таку властивість має інуліновмісна сировина – топінамбур, часник, цикорій [6].

За даними літературних джерел [7–9] визначено, що корінь цикорію має унікальний хімічний склад, лікувально-профілактичні властивості. Цикорій містить до 60 % інуліну, білки, фруктозу (4,5...9,5 %), пектин, ліпіди, а також органічні кислоти: цикорієву, яблучну, лимонну. До його складу входить багато мінеральних елементів, вітаміни А, Е, РР і групи В. Природна фруктоза цикорію бере участь у тих же обмінних процесах, що й глюкоза. Порошок, який виготовляють з кореня цикорію, має світло-коричневий колір, легкий пряний аромат. Він зберігає всі корисні властивості, зокрема інулін, що надає продукту лікувально-профілактичні властивості. В організмі людини інулін під дією соляної кислоти шлунку та ферментів кишечника розщеплюється на речовини, що проникають у кров. Нерозщеплена частина сприяє виведенню солей важких металів, токсинів, холестерину.

Формування цілей статті. Метою статті є розроблення технології пісочного печива з порошком цикорію, дослідження впливу добавки на показники якості готових виробів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Як об'єкт дослідження обрано виріб пісочний з горіхами та какао-порошком № 8 [10] і пісочне печиво з цикорієм і фруктозою. Як добавку обрано порошок цикорію. Для досліджень використовували цикорій порошкоподібний компанії ТОВ «АТБ-МАРКЕТ» (м. Дніпро).

Для надання готовому виробу діабетичних властивостей цукор у рецептурі замінили на фруктозу, яка має низький глікемічний індекс. Вона засвоюється організмом, не провокуючи

різкий викид інсуліну. Глікемічне навантаження на 1 г глюкози становить 100, цукру – 65, а на 1 г фруктози – 19 [11]. Чиста фруктоза є найсолодшим із натуральних калорійних підсолоджувачів, вона в 1,2...1,6 раза більш солодка, ніж сахароза й майже в 2 рази, ніж глюкоза. У рецептурах виробів її вводять у менших кількостях, ніж цукор, досягаючи тієї ж солодкості.

Ураховуючи, що цикорій впливає на колір готового виробу, вилучаємо з рецептури порошок какао. Додатку вводили в рецептуру пісочного печива в кількості 5; 10; 15 % від маси борошна. Цукор замінено на фруктозу з

урахуванням її індексу солодкості. Рецептури корегувались за сухими речовинами борошна. Виготовлення виробів здійснювалося за традиційною схемою, порошок цикорію вносили разом з борошном. Відформоване печиво випікали за температури 205...210 °С 10 хв.

Оцінювали вплив порошку цикорію на фізико-хімічні показники якості пісочного печива, що регламентуються нормативною документацією. До них відносяться вологість, намочуваність.

Під час збільшення вмісту порошку цикорію в зразках виробів їх вологість знижується (рис. 1).

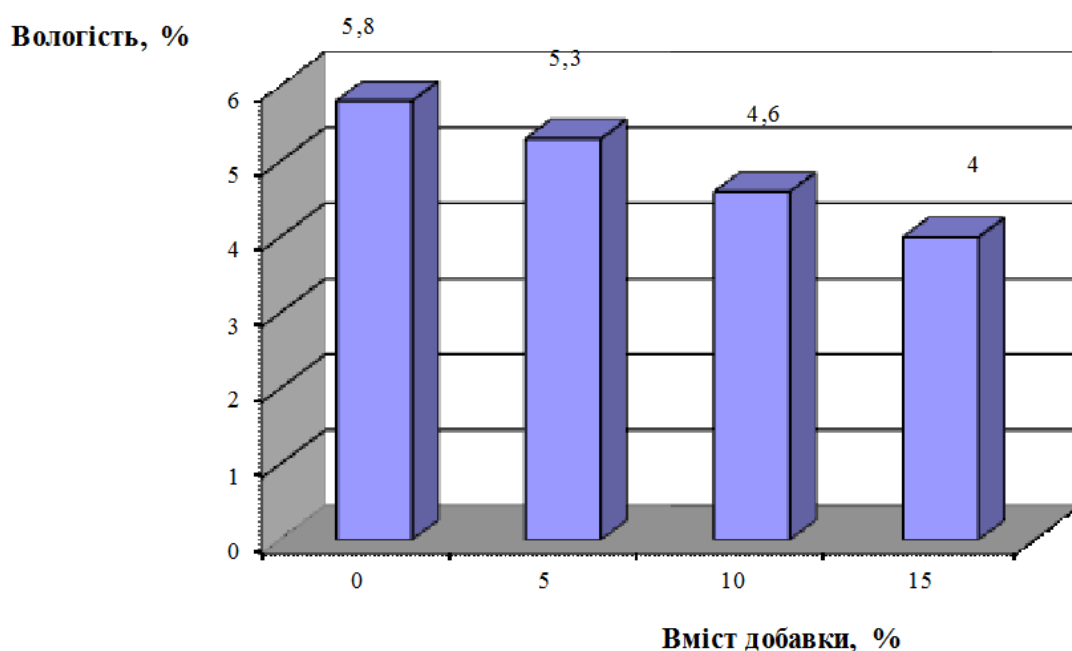


Рис. 1. Вплив порошку кореня цикорію на вологість печива

Відповідно до вимог нормативної документації вологість пісочного печива повинна становити $5,5 \pm 1,5$ %. Усі зразки знаходяться в межах, встановлених ДСТУ [12]. Під час внесення добавки в рецептурах знижується вміст борошна, клейковина та крохмаль якого значною мірою відповідають за утримання вологи в тісті під час випікання.

Охарактеризувати структурно-механічні властивості пісочних виробів можна за показником його щільності – чим менша щільність печива, тим більше його пористість та розсипчастість. Щільність виробів з цикорієм має тенденцію до незначного зниження (рис. 2, залежність 1).

Зниження щільності зумовлене, на наш погляд, декількома чинниками. По-перше, внесення порошку цикорію сприяє послабленню клейковини пшеничного борошна, що знижує її здатність до набрякання. По-друге, система пісочного тіста містить небагато вологи, яка частково поглинається добавкою ще на стадії її поєднання з ячною сировиною. Це також зумовлює обмеження набрякання білків борошна під час замісу тіста та сприяє утворенню більш розсипчастої структури. Щільність пісочного печива не повинна перевищувати $0,600 \text{ г/см}^3$. Усі зразки відповідають встановленим вимогам.

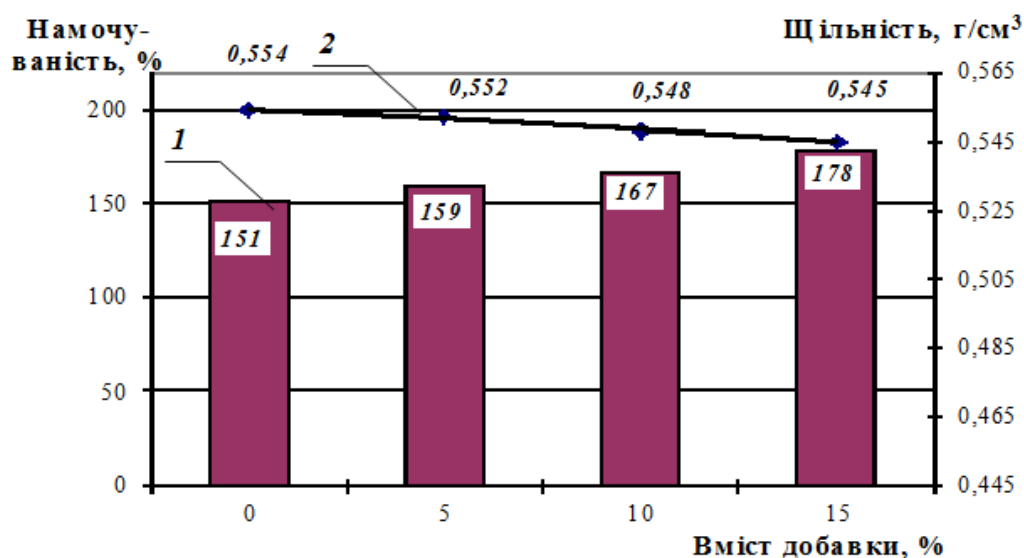


Рис. 2. Вплив порошку цикорію на намочуваність (1) та щільність (2) пісочного печива

Якість пісочного напівфабрикату значною мірою характеризується його здатністю поглинати вологу. При цьому велике значення має інтенсивність, або швидкість цього процесу. Тому одним із найважливіших показників якості печива, що регламентуються ДСТУ, є його намочуваність. Підвищення намочуваності (рис. 2, залежність 2) є більш вираженим. Зокрема, за значенням цього показника печиво з максимальною кількістю добавки перевищує контрольний зразок на 12,6%. Згідно з ДСТУ намочуваність пісочних виробів повинна бути не менше 110%. Усі досліджувані зразки за

значенням цього показника відповідають вимогам нормативної документації.

Лужність печива під час внесення добавки знижується (рис. 3) завдяки взаємодії лужних хімічних розпушувачів з кислотними речовинами, що містяться в порошок. Достатньо висока кислотність добавки зумовлена наявністю в неї певної кількості органічних кислот. За значенням показника лужності всі зразки відповідають вимогам нормативної документації, згідно з якою лужність виробів, виготовлених на хімічних розпушувачах, не повинна перевищувати 2 град.

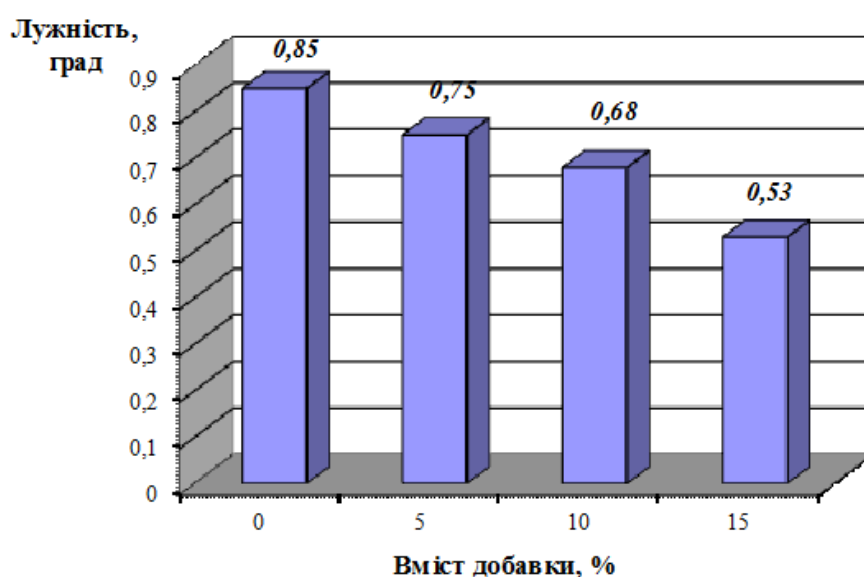


Рис. 3. Вплив порошку цикорію на лужність пісочного печива

Отже, за фізико-хімічними показниками всі дослідні зразки мають значення в межах, що регламентуються нормативною документацією. Тому на наступному етапі досліджень проводили органолептичне оцінювання якості виробів.

Під час дослідження органолептичних властивостей виробів з різним вмістом у рецептурах порошку цикорію відзначається стабільність усіх показників за умов дозування добавки до 10 % від маси борошна включно – вироби мають гарний об'єм, добре розвинену пористість, правильну форму, солодкий смак і приємний аромат. Підвищення вмісту добавки до 15 % погіршує смак виробів.

За взаємодії амінокислот і цукрів утворюються темнозбарвлені продукти, завдяки яким вироби набувають більш темного забарвлення, а також більш яскраво вираженого смаку та аромату. Також необхідно відзначити наявність тонкого, ледве помітного присмаку цикорію, що не є недоліком, а лише надає особливості розробленим видам виробів.

Отже, на основі вивчення фізико-хімічних та органолептичних показників якості встановлено, що вміст порошку цикорію в технології печива на фруктозі має становити 10 % від кількості борошна.

Відзначено, що в розробленому виробі покращується хімічний склад (табл. 1).

Таблиця 1

Вміст основних речовин у печиві

Речовина	Контроль	«Цикорінка»	Різниця, %
Білки, %	7,8	8,95	114,7
Жири, %	25,26	25,44	100,7
Вуглеводи, %	53,82	56,14	104,3
Клітковина, г	1,87	2,24	119,8
Інулін, г	–	7,23	7,23 раза
Калій, мг/100 г	121,66	145,16	119,3
Кальцій, мг/100 г	20,09	23,3	116,0
Енергетична цінність, ккал	496,7	512,1	103,1

Відповідно до даних табл. 1 розроблений виріб за вмістом жирів і вуглеводів практично не відрізняється від контрольного зразка. Відмічається збільшення частки білків на 14,7 %. Виріб збагачується клітковиною майже на 20 %, а також мінеральними елементами: калієм – на 19,3 %; кальцієм – на 16 %. Калорійність печива збільшується лише на 3 %.

Новий виріб містить 7,23 г інуліну в 100 г. За вуглеводним складом печиво відрізняється наявністю фруктози, яка забезпечує солодкість виробів і зумовлює зниження глікемічного індексу, що дозволяє рекомендувати розроблений виріб у харчуванні хворих на цукровий діабет.

Висновки із зазначених проблем і перспективи подальших досліджень у поданому напрямі. На підставі отриманих результатів визначено: вироби, збагачені порошком цикорію, мають приємний смак та аромат, привабливий зовнішній вигляд, що виключає необхідність застосування хімічних барвників

та ароматизаторів. Розробленим виробам притаманна покращена біологічна цінність, а саме збагачення на інулін, який сприяє зниженню рівня цукру в крові.

Перспективою подальших досліджень є визначення впливу добавки на якість виробів у процесі зберігання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дедов И. И. Сахарный диабет – опаснейший вызов мировому сообществу / И. И. Дедов // Вестн. РАМН. – 2012. – № 1. – С. 7–13.
2. Савенкова Т. В. К вопросу разработки кондитерских изделий для диабетического питания / Т. В. Савенкова, А. А. Кочеткова, В. М. Воробьева, Е. А. Солдатова // Пищевая промышленность. – 2016. – № 11. – С. 35–38.

3. Шляхи розширення асортименту хлібо-булочних виробів для хворих на діабет. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://hipzmag.com/tehnologii/hlebopechenie/shlyahi-rozshirennya-asortimentu-hlibobulochnih-virobiv-dlya-hvorih-na-diabet/> (дата звернення: 10.11.2020). – Назва з екрана.
4. Росляков Ю. Ф. Новые сорта хлебо-булочных и мучных кондитерских изделий диабетического назначения / Ю. Ф. Росляков, В. К. Кочетов, О. Л. Вершинина // Научные труды КубГТУ. – 2015. – № 2. – С. 1–4.
5. Тарасенко Н. А. Инулин и олигофруктоза: эффективность в качестве пребиотического волокна для кондитерской промышленности / Н. А. Тарасенко // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9–6. – С. 216–219.
6. Криворук В. М. Фізико-хімічні і функціонально-технологічні властивості інуліну з топінамбуру / В. М. Криворук, К. А. Каліннік, М. О. Шульц // Молодий вчений. – 2015. – № 12 (27). – С. 52–55.
7. Мантрова А. С. Характеристика биохимического состава и пищевой ценности сырья цикория для применения в хлебопечении / А. С. Мантрова, В. Ф. Винницкая, В. В. Бавевский // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2017. – № 1. – С. 65–69.
8. Буяльська Н. П. Використання продуктів переробки цикорію коренеплідного в технології виробництва борошняних кондитерських виробів / Н. П. Буяльська, Ю. Д. Ткаченко, Н. М. Денисова // Технічні науки та технології. – 2018. – № 2 (12). – С. 196–203.
9. Крисюк І. П. Інноваційні пропозиції для впровадження комплексних дієтичних добавок при цукровому діабеті / І. П. Крисюк, О. О. Гудкова, С. Г. Шандаренко // Інститут біохімії ім. О. В. Палладіна НАН України. – 2018. – № 14 (5). – С. 37–42.
10. Сборник рецептов мучных кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания. – Санкт Петербург: Гидрометеиздат. – 1998. – 300 с.
11. Дробот В. І. Фруктоза – перспективний цукрозамінник в технології діабетичних хлібобулочних виробів / В. І. Дробот, Н. О. Місечко, Ю. В. Бондаренко // Зернові продукти і комбікорми. – 2012. – № 4 (48). – С. 24–27.
12. Печиво. Загальні технічні умови : ДСТУ 3781:2014. – [введений в дію 01.07.2015]. – Київ : Мінекономрозвитку України, 2015. – 20 с. – (Державний стандарт України).

REFERENCES

1. Dedov I. (2012). Sakharnyy diabet – opasnyy vyzov mirovomu soobshchestvu [Diabetes mellitus is the most dangerous challenge to the world community]. *Vestn. RAMN – Vestn. RAMS*, 1, 7–13 [in Russian].
2. Savenkova T., Kochetkova A., Vorob'yeva V. & Soldatova A. (2016). K voprosu razrabotki konditerskikh izdeliy dlya diabeticheskogo pitaniya [On the issue of the development of confectionery for diabetic nutrition]. *Pishcheyaya promyshlennost' – Food Industry*, 11, 35–38 [in Russian].
3. Shlyakhy rozshyrennya asortymentu khllobulochnykh vyrobiv dlya khvorykh na diabet [Ways to expand the range of bakery products for diabetics]. Retrieved from <http://hipzmag.com/tehnologii/hlebopechenie/shlyahi-rozshirennya-asortimentu-hlibobulochnih-virobiv-dlya-hvorih-na-diabet> (accessed 10 November 2020) [in Ukrainian].
4. Roslyakov Yu., Kochetov V. & Vershinina O. (2015). Novyye sorta khlebobulochnykh i muchnykh konditerskikh izdeliy diabeticheskogo naznacheniya [New varieties of bakery and flour confectionery products for diabetic purposes]. *Nauchnyye trudy KubGTU – Scientific works of KubSTU*, 2, 1–4 [in Russian].
5. Tarasenko N. (2014). Inulin i oligofruktoza: effektivnost' v kachestve prebioticheskogo volokna dlya konditerskoy promyshlennosti [Inulin and oligofructose: effectiveness as a prebiotic fiber for the confectionery industry].

- Fundamental'nyye issledovaniya – Fundamental research*, 9–6, 216–219 [in Russian].
6. Kryvoruk V., Kalinnik K. & Shults M. (2015). Fyzyko-khimichni i funktsionalno-tekhnolohichni vlastyvoli inulinu z topinamburu [Physico-chemical and functional-technological properties of Jerusalem artichoke inulin]. *Molodyy vchenyy – Young scientist*, 12 (27), 52–55 [in Ukrainian].
 7. Mantrova A., Vinnitskaya V. & Bayevskiy V. (2017). Kharakteristika biokhimicheskogo sostava i pishchevoy tsennosti syr'ya tsikoriya dlya primeneniya v khlebopechenii [Characteristics of the biochemical composition and nutritional value of chicory raw materials for use in baking]. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Bulletin of Michurinsky State Agrarian University*, 1, 65–69 [in Russian].
 8. Buyalska N., Tkachenko Yu. & Denysova N. (2018). Vykorystannya produktiv pererobky tsykoriyu koreneplidnoho v tekhnolohiyi vyrobnytstva boroshnyanykh kondyterskykh vyrobiv [The use of chicory root processing products in the technology of flour confectionery production]. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohiyi – Technical sciences and technologies*, 2(12), 196–203 [in Ukrainian].
 9. Krysyuk I., Hudkova O. & Shandarenko S. (2018). Innovatsiyni propozytysi dlya vprovadzhennya kompleksnykh diyetychnykh dobavok pry tsukrovomu diabeti [Innovative proposals for the introduction of complex dietary supplements for diabetes]. *Instytut Biokhimiyyi im. O. V. Palladina NAN Ukrayiny – Institute of Biochemistry. O.B. Palladin of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 14 (5), 37–42 [in Ukrainian].
 10. Sbornik retseptur muchnykh konditerskikh i bulochnykh izdeliy dlya predpriyatiy obshchestvennogo pitaniya [Collection of recipes for flour confectionery and bakery products for catering]. (1998). *Sankt Peterburg: Gidrometeoizdat*.
 11. Drobot V., Mischechko N. & Bondarenko Yu. (2012). Fruktosa – perspektyvnyy tsukrozaminnyk v tekhnolohiyi diabetychnykh khlibobulochnykh vyrobiv [Fructose is a promising sugar substitute in the technology of diabetic bakery products]. *Zernovi produkty i kombikormy – Grain products and compound feeds*, 4 (48), 24–27 [in Ukrainian].
 12. Pechyvo. Zahalni tekhnichni umovy [Cookies. General technical conditions]. (2015). *DSTU 3781:2014 from June 1, 2015*. Kiev: State Standard of Ukraine [in Ukrainian].

А. Л. Роговая, кандидат экономических наук, доцент; **И. В. Чони**, кандидат технических наук, доцент; **Л. А. Положишникова**, кандидат технических наук, доцент (Высшее учебное заведение Укоопсоюза «Полтавский университет экономики и торговли»); **Е. Г. Шидаква-Каменюка**, кандидат технических наук, доцент (Харьковский университет экономики и торговли). **Использование инулиносоодержащего сырья в технологии диабетических песочных изделий.**

Аннотация. Одним из путей расширения и улучшения ассортимента диабетических мучных кондитерских изделий может быть использование растительного сырья, которое имеет свойство снижать уровень сахара в крови. Таким сырьем является цикорий, в состав которого входит инулин. Цель работы – разработка технологии песочного печенья с порошком корня цикория, исследование влияния добавки на показатели качества готовых изделий. Использованы стандартные структурно-механические и физические методы. В статье представлены исследования образцов изделий с разной концентрацией порошка цикория (5, 10, 15 % от массы пшеничной муки) и заменой сахара на фруктозу с учетом коэффициента сладости. Таким образом, на основе исследования физико-химических и органолептических показателей качества установлено, что содержание порошка цикория в технологии печенья на фруктозе должно быть 10 ± 2 % от количества муки. Добавка улучшает вкус и аромат изделий, обеспечивает им рассыпчатую структуру. Полученные изделия обладают повышенной пищевой ценностью, содержат инулин, который способствует снижению уровня сахара в крови.

Ключевые слова: диабет, песочное печенье, порошок цикория, инулин, влажность, намокаемость, плотность.

A. Rogovaya, PhD. Sc., Associate Professor; **I. CHoni**, PhD. Sc., Associate Professor; **L. Polozhyshnikova**, Sc., Associate Professor; (Poltava University of Economics and Trade); **E. SHidakova-Kamenyuka**, PhD. Sc., Associate Professor (Kharkiv State University of Food Technology and Trade). **Use of raw materials containing inulin in the technology of diabetic sand products.**

Annotation. Diet for diabetes is a necessary part of treatment. It is imperative to use drugs that lower blood sugar levels. One of the ways to expand and improve the range of flour confectionery products for nutrition of patients with diabetes can be the use of plant materials, which have the ability to lower blood sugar levels. These include chicory root, which contains inulin. The purpose of the work is to develop a technology for shortbread cookies with chicory root powder. Standard structural-mechanical and physical methods were used. The object of the research is a shortbread product with nuts and cocoa powder. On its basis, samples of products with different concentrations of chicory powder (5, 10, 15 % by weight of wheat flour) were studied. Sugar in the recipe was replaced by fructose, which has a low glycemic index. It is well absorbed by the body, it is recommended in the diet of patients with diabetes mellitus. Fructose is sweeter than sugar. Accordingly, it needs less. The effect of the additive on humidity, water absorption and density of finished products was investigated. It has been found that the moisture content of foods decreases due to a decrease in the amount of flour in the recipe. There is a slight decrease in density and an increase in the ability to wet. Cookies with chicory powder are characterized by increased friability, good porosity and pleasant aroma. In terms of fat and carbohydrate content, the new product practically does not differ from the control sample. The amount of protein increases. The cookies contain inulin, which helps lower blood sugar levels. Thus, based on the study of physicochemical and organoleptic quality indicators, it was found that the content of chicory powder in the technology of cookies on fructose is recommended 10 ± 2 % of the amount of flour.

Keywords: diabetes, shortbread cookies, chicory, inulin, moisture, ability to absorb water, density.