

УДК 664.682

В.І. Оболкіна, д.т.н., професор

А.П. Скрипко, к.т.н., асистент

С.Г. Кияниця, к.т.н., доцент

Національний університет харчових технологій

НАУКОВИЙ ПІДХІД ДО СТВОРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗДОБНОГО ПЕЧИВА ОЗДОРОВЧОГО ПРИЗНАЧЕННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ БОРОШНА З СОЛОДУ ВІВСА

У статті наведено результати досліджень по створенню інноваційної технології здобного печива з підвищеної харчової та біологічної цінністю шляхом використання борошна солоду голозерного вівса та пребіотика гуміарабіку «Fibregut». Визначено хімічний склад і технологічні властивості борошна солоду вівса, встановлено доцільність його використання у створенні здобного печива функціонального призначення. Доведено, що за вмістом вітамінів, макро- та мікроелементів, поліненасичених жирних кислот, харчових волокон печиво «Цілюще зернятко», «Зернова феєрія» можна віднести до борошняних кондитерських виробів оздоровчого призначення.

Ключові слова: *борошняні кондитерські вироби, борошно солоду вівса, гуміарабік, здобне печиво оздоровчого призначення, технологія, функціональні інгредієнти.*

Вступ. Пріоритетним напрямком розвитку кондитерської галузі є створення інноваційних технологій нового асортименту виробів з підвищеної харчової цінністю. Борошняні кондитерські вироби належать до висококалорійних харчових продуктів з низьким вмістом біологічно активних речовин. Дефіцит у продуктах есенціальних нутрієнтів спричиняє поступовий розвиток обмінних

© В.І. Оболкіна, А.П. Скрипко, С.Г. Кияниця 2016

порушень і хронічних захворювань в організмі людини. Зі зростанням споживання населенням кондитерських виробів пріоритетним стає створення виробів оздоровчого призначення, збагачених фізіологічно-функціональними інгредієнтами. На споживчому ринку України група здобного печива користується підвищеним попитом завдяки різноманітній гамі органолептичних показників. Сучасне формувальне обладнання дозволяє отримувати вироби різних оригінальних форм, що теж приваблює споживачів. Але аналіз хімічного складу здобного пісочного печива показав, що більшість рецептур не відповідають вимогам нутриціології щодо співвідношення основних поживних речовин. Пшеничне борошно, яке є основною сировиною для здобного печива, характеризується невисоким вмістом білків не збалансованих за амінокислотним складом. Перспективним напрямком поліпшення хімічного складу виробів є використання нетрадиційних видів борошна.

До нетрадиційної сировини належать продукти переробки солоду зі злакових культур, які розроблені вченими НУХТ. У процесі пророщування зерна відбувається активація ферментів, під дією яких проходять процеси гідролізу запасних речовин. При цьому в зерні накопичуються низькомолекулярні водорозчинні білки, амінокислоти, цукри, вітаміни тощо. Особливий інтерес викликають продукти перероблення солоду з голозерного вівса [1, 2].

Метою роботи було визначення хімічного складу, фізико-хімічних і технологічних властивостей вівсяного борошна, отриманого із пророщеного зерна голозерного вівса та наукового обґрунтування технології нового асортименту здобного печива, збагаченого фізіологічно - функціональними сировинними інгредієнтами.

Матеріали та методи дослідження.

Під час проведення досліджень використовували борошно пшеничне вищого сорту, борошно солоду вівса гол озерного (БСВ), гуміараб'як «Fibregum» (виробник компанія «Nexira», Франція). Для проведення досліджень зерно вівса голозерного

отримували в дослідному господарстві Інституту землеробства УААН. У роботі використано загальноприйняті та спеціальні методи досліджень. Вміст амінокислот у БСВ – на амінокислотному аналізаторі Т 339 «Мікротехна», Чехія; жирнокислотний склад БСВ – методом тонкошарової хроматографії, вміст глютену у БСВ – імуноферментним аналізом методом R5 Мендеса, фракційний склад білків у борошні – методом Леммлі; склад цукрів БСВ – методом паперової хроматографії, структурно-механічні властивості тіста – на фаринографі Брабендера, приладі «Структурометр». Математичну обробку експериментальних даних та оптимізацію рецептурного складу напівфабрикатів здійснювали за допомогою багатофакторного експерименту за методом Бокса–Уілсона.

Результати наукових досліджень. На підставі досліджень було встановлено, що у борошні з солоду вівса (БСВ) загальна кількість амінокислот становила – 11591 мг/100 г, з них НАК – 3059 мг/100 г. Кількість вільних амінокислот збільшувалася в 2,1 раза порівняно з вівсяним борошном, з них незамінних – в 2,8 раза. Визначено, що у БСВ міститься амінокислот більше, ніж у пшеничному борошні, з них лейцину – у 1,3 раза, треоніну – у 1,47, валіну – у 1,44, аспарагінової кислоти – у 2,1, серину – у 2,3, гліцину – у 2,43, аланіну – у 1,88, цистеїну – у 4,1, лізину у 2 раза.

Встановлено, що борошно з солоду вівса містить 7,8 % жиру. Співвідношення частини моно - та поліненасичених жирних кислот до загальної кількості жирних кислот становило 69,5 %, з них найбільший вміст олеїнової кислоти – 33,9 %, лінолевої – 30,9, пальмітинової – 26 %.

Біологічні властивості солоду злаків залежать від вмісту в них вітамінів і мінеральних речовин. У борошні солоду вівса вміст вітамінів В₁ і В₂ збільшився на 25 – 38 % порівняно з пшеничним і вівсяним борошном. Вміст вітаміну Е (токоферолу) у борошні з вівсяного солоду збільшився у 3 рази. Відомо, що вітамін В₁ (тіамін) регулює білковий, жировий, вуглеводний обмін, В₂ (рибофлавін) активізує обмінні процеси (вуглеводний і водно-сольовий обмін). Токоферолі виконують роль біологічних антиоксидантів, що інактивують

вільні радикали і перешкоджають розвитку вільнорадикальних процесів перекисного окиснення ненасичених ліпідів. За нестачі в організмі вітаміну Е підвищується схильність до інфекційних захворювань, ризик розвитку серцево-судинних захворювань і запальних процесів [3].

Під час пророщування зерна відбуваються значні зміни вуглеводів. Солод злакових культур містить підвищену кількість продуктів гідролізу крохмалю, зокрема цукрів, які накопичуються під час пророщення зерна. Поряд з продуктами амілоліза крохмалю під час солодощення утворюється (глюкоза, мальтоза, мальтотриоза, мальтодекстрини), а також значна кількість сахарози та інших цукрів, які складаються із залишків фруктози. При цьому спочатку крохмаль під час гідролізу дає мальтозу і глюкозу, яка перетворюється у глюкозо-1-фосфат. Потім під впливом гексокинази він переходить у глюкозо-6-фосфат, який фосфогексокиназою перетворюється у фруктозо-6-фосфат, а він під дією фосфогексокинази переходить у фруктозо-1,6-дифосфат, з якого і утворюється сахароза [4].

Амілолітичну активність ферментів у борошні солоду вівса визначали на амілографі Брабендера ASG (табл. 1).

Таблиця 1 – Показники амілограм суспензій борошна пшеничного, вівсяного та БСВ

Склад суспензії	Максимальна в'язкість суспензії, од. приладу	Температура початку клейстеризації, °C	Температура кінця клейстеризації, °C
Борошно пшеничне + вода	650	61,5	78
Борошно вівсяне + вода	280	74	95
БСВ + вода	65	62,5	65

У порівнянні параметрів клейстеризації різних видів борошна пшеничного, вівсяного, з солоду вівса спостерігалася не тільки різна максимальна в'язкість борошняних суспензій, але й зміна температури клейстеризації крохмалю. Отже, результати досліджень показали високу активність амілолітичних ферментів у борошні з пророщених зерен вівса.

Оклейстеризовані зерна крохмалю доступніші для дії амілолітичних ферментів, тому викликало інтерес визначення кількості цукрів у нативному борошні солоду вівса і клейстеризованому способом гідротермічного оброблення (ГТО). ГТО здійснювали під час заварювання борошна гарячою водою з температурою 64... 65°C. Кількість і склад цукрів визначали фериціанідним методом і методом хроматографії на папері (табл. 2).

Визначено, що у БСВ загальний вміст цукрів був більше порівняно з пшеничним борошном у 11,2 раза і досягав 12,5 г/100 г продукту. Встановлено, що після оцукрювання загальний вміст цукрів у БСВ збільшувався у 1,6 раза порівняно з неоцукреним борошном і досягав 19,9 г/100 г продукту. При цьому вміст мальтози збільшувався у 5,2, вміст глюкози – у 4,2 раза.

Таблиця 2 – Вміст цукрів у борошні з солоду вівса

Зразки	Вміст цукрів, г/100 г				
	Загальний вміст цукрів	мальтоза	глюкоза	фруктоза	сахароза
Пшеничне борошно	1,13± 0,01	0,14± 0,01	0,04± 0,01	0,05± 0,01	0,9± 0,01
БСВ	12,5± 0,1	1,2± 0,1	3,0± 0,1	4,4± 0,1	3,9± 0,1
БСВ після оцукрювання	19,9± 0,1	6,3± 0,1	5,2± 0,1	4,5± 0,1	3,9± 0,1

Отже, гідротермічна обробка БСВ суттєво збільшує вміст цукрів у борошні, що враховували під час розроблення нової технологій здобного печива. Враховуючи тенденцію до зменшення вмісту цукру білого у виробках, використання борошна з солоду злакових культур є дуже привабливим фактором як для споживача, так і для виробника. Додавання БСВ до пшеничного борошна чи повна заміна пшеничного борошна уможливить зменшення вмісту цукру у рецептурах здобного печива та зменшення його калорійності.

Було визначено, що вміст глютену у БСВ становить лише 17,5 ppm (мг/кг). Дослідження технологічних властивостей БСВ показали, що під час утворення тіста збільшується його розрідження та зменшується еластичність, тобто БСВ має дуже низькі технологічні властивості. Тому для створення технологій нового асортименту здобного печива з додаванням борошна з

пророщених злаків потрібно шукати нові технологічні рішення та додаткові структуроутворювачі, які допомагали б корегувати структурні властивості тістового напівфабрикату.

Технологічний процес приготування здобного пісочного печива полягає у приготуванні емульсії, замішуванні тіста, формуванні тістових заготовок, їх термообробленні. Основні процеси, завдяки яким утворюється структура напівфабрикатів, відбуваються на стадії приготування тіста.

В'язко-пластичні властивості здобного пісочного тіста, яке формується методом відсаджування, створюються завдяки підвищеному вмісту жиру – від 30 до 35 %. Основними компонентами дисперсійного середовища є пластифікований жировий компонент, меланж, дрібнодисперсна цукрова пудра. Тому здобне пісочне тісто, належить до змішаних коагуляційно-кристалізаційних структур, які є нестабільними внаслідок процесів рекристалізації або перекристалізації жирової фази дисперсійного середовища. З урахуванням цього, під час розроблення технології тістових напівфабрикатів для здобного печива зі зменшеним вмістом цукру та жиру з додаванням борошна з вівсяного солоду основна увага приділялася створенню та стабілізації їх структурних властивостей.

Для створення здобного печива з підвищеною харчовою цінністю ставилося завдання максимально замінити пшеничне борошно на БСВ. У процесі проведення досліджень від 30 до 100 % пшеничного борошна заміняли на БСВ. Згідно з вимогами до виробів з редукованою калорійністю кількість жиру зменшували на 30 %. Враховуючи те, що БСВ містить до 12,5 % власних цукрів, відповідно зменшували кількість цукру. Органолептичне оцінювання якості показало, що у разі заміни до 40 % пшеничного борошна на БСВ здобне печиво мало приємні смак та аромат, помірну солодкість, крихкувату структуру, але форма виробів була розпливчата. Зі збільшенням дозування БСВ збільшувалася крихкість печива, за повної заміни пшеничного борошна на БСВ печиво було дуже крихким. За результатами досліджень зроблено висновок про необхідність корегування рецептурного складу тіста для здобного

печива введенням додаткового структуроутворювача та зміни технологічних режимів його приготування.

Тому, під час проведення експериментальних досліджень БСВ заварювали гарячою водою з температурою 64 – 65 °С, яка збігалася з температурою клейстеризації крохмалю борошна. Заварку охолоджували до температури 24 – 25 °С, змішували з емульсією та пшеничним борошном. Для регулювання структурно-механічних властивостей тіста є додавали камедь акації – гуміарабік [5, 6]. Аналіз досліджень структурно-механічних властивостей тіста із застосуванням заварки з БСВ та з різної кількістю гуміарабіку (табл. 3) показав, що нові технологічні рішення дозволили суттєво збільшити загальну та пружну деформації, граничну напругу зсуву тіста.

Збільшення граничної напруги зсуву та пружної деформації тіста з додаванням гуміарабіку можна пояснити утворенням міцних структурних зв'язків у дисперсійному середовищі, що пов'язано зі зв'язуванням вільної вологи емульсії харчовими волокнами полісахариду.

Таблиця 3 – Структурно-механічні властивості тіста для здобного печива з додаванням заварки з БСВ та гуміарабіку

Зразок тіста з додаванням заварки	Кількість гуміарабіку, %	$\Delta H_{\text{заг}}$, од. пр.	$\Delta H_{\text{пл}}$, од. пр.	$\Delta H_{\text{пр}}$, од. пр.	$\Delta H_{\text{пл}}^{\text{відн}}$, %	$\Delta H_{\text{упр}}^{\text{відн}}$, %	ГНЗ, кПа
40 % заварки з БСВ і 60 % борошно пшен.	1,0	5,2	4,7	0,5	90,4	10,6	2,4
	2,5	8,2	7,3	0,9	89,0	11,0	2,8
	5,0	14,8	12,9	1,9	87,2	12,8	3,4
40 % заварки з БСВ і 60 % БСВ	1,0	4,9	4,5	0,4	91,8	8,2	2,1
	2,5	6,4	5,8,0	0,6	90,6	9,4	2,3
	5,0	11,2	10,1	1,1	90,2	9,8	3,2

Умовні позначення: $\Delta H_{\text{заг}}$, – загальна деформація, $\Delta H_{\text{пл}}$ – пластична деформація, $\Delta H_{\text{пр}}$ – пружна деформація, $\Delta H_{\text{пл}}^{\text{відн}}$ - відносна пластична деформація, $\Delta H_{\text{пр}}^{\text{відн}}$ – відносна пружна деформація, ГНЗ – гранична напруга зсуву..

Крім того, молекула гуміарабіку має поліелектролітну природу та виявляє здатність до гідрофобних взаємодій з клейковинним комплексом з утворенням нековалентних зв'язків. Це, вірогідно, впливає на властивості клейковини пшеничного борошна та сприяє підвищенню пружно-пластичних властивостей

тіста. На підставі оптимізації рецептурного складу встановлено, що рекомендоване граничне напруження зсуву при умовах формування тістових заготовок на відсаджувальних машинах (2,8 - 2,9 кПа) досягається дозуванням гуміарабіку 1,0 % до маси тіста, БСВ 40 % до кількості пшеничного борошна. Для тістового напівфабрикату з повною заміною пшеничного борошна на БСВ кількість гуміарабіку становила 1,8% до маси тіста. Проведені дослідження та наукове обґрунтування оптимального рецептурного складу тіста для здобного печива з використанням БСВ і гуміарабіку дали можливість отримати тістові напівфабрикати зі стабільними структурними властивостями.

На підставі проведених досліджень науково обґрунтовано та розроблено технології здобного печива «Цілюще зернятко» і «Зернова феєрія» [7].

Визначено, що вміст цукру знижено у печиві «Цілюще зернятко» і «Зернова феєрія» – на 20 %, вміст жиру знижено на 29 % порівняно з контрольним зразком печива. Калорійність печива знижена у печиві «Цілюще зернятко» на 19 %, «Зернова феєрія» – на 23,5 %. Таким чином, розроблений асортимент здобного печива можна віднести до виробів з редукованою калорійністю.

Основними вимогами до борошняних кондитерських виробів оздоровчого (функціонального) призначення є збільшення кількості есенціальних нутрієнтів: незамінних амінокислот, поліненасичених жирних кислот, вітамінів, мікро та мікроелементів, введення у рецептурних склад пребіотиків [8]. При цьому кількість вітамінів і мінеральних речовин у 100 г продукту повинно бути не менше ніж 10 % норми добової фізіологічної потреби людини; розчинних харчових волокон не менше ніж 0,2 г/100г, нерозчинних — не менше ніж 2,0 г/100 г продукту.

Встановлено, що вміст вітамінів у печиві «Цілюще зернятко» збільшився у 2,1 раза, «Зернова феєрія» – у 3,6 раза. Вміст харчових волокон у печиві «Цілюще зернятко» збільшився у 4,7 раза, «Зернова феєрія» – у 8,7 раза. Задоволення у вітамінах та харчових волокон для печива «Зернова феєрія» становило 12,5 %, тобто більше, ніж 10 % від норми добової фізіологічної

потреби людини. Задоволення у харчових волокнах для всіх видів печива теж більше, ніж 10 % від норми добової фізіологічної потреби людини (табл. 4).

Визначено, що у печиві «Цілюще зернятко» вміст поліненасичених жирних кислот збільшився на 1,4 %, у печиві «Зернова феєрія» на 3,5 %. Кількість пребіотика гуміарабіка становило для печива «Цілюще зернятко» – 1,25 г/100 г, «Зернова феєрія» – 2,2 г/100 г

Таблиця 4 – Кількість вітамінів та харчових волокон у 100 г печива від норми добової фізіологічної потреби людини

Зразок печива	Кількість вітамінів і харчових волокон у 100 г печива від норми добової фізіологічної потреби людини, %						
	Е	В ₁	В ₂	В ₃	РР	Сума	ХВ
«Цілюще зернятко»	15,70	8	8,3	10,10	5,7	7,4	13,8
«Зернова феєрія»	28,00	13,3	12,7	18,50	8,00	12,5	25,5

Таким чином, розроблений асортимент здобного печива з повної або часткової заміною пшеничного борошна на борошно солоду вівса має підвищений вміст фізіологічно - функціональних інгредієнтів.

Висновки:

На підставі досліджень науково обґрунтовано та розроблено технологія здобного печива зі зниженою калорійністю, підвищеним вмістом есенціальних нутрієнтів: незамінних амінокислот, поліненасичених жирних кислот, вітамінів, харчових волокон, завдяки використанню борошна солоду вівса голозерного і гуміарабіку «Fibregum». Доведено, що печиво «Цілюще зернятко», «Зернова феєрія» можна віднести до борошняних кондитерських виробів оздоровчого призначення.

Використана література:

1. Українець, А. І. Змінення хімічного складу злаків як сировини для лікувально — оздоровчого харчування в процесі їх солодощення / А. І.

- Українець, Н. О. Ємельянова, С. І. Потапенко, Р. М. Мукоїд // Харчова та переробна промисловість. — 2005. — № 4. — С. 73-75.
2. Мукоїд, Р. Овес голозерний — сировина для лікувально — дієтичних продуктів / Р. Мукоїд, Н. Ємельянова, А. Українець, О. Чумакова, І. Свидинюк // Харчова і переробна промисловість. — 2010. — № 2. — С. 24-25.
3. Капрельянц, Л. В. Функціональні продукти. / Л. В. Капрельянц, К. Г. Йоргачова. — Одеса.: Друк, 2003. — 334 с.
4. Николаева, М. Г. Физиология и биохимия покоя и прорастания семян. / М. Г. Николаева. — М.: Колос, 1982. — 496 с.
5. Плащина, И. Г. Гуммиарабик: функциональные свойства и области применения / И. Г. Плащина, М. А. Булатов, М. Ю. Игнатов, Д. М. Хаддад // Пищевая промышленность. — 2002. — № 6. — С. 54-55.
6. Cherbut, C. Acacia gum is a bifidogenic dietary fiber with high digestive tolerance in healthy humans / C. Cherbut, C. Michel, V. Raison, T. Kravtchenko, S. Meanse // Microbial. Ecol. Health. Dis. — 2003. — № 15. — P. 43-50.
7. Патент 105342 UA, МПК А21D 13/08 (2006.01) На винахід печиво «Цілюще зернятко» / Оболкіна В. І., Скрипко А. П., Кияниця С. Г., Ємельянова Н. О., Ковбаса В. М. ; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій. — № а 201309448 ; заявл. 29.07.2013 ; опубл. 25.04.2014, Бюл. № 8, 2014 р.
8. ДСТУ 7346:2013 України «Вироби кондитерські борошняні спеціального дієтичного призначення». Загальні технічні умови.

**НАУЧНЫЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ СДОБНОГО ПЕЧЕНЬЯ
ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МУКИ ИЗ СОЛОДА ОВСА**

В.И. Оболкина, д.т.н., А.П. Скрипко, к.т.н., С.Г. Кияниця, к.т.н.

Национальный университет пищевых технологий

В статье приведены результаты исследований для создания инновационной технологии сдобного печенья с повышенной пищевой и биологической ценностью путем

использования муки из пророщенного зерна (солода) голозерного овса и пребиотика гуммиарабика «Fibregum». Определены химический состав и технологические свойства муки из солода овса, доказана целесообразность ее использования при создании печенья функционального назначения. Доказано, что по содержанию незаменимых аминокислот, витаминов, макро- и микроэлементов, полиненасыщенных жирных кислот, пищевых волокон печенье «Целующее зернышко», «Зерновая феерия можно от нести к мучным кондитерским изделиям оздоровительного назначения.

Ключевые слова: мучные кондитерские изделия, мука из солода овса, гуммиарабик, сдобное печенье оздоровительного назначения, технология, функциональные ингредиенты.

Англ..