

ОСОБЛИВОСТІ КОНСЕРВУВАННЯ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ ПЛАЗМОХІМІЧНО АКТИВОВАНИХ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ

Ковальова Олена Сергіївна,

к.т.н., доцент кафедри харчових технологій,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Харчування людства завжди залежало від двох факторів: сезонності виробництва харчових продуктів та їх збереження. Більшість продуктів швидко псується, тому важливо знайти способи їх зберігання більш тривалий час. Найпоширенішими способами зберігання продукції є біохімічні (мікробіологічні, ферментативні), фізичні та хімічні методи консервування. Усі вони ґрунтуються на дії консервантів різної природи походження.

Значний попит на корисні і природні продукти харчування стимулював удосконалення способів консервування харчової сировини без використання консервантів хімічної природи. Харчові отруєння і псування продуктів довгого зберігання є результатами небажаного розвитку бактерій, дріжджів і пліснявих грибів. В консервній галузі широке застосування отримали харчові підкислювачі, такі як молочна та оцтова кислоти, які використовуються для інгібування розвитку мікроорганізмів, шкідливих для здоров'я людини [1]. Однак безпосереднє додавання харчових підкислювачів призводить до значної зміни запаху і смаку харчових продуктів. Плодово-овочева сировина при зберіганні в якості консерви (без охолодження) втрачає запах, свіжість, текстуру, зовнішній вигляд, колір та інші органолептичні властивості [2-5].

Традиційні способи консервування, наприклад, консервування в герметичній тарі, зазвичай мають декілька стадій термічної обробки або комбінацію термічної обробки з іншими руйнівними для овочів процесами [6]. Інші традиційні способи використовують хімічні консерванти: солі, зволожувачі, сорбат калію, підкислювачі, що привносить небажані запах та смак [2-4]. Зазвичай комплексний ефект від традиційних способів консервування відображається в зниженні якісних показників готового продукту.

Хімічний спосіб консервування оснований на властивостях мікрофлори розвиватись у певному кислотному середовищі. Зміна величини кислотності порушує дисперсність протоплазми мікробних клітин і їх життєдіяльність припиняється. Серед хімічних консервантів найчастіше застосовують оцет та сірчистий ангідрид. Для консервування плодовоовочевих продуктів використовують хімічні речовини – антисептики, які мають антимікробну дію: сірчисту, сорбінову, бензойну кислоти та інші речовини [2-6]. Поширеним є використання антисептиків – це сульфітація, за якої застосовують сірчисту кислоту, її солі та оксид сірки [6]. Негативною стороною використання сірковмісних сполук є руйнація в продукції вітамінів групи В, виготовлення продуктів для дітей з сульфітованої сировини не дозволяється. Як антисептики

використовують бензойну кислоту та бензойнокислий натрій, що можуть надавати специфічний неприємний присмак продуктам [3-4]. Більшість антисептиків досить негативно впливає на організм людини і в разі накопичення та порушення обмінних процесів здатні викликати хронічні захворювання нирок та печінки.

Консервуючи хімічні речовини, які сьогодні використовують в промисловому виробництві, не завжди відповідають вимогам безпеки харчування, європейським стандартам. Найбільша потреба у використанні антисептиків буває у літній період, коли плодоягідна продукція, наприклад, швидко псується, а використання інших способів консервування, крім хімічного, обмежене. За допомогою антисептиків можна швидко законсервувати багато видів продукції, а тому виробництво хімічно безпечних консервантів та антисептиків є дуже актуальним питанням, яке потребує вирішення [6].

Таким чином, альтернативним напрямком досліджень є удосконалення технології консервування харчової сировини.

Метою досліджень стало підвищення якості плодово-овочевих консервів, подовження строків зберігання готового продукту та підбір універсального варіанту консервації харчової сировини. Розроблена технологія консервування харчової сировини, шляхом використання в якості агенту консервування активованих водних розчинів, що значно покращить якість отриманої консервованої продукції по цілому ряду органолептичних показників. Плазмохімічно активовані водні розчини в повній мірі здатні замінити антисептики і тим самим зберігати хімічну чистоту отриманого харчового продукту [7]. Плазмохімічно активовані водні розчини зможуть замінити класичні хімічні антисептики і при цьому будуть безпечними, не матимуть в своєму складі хімічних сполук, небажаних у раціоні людини [8].

Консервування харчових продуктів досягається шляхом контакту сировини з розчинами активованими під дією контактної нерівноважної плазми [9]. Плазмохімічно активовані водні розчини не привносять небажаних запахів і смаків та дозволяють не використовувати хімічні консерванти. Строк зберігання отриманих продуктів складає від 6 місяців до двох років залежності від сировини та режимів активації розчинів і цей ефект досягається без необхідності використання харчових підкислювачів, консервантів та тривалої термічної обробки (наприклад, використання автоклаву) з метою консервування [9-10].

Консервованій харчовий продукт отримують шляхом його безпосереднього контакту з плазмохімічно активованими водними розчинами, це ефективно стабілізує процес консервування, підкислює рН продукту, стабілізує продукт при зберіганні. Харчові продукти, які можуть бути піддані консервуванню шляхом використання плазмохімічно активованих водних розчинів: овочі, фрукти, боби, м'ясо, картопля, зернові продукти [11-12]. Крім того, активовані водні розчини можуть виступати стабілізаторами та консервантами в приготуванні напоїв, десертів, сиропів, приправ, соусів, підлив, пастоподібних продуктів та інших продуктів в склад яких увійшли плазмохімічно активовані водні розчини [6].

Плазмохімічно активовані водні розчини отримують наступним чином: активують водопровідну воду з направленою зміною властивостей та реакційної здатності в результаті ведення процесу в плазмових розрядах зниженого тиску з напругою 1000–2000 В, силою струму 10,0–200,0 мА і подальшим переходом з підвищенням електропровідності в режим контактної нерівноважної плазми з параметрами: напруга від 400 до 600 В, сила струму до 150 мА [7]. Активація розчинів проводилась на лабораторній трьох дуговій плазмохімічній установці що зображена на рисунку 1.

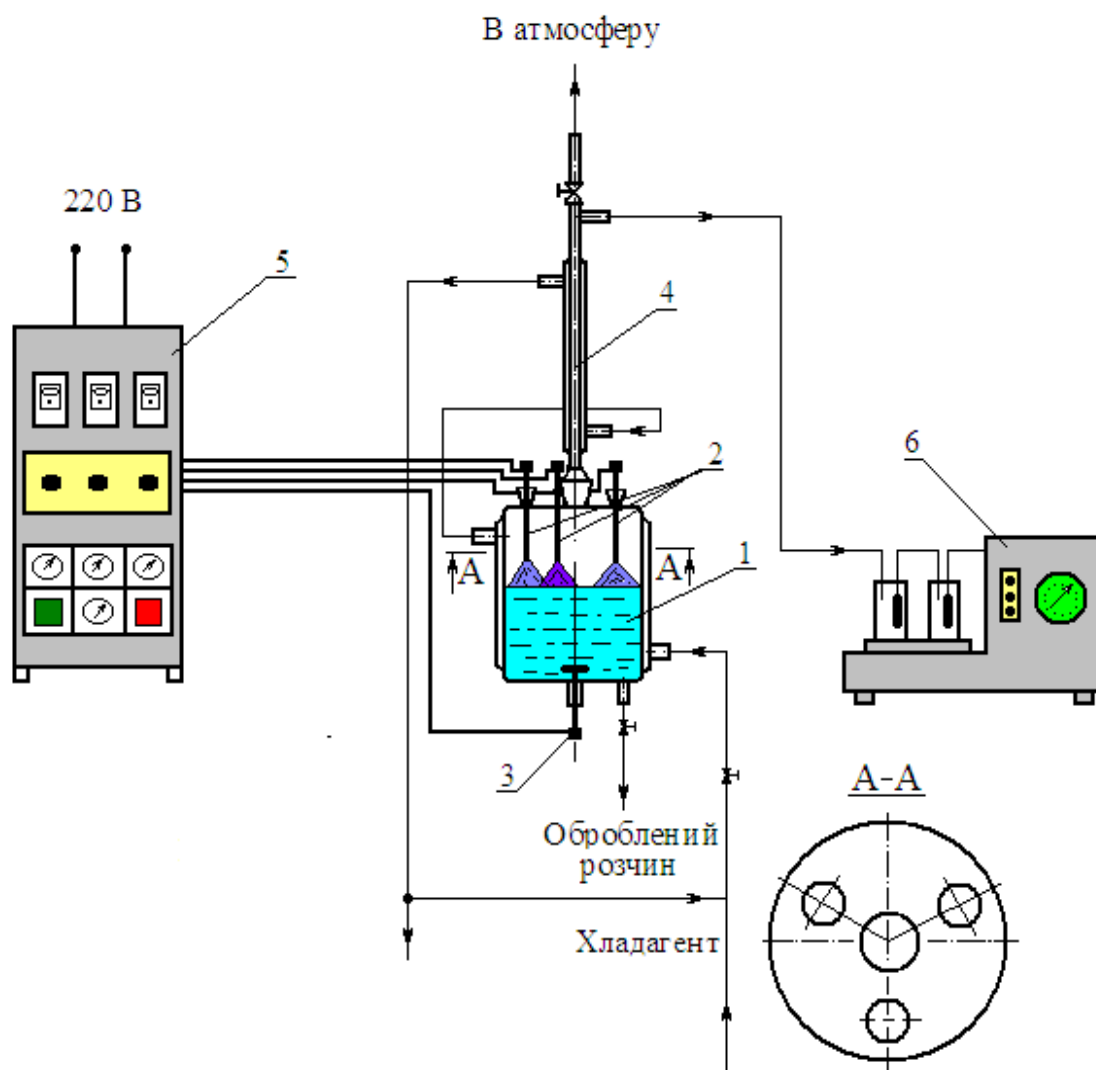


Рисунок 1. Схема лабораторної трьохдугової плазмохімічної установки: 1 – реактор; 2 – аноди; 3 – катод; 4 – зворотний холодильник; 5 – джерело живлення; 6 – вакуумний насос

Технічні характеристики та експлуатаційні параметри лабораторної дослідної установки наведені в табл. 1, 2.

Таблиця 1.

Експлуатаційні параметри лабораторної дослідної установки

Параметри	Електроживлення	Величина
Вхідна напруга	Перемінне однофазне	~ 50 Гц – 220 В
Вихідна напруга	Постійне, пульсуюче, яке можливо регулювати в межах	700- 1500 В
Струм навантаження	Максимальне значення	0,3 А
Навантаження підпалу	Амплітуда Тривалість імпульсу	12000-15000 В 1,0-1,5 мс

Таблиця 2.

Технічна характеристика реактора

Об'єм реактора	4 x 10 ⁻⁵ м ³
Діаметр	3,4 x 10 ⁻² м
Висота	0,2 м
Матеріал	Молібденове скло
Електрод	Нержавіюча сталь
Рухомий електрод	Тугоплавкий матеріал

Плазмохімічно активовані водні розчини мають специфічний склад: пероксид водню та надперекисні сполуки, збуджені частки та радикали, які відіграють важливу роль в окисно-відновних процесах. Пероксид водню є антисептиком, потрапляючи в клітини під дією ферментів він розщеплюється на воду і кисень, що має протимікробну дію, але при цьому в клітинах не залишається шкідливих хімічних сполук. Зазначимо, що такі водні розчини після обробки плазмою може проявляти деякі нові властивості, раніше маловивчені [7].

Явище активації водних розчинів викликає багаточисельні специфічні фізичні та хімічні ефекти, які можуть слугувати відправними пунктами для нових прогресивних технологій [13]. Використання електрохімічної активації може в багатьох випадках полегшити та здешевити отримання продукції з урахуванням затрат енергії та часу на активацію [14-15].

Використовували для процесу консервування, як плазмохімічно активовані водні розчини, так і різні композиції, наприклад, розсіл готували з чистої водопровідної води із вмістом заліза не більше 0,04-0,05 мг/л води. Брили одну частину солі NaCl на п'ять частин води. Розчин фільтрували, а потім доводили до 9%-вої концентрації. Готовий розчин активували на плазмохімічній установці.

Консервування харчового продукту відбувається наступним чином: підготовка харчової сировини; в разі необхідності миття сировини (для зниження мікробіологічного забруднення) бажано проводити плазмохімічно активованими водними розчинами з метою дезінфекції [16]; плазмохімічна активація водного розчину (композиції) (з подальшим додаванням або без додавання солі, цукру,

спецій) до досягнення необхідної кислотності та вмісту (концентрації) пероксидів від 100 до 700 мг/л в залежності від виду сировини, яку необхідно законсервувати; поєднання продукту з плазмохімічно активованими водними розчинами (композиціями); поєднання багатокomпонентних продуктів у відповідності до рецептури; внесення продукту в термостійку (скляну) тару (контейнер); герметизація тари (контейнера); за необхідності термообробка харчового продукту в герметичній тарі (контейнері), при температурі і на протязі часу, ефективного для пастеризації харчового продукту; охолодження термічно обробленого харчового продукту для швидкого зниження температури до 25 °С, або нижче, в залежності від використаної сировини.

Харчові продукти, поміщені в герметичну термостійку тару (контейнер) можуть бути сировиною або частково готовим продуктом, наприклад, бланшовані овочі. В деяких випадках тару можна замінити герметичним пластиковим пакетом, або металевими консервними банками.

За представленою технологією можна консервувати такі овочі: томати, перець, огірки, моркву, броколі, горох, горох в стручках, кольорову капусту, капусту, цибулю, гриби, кабачки (цукіні), кукурудзу, спаржу, стручкову квасоллю, баклажани та інше [6]. Овочева сировина попередньо обов'язково промивається холодною водою або плазмохімічно активованими водними розчинами для зменшення бактеріального забруднення. При представленому методі консервування овочі матимуть зовнішній вигляд, текстуру і смак кращий в порівнянні з традиційно консервованими або замороженими овочами.

Плазмохімічно активовані водні розчини можуть використовуватись для отримання різноманітних харчових продуктів тривалого зберігання, а це означає, що консервовані харчові продукти, при зберіганні в умовах навколишнього середовища, безпечні для вживання. Харчові продукти, які можуть бути законсервовані за допомогою використання плазмохімічно активованих водних розчинів та їх композицій, включають м'ясо, картоплю, рис, макаронні вироби, а також їх суміші.

Харчові продукти можливо вводити в контакт або поєднувати з плазмохімічно активованими водними розчинами. Один з способів об'єднання харчового продукту з плазмохімічно активованими водними розчинами включає занурення продукту в розчин для зберігання.

Також плазмохімічно активовані водні розчини можливо використовувати для консервування рецептурних харчових продуктів, а саме, можуть бути введені в рецептуру харчового продукту прямою або частковою заміною води в ньому. Рецептурні продукти тривалого зберігання, такі як напої, десерти, приправи, соуси, підливи, пастоподібні продукти, закуски, макаронні вироби, пластівці та інше, виготовляються прямим включенням плазмохімічно активованих водних розчинів з попередньо встановленим рН в рецептуру харчового продукту, ефективним для отримання підкисленого харчового продукту. Потім харчовий продукт поміщають в термостійку тару (контейнер) та герметизують з наступною термічною обробкою харчового продукту при температурі та на протязі часу, ефективного для пастеризації харчового продукту готові

консервовані продукти не мають небажаного кислого смаку або сторонніх присмаків і запахів, часто пов'язаних з використанням харчових добавок, і стабільні за умов навколишнього середовища на протязі 6-12 місяців в залежності від продукту.

Використання плазмохімічно активованих водних розчинів допомагає зберігати бажаний рН консервованого продукту, а також, підтримує мікробіологічну стабільність харчового продукту, повністю замінюючи традиційні харчові кислоти і підкислювачі. Тобто отриманий консервований продукт буде стерильним, в ньому відсутні життєздатні мікроорганізми, які здатні до розмноження в харчовому продукті при нормальних неохолоджених умовах навколишнього середовища, при яких харчовий продукт зберігають, транспортують, реалізують, а також, при якій його зберігає споживач.

В процесі досліджень консервуванню піддавались овочі, боби, м'ясо, картоплю, рис, макаронні вироби та суміші, а також виготовлені харчові продукти: напої, десерти, сиропи, приправи, соуси, підливи, пастоподібні продукти, зернові продукти, які містили в своєму складі плазмохімічно активовані водні розчини. Консервація досягалась шляхом контактування з плазмохімічно активованими водними розчинами та їх композиціями. Консервований харчовий продукт отримували, введенням продукту в контакт з певною кількістю плазмохімічно активованого водного розчину, ефективного для отримання підкисленого харчового продукту, це сприяє встановленню в продукті рН стабільного при умовах навколишнього середовища. Строк зберігання досяг 6-12 місяців в залежності від продукту в умовах навколишнього середовища, без використання харчових підкислювачів, консервантів або тривалої термічної обробки з метою консервування.

Також досліджувався процес консервування овочів, бобів, м'яса, картоплі, рису, макаронних виробів та їх суміші, а також виготовлені харчові продукти: напої, десерти, приправи, соуси, підливи, пастоподібні продукти, легкі закуски, зернові продукти (пластівці). Консервація досягалась контактом харчового продукту з плазмохімічно активованими водними розчинами (композиціями з додаванням солі) ефективними для отримання підкисленого продукту, поміщення в тару, герметизацію, термообробку харчового продукту при температурі та на протязі часу, ефективного для пастеризації продукту, охолодження термічно обробленого продукту для швидкого зниження температури. Пастеризація у поєднанні з використанням плазмохімічно активованих композицій дає можливість збільшити строки зберігання продукту.

Крім того були законсервовані сирі та частково приготовлені (бланшовані) овочі: моркву, перець, броколі, горох, горох в стручках, кольорову капусту, цибулю, гриби, цукіні, кукурудзу, селеру, спаржу, стручкову квасоллю, в герметичний термостійкий контейнер або пластиковий пакет. Продукт отримували шляхом підкислення продукту плазмохімічно активованими водними розчинами, переносили продукт в термостійкий герметичний контейнер, додавали плазмохімічно активованої композиції, герметизували контейнер, проводили термообробку харчового продукту в герметичному

контейнері при температурі та на протязі часу, ефективного для пастеризації продукту, охолоджували для отримання консервованого харчового продукту. При приготуванні овочі мали натуральний зовнішній вигляд, текстуру та смак в порівнянні з аналогічними продуктами отриманими по класичній технології.

Консервуванню піддавали овочі: томати, перець, огірки, моркву, броколі, горох, горох в стручках, кольорову капусту, капусту, цибулю, гриби, кабачки (цукіні), кукурудзу, спаржу, стручкову квасолу, баклажани. Консервацію проводили шляхом, занурення попередньо вимитих овочів в стерильну тару та їх заливанням плазмохімічно активованими водними розчинами з додаванням або без додавання хлориду натрію. При приготуванні овочі мали зовнішній вигляд, текстуру та смак кращий в порівнянні з високоякісними замороженими овочами. Зберігаються такі овочі більше 12 місяців без зміни органолептичних показників. Зразки мають характерний смак, зберігають натуральний колір, твердість, цілісність оболонки, утримують первинну форму під час розрізання, рівень рН відповідає вимогам до консервованої продукції. Зразки консервованих овочів навіть після відкриття тари і зберіганні протягом тижня, за кімнатної температури та з доступом повітря, зберегли високі смакові якості та відповідну органолептику, що свідчить про високу якість запропонованого антисептика.

Також консервували овочі шляхом попередньої обробки сирих овочів для зменшення мікробіологічної забрудненості, укладку овочів в герметичний термостійкий пластиковий пакет, додавання плазмохімічно активованих водних розчинів (їх композицій з хлоридом натрію) для досягнення стабільного рН 4,6 і нижче, герметизацію, термообробку овочів в тарі з метою пастеризації, охолодження. Це дозволяє отримувати консервовані овочі в пакетах для роздрібної торгівлі. Строки зберігання такого продукту становили 6 місяців при умовах навколишнього середовища.

Консервували напої, десерти, приправи, соуси, підливи, пастоподібні продукти, легкі закуски, макаронні вироби. В рецептуру продукту вводили кількість плазмохімічно активованих водних розчинів або їх композицій, ефективних для отримання підкисленого харчового продукту, укладку продуктів термостійкий контейнер, герметизація продукту, термообробка в контейнері (пастеризація), охолодження. Також можливим є додаткове нагрівання контейнера для пастеризації в ході гарячого заповнення контейнера. Таким чином отримується рецептурний продукт довгого зберігання, з покращеною органолептикою за рахунок відсутності хімічних консервантів.

В процесі досліджень консервували харчовий продукт, що мав один твердий та один рідкий компонент (м'ясний гуляш в підливі). Попередньо обробляли кожен компонент плазмохімічно активованими водними розчинами (композиціями), в підливі воду замінили на плазмохімічно активований водний розчин, укладали продукт в герметичний термостійкий контейнер, герметизація контейнера, термообробка герметичного контейнера при температурі та на протязі часу, ефективного для пастеризації комбінованого харчового продукту, охолодження для отримання консервованого харчового продукту. Готовий

продукт мав високі органолептичні показники, стабільно зберігався, не змінив органолептику навіть після зберігання протягом 1-2 років в залежності від тари.

Строки зберігання консервованих продуктів отриманих з використанням плазмохімічно активованих водних розчинів наведені в таблиці 3. Слід відмітити підвищену стабільність продуктів при зберіганні. Сталість кольору і смаку та мікробіологічну стійкість готового продукту.

Таблиця 1.

Строки зберігання консервованих продуктів отриманих з використанням
плазмохімічно активованих водних розчинів

Продукт	Умови зберігання від 0 до +25 °С (середні показники)	
	контроль	дослід
Овочі	1 рік	2 роки
Боби	1 рік	2 роки
М'ясо	6 місяців – 1 рік	1-3 роки
Картопля	6 місяців	2 роки
Рис, макаронні вироби, каші	6 місяців	2 роки
Напої	1 рік	2 роки
Десерти	2 місяці	6 місяців – 1 рік
Сиропи	1 місяць	6 місяців
Приправи	6 місяців	1 рік
Соуси	6 місяців	1,5 роки
Підливи	6 місяців	1 рік
Пастоподібні продукти	6 місяців	1 рік
Зернові продукти (пластівці та інші)	6 місяців	2 роки

Консервуванню піддавали макаронні вироби, каші (гречану, кукурудзяну, перлову, пшеничну). Співвідношення сухого компонента до плазмохімічно активованих водних розчинів складало 0,7-0,8. З'єднували продукт з плазмохімічно активованими водними розчинами (композиціями), що мали температуру 70 °С або більше, в термостійкому герметичному контейнері, проводили термообробку герметичного контейнера, перемішування протягом 2-5 хвилин, для рівномірного розподілу плазмохімічно активованих водних розчинів в продукті, охолодження термічно обробленого продукту.

Були законсервовані макаронні вироби (спагеті, локшину та інші). Готували продукт шляхом приготування тіста з пшениці твердих сортів, борошна в різних комбінаціях з рідкими яйцями, замороженими яйцями, яечним порошком та іншими яйцепродуктами з додаванням плазмохімічно активованих водних розчинів замість води, висушування виготовлених формованих одиниць тіста. Сухі макаронні вироби мають вміст вологи 15 %. Вологу представляють саме плазмохімічно активовані водні розчини, які виключають розвиток мікрофлори в готовому продукті і збільшення строків зберігання готового продукту.

Досліджувалось консервування тіста. Готували тісто різних видів та різного призначення, воду, що передбачена рецептурою, під час замісу заміняли на плазмохімічно активовані водні розчини. Отримане тісто зберігали в охолодженому або замороженому стані. Заморожені напівфабрикати тістових заготовок мали строки зберігання 1 рік і більше. Показники якості тіста в процесі зберігання залишались незмінними.

Висновок. Запропонований спосіб консервування харчової сировини є універсальним і дозволяє консервувати, як окремі харчові продукти, наприклад овочі, так і багатокомпонентні харчові продукти і навіть напої. Плазмохімічно активовані водні розчини завдяки своїй специфічній структурі та властивостям, дозволяють виключити консерванти хімічної природи, збільшити строки зберігання продукту, покращити органолептичні властивості та значно здешевити виробництво, що робить технологію більш економічно доцільною. В готовій продукції відсутні пероксида, що підтверджує хімічну чистоту та безпечність консервованого продукту, а також можливість отримання продукції, яка б змогла відповідати європейським стандартам, вимогам до продуктів харчування та була б конкурентоспроможною.

Список літератури:

1. Хімія смаку, кольору і запаху: навч. посібник / укл. Борук С.Д., Дійчук В.В., Воробець М.М., Сема О.В., Чернівці: Чернівецький нац. ун-т ім. Юрія Федьковича, 2020. 80 с.
2. Фізико-хімічні методи обробки сировини і харчових продуктів: підруч. для студ. ВНЗ / Соколенко А.І., Піддубний В.А., Гіджеліцький В.М. та ін. - К. : Кондор-Видавництво, 2015. 324 с.
3. Прогресивні методи консервування харчових продуктів О. А. Лесечко, С. Й. Крижановський, О. С. Бессараб, В. П. Василів // III Міжнар. наук.-практ. конф. молод. вч., асп. і студ. К.: НУБіП України, 2013. С. 301-302.
4. Крижановський, С. Й. Прогресивні методи консервування харчових продуктів / С. Й. Крижановський, О. С. Бессараб, В. П. Василів // Научный взгляд в будущее. Одесса : Купrienko С. В., 2016. Вип. 2, Т. 3. С. 32–34.
5. Одарченко А. М. Наукові основи формування якості харчових продуктів при консервуванні холодом. Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2013. 4.10 (64). С. 40-42.
6. Спосіб консервування харчових композицій з використанням плазмохімічно активованих водних розчинів: пат. на корисну модель 137112 Україна: МПК А23 L3/00, А23 L3/34 / Ковальова О.С., Півоваров О.А., Чурсінов Ю.О.; власники: Ковальова О.С., Півоваров О.А., Чурсінов Ю.О. № u 2019 01313; заявл. 11.02.2019; опубл. 10.10.2019, Бюл. № 19.
7. Півоваров О.А., Ковальова О.С. Сучасні методи інтенсифікації солодощів: монографія. Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2020. 242 с.

8. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Чурсінов Ю.О. Виробництво солоду з використанням активованих під дією нерівноважної плазми водних розчинів. Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. 2009. № 2. С. 194-197.
9. Півоваров О.А., Ковальова О.С., Чурсінов Ю.О., Тищенко Г.П., Захаров Р.І. Консервування помідорів з використанням в якості консервуючої рідини розчинів активованих під дією контактної нерівноважної плазми. Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. 2010. 2. С. 194-197.
10. Ковальова О.С., Захаров Р.І., Пономаренко О.А. Консервування огірків шляхом використання активованих водних розчинів гіпохлориду // Хімія та сучасна технологія: Тези доп. V Міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, I том, Дніпропетровськ, Україна, 20-22 квіт. 2011 р. Дніпропетровськ: УДХТУ, 2011. С. 478.
11. Антоненко В.А., Ковальова О.С., Кошулько В.С., Олексієнко В.О. Способи консервації пророщених зерен / Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв: друга міжнародна науково-практична інтернетконференція, 23 листопада 2021 р.: [матеріали конференції] / під заг. ред. В.М. Кюрчева. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. С.200-202.
12. Ковальова О. С., Дейнега Г. О., Стрижак Р. Г. Інноваційна технологія зберігання харчової сировини в антисептичному льоді // Інноваційні та ресурсозберігаючі технології харчових виробництв: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Полтава, 21 грудня 2021). Полтава, ПДАУ, 2021. С. 160-163.
13. Pivovarov O., Kovalova O., Koshulko, V. Disinfection of marketable eggs by plasma-chemically activated aqueous solutions. Food Science and Technology. 2022. 16(1). P. 101-111. <https://doi.org/10.15673/fst.v16i1.2289>
14. Pivovarov O., Kovalova O., Koshulko V. Study of use of antiseptic ice of plasma-chemically activated aqueous solutions for the storage of food raw materials. Food science and technology. 2021. Vol. 15, Issue 4. P. 95-105. <https://doi.org/10.15673/fst.v15i4.2260>
15. Pivovarov O., Kovaliova O., Koshulko V. Effect of plasmochemically activated aqueous solution on process of food sprouts production. Ukrainian Food Journal. 2020. Volume 9. Issue 3. P. 575-587. <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2020-9-3-7>
16. Kovalova O., Pivovarov O., Koshulko V. Effect of plasma-chemically activated aqueous solutions on the process of disinfection of food production equipment. Food Science and Technology. 2022. 18 (3).