

УДК 641.8:641.52

DOI: 10.15587/1729-4061.2018.143407

Отримання порошкоподібної овочевої сировини з подальшим дослідженням властивостей порошоків з баклажанів

О. В. Дзюндзя, В. Г. Бурак, О. В. Аверчев, Н. В. Новікова, І. О. Ряполова, А. В. Антоненко, Т. В. Бровенко, М. Ю. Криворучко, Г. А. Толлок

Наведено результати досліджень з розроблення новітніх технологічних та технічних рішень для перероблення баклажанів. Запропонована технологія вирішує проблему раціонального використання баклажанів. Завдяки інфрачервоному сушінню отримуємо якісно новий продукт, що дозволяє максимально зберегти поживні речовини. Під час термічної обробки змінюються фізико-хімічні характеристики висушеного матеріалу: густина, теплоємність, пружність, пористість, хімічний склад та інші. Тому досліджено і представлено результати досліджень властивостей порошоків з баклажан. Визначенні органолептичні, фізико-хімічні та структурно-механічні показники, що дозволяють розрахувати необхідну кількість порошку, яку можна вносити в якості добавки не впливаючи на структурно-механічні властивості готового продукту. Встановлено раціональні для відновлення регідратації порошоків з баклажан умови: температура в діапазоні від 45 °С до 60 °С; тривалість набрякання 10–15 хв, співвідношення порошку та рідини 1:3 і 1:4. Досліджено вміст токсичних елементів (Свинець, Кадмій, Миш'як, Мідь, Цинк) та мікробіологічні показники (мезофільні аеробні, факультативно-анаеробні, бактерії кишкових паличок, бактерії роду Сальмонела). Встановлено відповідність вимогам, що висуваються до даного виду сировини та підтверджують безпечність розроблених порошоків з баклажанів. Встановлено, що розроблений харчовий порошок має низку позитивних якостей, а саме: тривалий термін зберігання, не потребує додаткових приміщень для зберігання, легко відновлюється.

Завдяки технології інфрачервоного сушіння, що є одним із методів консервування баклажанів, підвищується продуктивність технологічного процесу виготовлення порошоків. Пояснюється це тим, що за однаковий проміжок часу отримуємо в двічі більше висушеного продукту порівняно з конвективними методами. Враховуючи поживну цінність баклажанів, порошки можна використовувати у різних комбінаціях для забезпечення заданих властивостей кінцевого продукту. Це дозволить скоротити час на приготування страв, розширить асортимент продукції функціонального призначення.

Ключові слова: інфрачервоне сушіння, процес сушіння, овочеві порошки, порошки з баклажанів, гідромодуль, коефіцієнт набрякання, показники безпечності

1. Вступ

Харчування є основним чинником, що забезпечує організм людини енергією, основними структурними елементами і впливає на функціональну

діяльність. Актуальною проблемою сьогодення є забезпечення населення високоякісними продуктами харчування підвищеної харчової цінності. Зважаючи на сучасні екологічні умови, раціон харчування повинен містити в собі біологічно активні речовини (харчові волокна, пектини, антиоксиданти, вітаміни). Тому виникає все більша необхідність виробництва харчових продуктів, збагачених натуральними інгредієнтами, які можуть корегувати дефіцит мікронутрієнтів, підвищувати стійкість організму до несприятливих зовнішніх умов.

Основним джерелом надходження до організму життєво необхідних нутрієнтів є овочі, фрукти і ягоди. Актуальним є пошук рослинної сировини з високими технологічними властивостями для використання її у виробництві харчових продуктів з перспективою розширення асортименту, покращення органолептичних, структурно-механічних, функціонально-технологічних показників і мікробіологічних показників якості.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Розроблення ресурсозберігаючих технологій виробництва харчових порошків з рослинної сировини, що забезпечує повноцінне і раціональне харчування, актуальне на сьогоднішній день. Основна перевага порошків – це здатність до швидкого відновлення в рідинах, при цьому отримані пюре мають властивості, що несуттєво поступаються вихідній сировині [1].

Так, наприклад, автори [2] пропонують технологію висушування капусти, способом сушіння зі змішаним теплопідведенням за температур процесу 50 та 70 °С, за рахунок чого отримана сировина має кращі показники порівняно з контрольними зразками, що випускаються промисловістю. У роботі [3] описується технологія та результати досліджень висушування яблук і автори наголошують про максимальне збереження нутрієнтів. Групою науковців створено устаткування для промислового виробництва різноманітної сушеної продукції та представлено розроблені рослинні порошки [4]. Завдяки використанню новітнього устаткування, як стверджують розробники, забезпечується отримання порошків з високими споживчими характеристиками [1, 4]. Але недоліком всіх цих способів є громіздке устаткування та тривалий час зневоднення.

За способом підведення теплоти до продукту, що висушується, розрізняють такі види сушіння: конвективне, контактне, радіаційне, сублімаційне, діелектричне [1]. Найбільш поширеними у виробництві сушеної сировини є конвективний та контактний способи. Перевагою конвективних сушарок полягає у можливості регулювати основні параметри сушіння, здійснювати процес за оптимальних режимів стосовно окремих видів сировини та отримувати сушені продукти високої якості [4]. Однак недоліком є великі габарити промислового обладнання, значні витрати енергії при сушінні, тривалий час зневоднення [5, 6].

Контактна сушка заснована на принципі передачі теплоти від теплоносія до продукту через стінку, що розділяє [7]. Таким методом зазвичай висушують пюреподібні та рідкі продукти [7, 8]. Тому цей спосіб унеможлиблює виробництво порошків з більшості рослинної сировини.

До перспективної технології можна віднести інфрачервоне сушіння, що дозволяє скоротити час зневоднення сировини порівняно з традиційними методами [9]. В зв'язку з цим відбувається максимальне збереження нутрієнтного складу висушеного продукту. Відповідно, інфрачервоне сушіння забезпечує більш високу швидкість висушування за більш короткий час, а це впливає на пористість структури, що має позитивний вплив на регідrataцію.

Важливим є підбір ефективного способу сушіння рослинної сировини та дослідження споживних властивостей отриманої сушеної продукції.

Кожен вид сировини має свої особливості та потребує підбору раціональних умов зневоднення. Зважаючи на товарознавчі характеристики, баклажан не є винятком та потребує ретельного вивчення і підбору раціональних умов висушування.

В зв'язку з цим, важливим є дослідження характеристик сировини та розроблення основних технологічних параметрів висушування баклажанів на порошки. Відомо, що під час зневоднення в продукті відбуваються різноманітні фізико-хімічні зміни [1, 4], які і визначають якість. Тому вибір оптимального способу сушіння завжди визначається природою матеріалу та вимогами до якості кінцевого продукту. Якість – основний фактор, адже лише в разі використання певних способів і режимів зневоднення досягаються найкращі результати, а отриманий продукт має задані характеристики. Дослідження основних технологічних характеристик, показників якості дозволить підтвердити або спростувати доцільність виробництва порошків з баклажан.

3. Ціль та задачі дослідження

Метою роботи є наукове обґрунтування технології переробки баклажанів на порошки та дослідження основних технологічних характеристик порошків з баклажан.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні задачі:

- дослідити властивості свіжої сировини;
- визначити та обґрунтувати основні технологічні операції для сушіння баклажанів;
- дослідити харчову цінність порошків з баклажан;
- дослідити органолептичні, фізико-хімічні та показники безпеки порошків з баклажан.

4. Матеріали та методи дослідження свіжих та сушених на порошки баклажанів

Дослідження проводили впродовж 2016–2018 років в лабораторіях Херсонського державного університету та Херсонського державного аграрного університету (Україна). У роботі застосовано загальноприйняті, стандартні методи досліджень. Хімічний склад досліджено за ГОСТ 7636–85:

- масової частки води – методом висушування при температурі 100–105 °С;
- жиру – екстракційно-ваговим методом в апараті Сокслета;
- білка – визначенням загального азоту за методом К'ельдаля;

– золи – ваговим методом після мінералізації наважки продукту в муфельній печі при температурі 500–600 °С.

Кількісні зміни макро- та мікроелементів визначено методом атомно-абсорбційної спектrophотометрії на приладі С-115ПК («НПП Академприбор», Україна) із використанням ацетиленповітряної суміші. Вміст мінеральних елементів визначено методом рентгенофлуоресцентного аналізу на аналізаторі ElvaX-Med (Elvatech, Україна); вміст Кальцію і Фосфору – колориметричним методом; вміст Йоду – інверсійною вольтамперметрією на приладі АВА – 1 (ООО "УкрАналітика", Україна); показники мікробіологічної безпеки (БГКП, кМАФАНМ, патогенні мікроорганізми, плісеневі гриби та дріжджі) – за стандартними методиками [10–13]; вміст соланіну – прямим ваговим методом [14].

Для статистичної вірогідності всі експериментальні дослідження в лабораторних умовах проведено в п'ятикратній повторюваності. Отримані дані наведено в одиницях міжнародної системи СІ.

Визначено вміст сухих розчинних речовин, цукрів, в т.ч. інвертного цукру та сахарози у плодах баклажану сорту Алмаз. Відбір і підготовку проб до аналізу здійснювали згідно із ДСТУ.

5. Результати дослідження технологічних властивостей розроблених порошків з баклажанів

5. 1. Дослідження властивостей свіжих баклажан

За харчовими та смаковими властивостями баклажани є досить цінною сировиною. Користь баклажанів полягає в: низькій калорійності; сечогінних властивостях; здатності нормалізувати роботу серця; присутності речовин, що очищають судини від холестерину; вміст сполук, що покращують стан суглобів. Згідно з даними досліджень плоди баклажанів містять: білки, вуглеводи і незначну кількість жирів, вітаміни (нікотинова кислота (В5), тіамін (В1), рибофлавін (В2), каротиноїди). Вуглеводи представлені монозами (глюкоза, фруктоза), олігосахаридами (сахароза) і полісахаридами (крохмаль, пектинові речовини, клітковина). Також плоди баклажан багаті мінеральними солями фосфору, кальцію, калію, марганцю, магнію, заліза, алюмінію. Особливо великий відсоток припадає на частку солей калію. Вміст аскорбінової кислоти в залежності від сорту і району вирощування коливається від 0,89 до 19,0 мг на 100 г сирої ваги [15–20].

Для визначення перспективності сировини та залежності її цінності від ґрунту було досліджено хімічний склад баклажанів вирощених на півдні України, а саме в Херсонській області (Білозерський, Цюрупинський, Бериславський райони) (табл. 1). Цей регіон характеризується помірно-континентальним кліматом і є лідером з вирощування різноманітних сільськогосподарських культур, особливо баштанних (кавуни, дині) і пасльонових (томати, баклажани, овочевий перець).

Таблиця 1

Хімічний склад свіжих баклажанів (Сорт «Алмаз», урожай 2017 року)

Показник	Білозерський район	Цюрупинський район	Бериславський район
Вода, г	91	91	91
Білок, г	1,2	1,2	1,2
Жир, г	0,1	0,1	0,1
Вуглеводи, у т. ч:	4,5	4,8	5,1
– сахароза, г	0,4	0,4	0,4
– глюкоза, г	2,4	2,9	3
– фруктоза, г	0,8	0,7	0,8
– крохмаль, г	0,9	0,8	0,9
Харчові волокна, г	2,5	2,4	2,5
Вітаміни, мг/100 г			
Нікотинова кислота	0,6	0,6	0,7
Бета-каротин	0,01	0,01	0,01
Ацетилсаліцилова кислота	5	4,5	5,5
Токоферол	0,1	0,1	0,1
Тіамін	0,04	0,04	0,04
Рибофлавін	0,05	0,05	0,05
Ніацин	0,8	0,8	0,8
Макроелементи, мг/100 г			
Калій	238	235	245
Кальцій	15	15	16
Магній	9	9	10
Натрій	7	6	6
Фосфор	34	35	35
Хлор	47	46	46
Сіра	15	14	15
Мікроелементи, мг/100 г			
Залізо	0,4	0,4	0,4
Цинк	0,29	0,29	0,29
Мідь	0,14	0,14	0,14
Марганець	0,21	0,21	0,21

Незважаючи на різний за хімічним складом ґрунт, показники дослідних зразків були майже однаковими, що обумовлено використанням різноманітних добрив, які вносяться для отримання великих врожаїв. Опитуваннями торгівельних представників і постачальників сільськогосподарської продукції встановлено, що частка продукції з Цюрупинського району є найбільшою. Тому для подальшого дослідження було обрані зразки саме з цього району.

На перший погляд баклажан – продукт з низьким вмістом есенційних

речовин, але більш глибокі дослідження вказують на його цінність. Так, наприклад, до складу баклажан входять три групи вуглеводів (г/100г): моносахариди (глюкоза – 3, фруктоза – 0,8), олігосахариди (дисахариди : сахароза – 0,4), гомополісахариди (крохмаль – 0,9, клітковина – 0,13, пектинові речовини – 0,14), гетерополісахариди – мукополісахариди, основу яких становлять аміоцукор та галактуринова кислота. Важливим, є врахування впливу вуглеводів на організм людини, для цього визначаємо глікемічний індекс (ГІ), що являє собою умовне значення швидкості розщеплення будь якого вуглеводоємного продукту в організмі людини порівняно зі швидкістю розщеплення глюкози. Це показник впливу їжі на рівень цукру у крові, а саме, швидкість потрапляння глюкози у кров. Глікемічний індекс відображає співвідношення концентрації глюкози у крові через 3...4 години після вживання 100 г досліджуваного харчового продукту та рівня цього показника після вживання 100 г білого хліба. На цей показник впливають: високий вміст солодких вуглеводів у продукті, тривалість теплової обробки та інше. Чим нижчий глікемічний індекс, тим повільніше відбувається засвоєння вуглеводів. Глікемічний індекс баклажанів дорівнює 20, отже це продукт з низьким його вмістом. [21] Відомо, що продукти, що мають низький ГІ, більш корисні для організму. Продукти з ГІ нижче 35 сприяють ефективному зниженню маси тіла. Отже баклажани можна рекомендувати для вживання в їжу продовж дня.

5. 2. Визначення та обґрунтування основних технологічних операцій

Проведеними попередніми дослідженнями встановлено, що в їжу і для переробки використовуються цілі плоди технічної зрілості без дефектів. Тому значна частка дефектної сировини не реалізується і гниє на полях та сміттєзвалищах. Як наслідок, виникає потреба пошуку можливих напрямів переробки баклажанів, незважаючи на наявність дефектів.

Завдяки розробці нових ресурсозберігаючих технологій вирішуються проблеми раціонального використання сировинних ресурсів. Це має не лише науковий, але й соціальний аспект, тому що при цьому формуються наукові основи раціонального харчування і відповідно підвищується якість життя.

Сушіння являє собою один із способів консервації, тому створення нових харчових порошоків є актуальним. Існує безліч видів сушіння овочевої сировини: сублімаційна із застосуванням криодеструкції, конвективна, кондуктивна, високочастотна, діелектрична, інфрачервона тощо. Аналіз літературних джерел вказав, про розроблені і досліджені різноманітні способи сушіння баклажанів для отримання снєків [9, 22], але технології отримання саме порошоків виявлено не було. В зв'язку з цим було проведено порівняння основних технологічних операцій (табл. 2).

Таблиця 2

Основні технологічні операції з сушіння баклажанів

№	Основні операції		
	Класична технологія [9]	Технологія прототип[22]	Розроблена технологія
1	Підготування сировини, нарізання баклажанів смужками товщиною 2–3 мм	Підготування сировини, нарізання баклажанів поздовжніми смужками довжиною 6–8 см, товщиною 2–3 мм	Підготування сировини, нарізання баклажанів смужками товщиною 3–5 мм
2	Соління і витримання 10–20 хв	Приготування 1 % розчину солі з аскорбіною кислотою	Приготування 1 % розчину солі з цитриною кислотою та доведення розчину до кипіння
3	Промивання	Витримання нарізаного баклажану впродовж 20 хв	Витримання нарізаного баклажану впродовж 5–10 хв. в гарячому розчині
4	Висушування в конвективних сушарках за температури від 40–70 °С до вологості 14 %	Видалення вологи та промивання	Видалення вологи
5	–	Витримання в купажних соках впродовж 30 хв	Сушіння в інфрачервоній сушарці при температурі 50–60 °С, до вологості 10 %
6	–	Висушування в конвективній сушарці за температури 70 °С протягом 10 хв, а потім за температури 55 °С протягом 5 год	Подрібнення сушеного баклажану на порошки
7	–	–	Просіювання

Запропонована технологія дає змогу отримати сушений напівфабрикат з баклажану який не поступається за своїми органолептичними показниками прототипам. Це в свою чергу дає можливість отримати порошок високої якості. (рис. 1).



a

б

Рис. 1. Продукти переробки баклажану:
a – сушений баклажан, *б* – порошок з баклажану

5. 3. Дослідження харчової цінності порошоків з баклажан

Сушіння баклажанів в інфрачервоних сушарках дозволяє отримати максимальне збереження поживних речовин.

Мінеральний склад порошоків з баклажанів в середньому збільшується в 2,5–3,0 рази, де переважну більшість складає, мг/100 г: кальцій ($48,5 \pm 2,0$), калій ($740,4 \pm 2,0$), залізо ($1,7 \pm 0,5$), фосфор ($98,80 \pm 1,5$), магній ($26,18 \pm 2,0$). Всі ці елементи є складовою кісткових тканин, мають радіозахисні та антианемічні властивості, а тому є життєво необхідні для людини.

Кількість вітамінів групи В (B_1 та B_2), РР зростає більше ніж в 10 разів і складає, мг/100г: тіамін B_1 – $0,40 \pm 0,01$; рибофлавін B_2 – $0,5 \pm 0,06$; нікотинова кислота РР – $5,22 \pm 0,10$.

Порошки з баклажанів є додатковим джерелом вітамінів, що особливо важливо для регуляції обміну речовин та покращення опору організму до різних негативних чинників навколишнього середовища.

Вітаміни входять до складу ферментів, які забезпечують в організмі важливі процеси обміну. Водорозчинні вітаміни порошоків баклажанів (РР, B_1 , B_2) сприяють процесам клітинного обміну.

Резюмуючи можна стверджувати, що підвищений рівень мінеральних елементів, вітамінів групи В, ніацину в порошках з баклажанів сприятимуть загальному зміцненню організму та посиленню захисної дії імунної системи. А це в свою чергу посилює опірність організму до несприятливих факторів навколишнього середовища.

Очевидним є те, що внесення порошоків з баклажан як харчової добавки спричинюватиме формування у готових продуктах відповідних консистенції, кольору, аромату та смаку. Тому особливу увагу необхідно приділити дослідженню показників якості та основних технологічних властивостей порошоків.

5. 4. Дослідження органолептичних, фізико-хімічних та показників безпеки порошоків з баклажан

Основні органолептичні показники функціональних порошоків з баклажанів наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Органолептичні показники функціональних порошоків

Показник	Характеристика порошоків
Зовнішній вигляд	Порошкоподібна суміш, однорідна, без сторонніх домішок, допускається наявність легкокорозчинних грудок
Консистенція	однорідна
Дисперсність	<0,5 мм
Колір	Від світло коричневого до коричневого.
Запах	Властивий цій сушеній сировині, без сторонніх запахів
Смак	Присмак сушеної сировини, отриманий порошок без сторонніх домішок

За вмістом токсичних елементів порошок з баклажанів повинен відповідати вимогам, зазначеним в табл. 4.

Таблиця 4

Вміст токсичних елементів порошоків з баклажан

Найменування показника	Допустимий рівень, мг/кг, не більше	Порошки з баклажан	Метод контролю
Свинець	0,5	0,1±0,02	За ГОСТ 26932
Кадмій	0,03	Не виявлено	За ГОСТ 26933
Миш'як	0,2	Не виявлено	За ГОСТ 26930
Мідь	5,0	0,16	За ГОСТ 26931
Цинк	10,0	2,04	За ГОСТ 26934

За мікробіологічними показниками порошок з баклажанів повинен відповідати вимогам, зазначеним в табл. 5.

Таблиця 5

Мікробіологічні показники порошоків з хурми

Показник	Норма	Порошки з баклажан	Метод контролю
Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО/г, не більше	$5,0 \times 10^4$	$<1,0 \cdot 10^1$	За ГОСТ 10444,15

Бактерії групи кишкових паличок (коліформи), в 0,1 г продукту	Не допускаються	Не виявлено	За ГОСТ 26972
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду Сальмонела, в 25 г продукту	Не допускаються	Не виявлено	ГОСТ 9958

Відомо, що порошки можуть вводитись до рецептури, як в сухому, так і в відновленому виді [4]. Але для отримання продукції з високими показниками якості краще використовувати гідратований порошок.

У ході експерименту досліджували зразки, в яких постійна маса порошоків поєднувалася з різною кількістю води у співвідношеннях 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5, 1:6. термін набрякання – 5, 10, 15, 20, 30 хвилин. Перед використанням у складі харчових композицій порошки з баклажан просіювали, для того щоб не допустити у готових стравах грудочок і сторонніх домішок.

З метою якісної оцінки відновленого порошку з баклажанів в підготовлених зразках визначали реологічні показники (в'язкість, плинність, динамічну межу плинності) залежно від гідромодуля і тривалості набрякання, враховуючи, що пюре є дисперсною системою [21, 23].

При співвідношенні порошоків та води 1:1 динамічна в'язкість відновленого порошку досить велика – 18,4 Па*с, що на 26 % більше динамічної в'язкості контрольного зразка. Збільшення гідромодуля до 1:3 наближає динамічну в'язкість відновлених порошоків до показників свіжого пюре з баклажан. Отже, динамічна в'язкість отриманого відновленого порошку на 6 % менша від контролю при гідромодулі 1:3.

При подальшому збільшенні гідромодуля до 1:5 та 1:6 зменшує показник динамічної в'язкості на 35,8 % та 60,9 % відповідно. Аналогічні зміни відбуваються і з іншими реологічними показниками відновлених порошоків.

Для отримання пюре з порошоків баклажанів проводили відновлення порошоків в інтервалі від 5 до 30 хв.

Найбільший рівень коефіцієнта набрякання спостерігається при значеннях гідромодуля від 1:3 до 1:4. При подальшому збільшенні співвідношення порошку та води значного набрякання порошку не виникає, залишаючись незмінним.

Важливе значення при відновленні порошоків відіграє температура води, що взята для гідратації. Суттєве збільшення здатності до регідратації у порошоків спостерігається при температурах від 45°C до 60°C, при подальшому підвищенні температури води практично залишається незмінним. Аналіз отриманих результатів показав, що коефіцієнт набрякання порошоків з баклажан при температурі 20°C в дослідах з однаковою тривалістю відновлення має тенденцію до зростання із збільшенням співвідношення води і порошку.

При співвідношенні порошку і води 1:2 коефіцієнт набрякання становив 2,7 %, а при 1: 4 та 1:5 становив 3,8 %.

При збільшенні температури до 40 °C та 60 °C прослідковується така ж сама закономірність. А саме : при 1:2 – 3,5 % та 3,8 % і при 1:5 – 4,1 % та 4,7 % .

Не менш важливим є показник вмісту сухих розчинених речовин в рідині, яка залишається після центрифугування відновленого порошку.

У результаті гідротермічної обробки порошоків збільшується і кількість сухих розчинених речовин. Підтверджується це даними літературних джерел, що пектинові речовини і геміцелюлози, які входять до складу клітинних стінок, підпадають деструкції з утворенням розчинних речовин.

У процесі промислової переробки і внаслідок технологічних операцій у відновлених порошках відбувається накопичення рослинного пектину в системі поза клітинами [24]. В результаті відновлення утворюється гель, що надає пюре з порошоків баклажан відповідну консистенцію.

При збільшенні тривалості регідратації від 5 хв до 30 хв і підвищенні температури води до 60 °С збільшується водоутримуюча здатність пюре з порошоків баклажан, про що вказує здатність відновленого порошку утримувати вологу після центрифугування. При підвищенні температури води для відновлення до 80 °С здатність порошоків утримувати вологу зменшується.

Аналогічні зміни відбуваються і з іншими реологічними показниками. Протягом перших 10 хв теплової обробки плинність зростає на 5,5 % , а при тривалості теплової обробки 20 та 30 хв – на 7,8 та 9,3 %.

Різниця в пластичній в'язкості зразків, вочевидь, пояснюється підвищенням вмістом розчинного пектину в композиціях у перші 10 хв теплової обробки.

При відновленні порошоків відбувається екстракція розчинних речовин, переважно завдяки дифузії. У всіх випадках втрати розчинних речовин досягають максимуму за 10–15 хв. Подальше збільшення тривалості регідратації до 30 хв та більше спричиняє зменшення водопоглинальної здатності і стає такою, що й була на початку процесу.

У ході досліджень встановлено, що в'язкість відновлених порошоків зростає з підвищенням температури і досягає свого максимального значення при температурних режимах від 45 °С до 60 °С та при гідромодулі 1:3.

Чим нижчий гідромодуль, тим вища температура потрібна для того, щоб в'язкість відновленого порошку наближалась до свого максимального значення.

Тривалість регідратації, тобто час необхідний для відновлення порошоків теж являється одним з головних складових. Так як в'язкість набуває свого максимального значення в діапазоні від 45 °С до 60 °С, то для вивчення впливу тривалості набрякання на відновлення порошоків з баклажан були взяті саме ці зразки, з гідромодулями 1:3, 1:4, 1:5, 1:6. Відновлювання проводили протягом 5–30 хв. [23].

Встановлено, що зростання в'язкості спостерігається у перші 10–15 хв. При збільшенні тривалості набрякання до 30 хв в'язкість отриманого пюре суттєво не змінюється.

Отже, відповідно з результатами досліджень, встановлено, що раціональним для відновлення порошоків баклажан є температура в діапазоні від 45 °С до 60 °С з тривалістю набрякання близько 10–15 хв, при співвідношенні порошку та рідин 1:3 та 1:4.

Розробленні порошки мають низку позитивних якостей порівняно зі свіжою сировиною. Найбільш вагомим є те, що завдяки технологічним

операціям відбулося видалення шкідливих інгредієнтів (соланін) та відбулась концентрація функціональних інгредієнтів. Важливо, що термін зберігання 12 місяців і немає потреби в додаткових приміщеннях для зберігання. Порошки займають мало місця і легко транспортуються. Завдяки гарним відновлювальним властивостям висушений баклажан можна використовувати у різних комбінаціях для забезпечення заданих властивостей кінцевому продукту. Це дозволить скоротити час на приготування страв, розширить асортимент продукції функціонального призначення.

6. Обговорення результатів дослідження якості порошків з баклажанів

Баклажани – продукт який багатий на соланін, який має шкідливий вплив на організм. Тому важливим є максимальне видалення його з сирого продукту. За класичною технологією відбувається нерівномірне оброблення баклажана сіллю і як наслідок отримуємо продукцію з високим вмістом соланіну та темне забарвлення. Зважаючи на це, оптимальним є оброблення сировини розчином солі, додавання цитринової кислоти дозволить зберегти світлий колір. Оброблення гарячим розчином дозволяє максимально пришвидшити видалення соланіну з плодів баклажану. Витримування баклажанів в окропі впродовж 10 хв дозволяє деактивувати більшість ферментів. Важливо відмітити, що вегетативні форми мікроорганізмів гинуть, що забезпечує санітарно-гігієнічну безпеку харчових порошків при зберіганні. Сушіння при температурі до 60°C дозволяє максимально зберегти вітамінний склад готового продукту.

Для визначення більш раціональної технології сушіння дослідних зразків проводили в конвективній та інфрачервоній сушарках в одному температурному діапазоні. Згідно з отриманими даними, при сушінні плодів оброблених гарячим розчином солі з додаванням цитринової кислоти тривалість зневоднення продукту, порівняно з холодними розчином, зменшується на 10 %. Важливо звернути увагу, що при сушінні в інфрачервоній сушарці час зневоднення продукту зменшився на 50 %. Пояснюється така перевага тим, що за рахунок інфрачервоного випромінювання здійснюється прогрівання всіх зон одночасно. Під час сушіння структура баклажанів зберігається та відбувається повна стерилізація, а саме, знищення всіх мікроорганізмів, одночасно зберігаючи корисні властивості продукту сушіння. Таким чином, встановлено, що цей спосіб надає можливість більш раціонально використовувати енергетичні ресурси та максимально зберегти нутрієнтний склад.

Використана технологія інфрачервоного сушіння баклажанів має ряд переваг порівняно з конвективною та дозволяє отримати якісний продукт за більш короткий термін. Запропонована технологія сушіння забезпечує більш якісне зневоднення сировини, а за рахунок невисоких температур (50 – 60 °C) максимально зберігаються вітаміни та мікроелементи.

Дотримання цих умов надає можливість отримати якісний продукт з високими споживчими характеристиками.

Важливим показником якості порошків є дисперсність, для розроблених порошків з баклажанів становить менше 0,5 мм. Отримані порошки мають

органолептичні властивості, які дозволяють використовувати в якості добавки до рецептурних композицій широкого спектру кулінарних виробів та страв. Отримана дисперсність порошків дозволяє використовувати для різноманітних харчових систем. Відновлений порошок з баклажанів, має смак і колір вихідної сировини, що вказує про її високу якість (табл. 3).

Висушені таким чином баклажани за вмістом токсичних елементів (табл. 4) і мікробіологічними показниками (табл. 5) відповідають вимогам безпеки, що висуваються до продуктів харчування.

Особливу увагу необхідно звернути на технологічні властивості порошків з баклажанів. Важливим фактором який впливає на якість продукції при моделюванні нових рецептур це дослідження технологічних властивостей. Дотримання умов регідратації висушеної сировини дозволить максимально зменшити втрати поживних речовин під час відновлення порошків. Найбільш оптимальними для відновлення є температура в діапазоні від 45 °С до 60 °С з тривалістю набрякання близько 10–15 хв, при співвідношенні порошку та рідини 1:3 та 1:4. Данні параметри дають змогу отримати якісну продукцію з високими технологічними показниками.

Перспективою подальших досліджень є визначення шляхів подальшого використання порошків з баклажанів та створення нових страв із заданими властивостями для нормалізації роботи організму людини. Визначення і дослідження впливу на структурно-механічні властивості і хімічний склад розробленої продукції визначає напрям подальших досліджень.

7. Висновки

1. Встановлено, що баклажани низько калорійна сировина, яка містить : білків – 1,2 г, жирів – 0,1 г, вуглеводів – 4,8 г. Також плоди баклажан містять необхідні мінеральні солі: фосфору (35 мг/100 г), кальцію (15 мг/100 г), калію (235 мг/100 г), марганцю (0,21 мг/100 г), магнію (9 мг/100 г), заліза (0,4 мг/100 г). Глікемічний індекс баклажанів дорівнює 20, а це означає, що це продукт з низьким його вмістом.

2. Розроблено технологію виробництва порошків з баклажанів. Відмінність від прототипу полягає в тому, що в процесі підготовки баклажану відбувається оброблення і витримування продукту впродовж 10 хв. в гарячому 1 % розчинні солі з цитриновою кислотою. Використання інфрачервоного сушіння скорочує час зневоднення продукту порівняно з конвективним на 50 %. Такий спосіб дозволив за рахунок витримування баклажанів в окропі впродовж 10 хв. деактивувати більшість ферментів, зберегти світлий колір, зменшити час сушіння на 50 % порівняно з конвективною сушкою та отримати якісний порошок з баклажанів за температурного режиму 50–60 °С.

3. Сушіння баклажанів в інфрачервоних сушарках дозволяє отримати максимальне збереження поживних речовин. Мінеральний склад порошків з баклажанів складає, мг/100 г: кальцій (48,5±2,0), калій (740,4±2,0), залізо (1,7±0,5), фосфор (98,80±1,5), магній (26,18±2,0). Всі ці елементи є складовою кісткових тканин, мають радіозахисні та антианемічні властивості, а тому є

життєво необхідні для людини. Кількість вітамінів складає, мг/100г : тіамін В₁ – 0,40±0,01; рибофлавін В₂ – 0,5±0,06; нікотинова кислота РР – 5,22±0,10.

4. За органолептичними показниками порошки з баклажанів – це однорідна порошкоподібна суміш, від світло-коричневого до коричневого кольору, дисперсністю до 0,5 мм. За вмістом токсичних елементів і мікробіологічними показниками порошок з баклажанів відповідає вимогам, що висуваються до даного виду сировини. Встановлено, що оптимальним для відновлення порошоків баклажан є температура в діапазоні від 45 °С до 60 °С з тривалістю набрякання близько 10–15 хв., при співвідношенні порошку та рідин 1:3 та 1:4.

Література

1. Снежкін Ю. Ф., Петрова Ж. О. Харчові порошки з рослинної сировини. Класифікація, методи отримання, аналіз ринку // *Biotechno-logia Acta*. 2010. Т. 3, № 5. С. 43–49.
2. Спосіб виробництва сушеної капусти: Пат. № 107146 UA. МПК: A23L 3/40 / Гавриш А. В., Новосад О. О., Погожих М. І., Неміріч О. В., Кардавар К. М., Євлаш В. В., Тарасенко Т. А. № а201308406; заявл. 04.07.2013; опубл. 25.11.2014, Бюл. № 22.
3. Pyo J. G. Preparing method of apple chips: Pat. No. 1020140040963 Korean. 2014.
4. Снежкін Ю. Ф., Петрова Ж. О. Нові харчові продукти в екології харчування. Львів, 2009. С. 75–76.
5. Сарафанова Л. А. Современные пищевые ингредиенты. Особенности применения. СПб.: Профессия, 2009. 208 с.
6. Снежкин Ю. Ф., Шапарь Р. А. Анализ факторов повышения эффективности процесса сушки термолabileльных материалов // *Промышленная теплотехника*. 2009. Т. 31, № 7. С. 110–112.
7. Поперечний А. М., Корнійчук В. Г., Шеїна А. В. Дослідження процесу сушіння картопляного пюре // *Обладнання та технології харчових виробництв*. 2010. Вип. 25.
8. Шеїна А. В., Мещанін Б. А. Експериментальні дослідження сушіння гарбузового пюре // *Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів "Актуальні задачі сучасних технологій"*. Т. 3. Тернопіль: ТНТУ, 2017. С. 170–171.
9. Aydogdu A., Sumnu G., Sahin S. Effects of Microwave-Infrared Combination Drying on Quality of Eggplants // *Food and Bioprocess Technology*. 2015. Vol. 8, Issue 6. P. 1198–1210. doi: <https://doi.org/10.1007/s11947-015-1484-1>
10. ДСТУ 8446:2015. Продукти харчові. Методи визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2015. 16 с.
11. ДСТУ 8447:2015. Продукти харчові. Метод визначення дріжджів і плісневих грибів. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2015. 15 с.
12. ГОСТ 30518-97. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий). К.: Госстандарт Украины, 2000. 8 с.

13. ГОСТ 30519-97. Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода *Salmonella*. К.: Госстандарт Украины, 2000. 9 с.
14. Антонов Б. И., Федотова В. И., Сухая Н. А. Лабораторные исследования в ветеринарии: химико-токсикологические методы: справ. / под ред. Б. И. Антонова. М.: Агропромиздат, 1989. 320 с.
15. Сирохман І. В., Завгородня В. М. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення: навч. пос. К.: Центр учбової літератури, 2009. 544 с.
16. Пилипчук Г. Баклажани – заслужено популярні // Медична газета України «Ваше здоров'я». 2010. № 13. С. 2–3.
17. Polyphenols content and antioxidant capacity of eggplant pulp / Singh A. P., Luthria D., Wilson T., Vorsa N., Singh V., Banuelos G. S., Pasakdee S. // *Food Chemistry*. 2009. Vol. 114, Issue 3. P. 955–961. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.10.048>
18. Magioli C., Mansur E. Eggplant (*Solanum melongena* L.): tissue culture, genetic transformation and use as an alternative model plant // *Acta Botanica Brasiliica*. 2005. Vol. 19, Issue 1. P. 139–148. doi: <https://doi.org/10.1590/s0102-33062005000100013>
19. Boubekri C., Rebiai A., Lanez T. Study of antioxidant capacity of different parts of two south Algerian eggplant cultivars // *Journal of Fundamental and Applied Sciences*. 2015. Vol. 4, Issue 2. P. 164–174. doi: <https://doi.org/10.4314/jfas.v4i2.6>
20. Antioxidant activity of different parts of eggplant / Jung E.-J., Bae M.-S., Jo E.-K., Jo Y.-H., Lee S.-C. // *Journal of medicinal plants research*. 2011. Vol. 5, Issue 18. P. 4610–4615.
21. Глікемічний індекс продуктів – таблиця. URL: <http://medfond.com/static/glikemichnii-indeks-produktiv-tablicya.html>
22. Дьякова Ю., Орлова Н. С-вітамінність баклажанових снєків // *Товари і ринки*. 2014. № 1. С. 75–83.
23. Зозулевич Б. В. Оценка восстанавливаемости сушеных материалов // *Консервная и овощесушильная промышленность*. 1970. № 2. С. 29–30.
24. Донченко Л. В., Карпович Н. С., Костенко Т. І. Властивості пектинових речовин. К.: Знання, 1992. 34 с.