



УКРАЇНА

(19) UA (11) 38654 (13) A

(51) 7 A23K3/01

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ КОНСЕРВАЦІЇ ХАРЧОВОГО ПРОДУКТУ ТА ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

(21) 2000084796

(22) 11.08.2000

(24) 15.05.2001

(33) UA

(46) 15.05.2001, Бюл. № 4, 2001 р.

(72) Скрипник Юрій Олексійович, Шаповаленко Олег Іванович, Яненко Олексій Пилипович, Янюк Тетяна Іванівна

(73) Український державний університет харчових технологій, Науково-дослідний центр квантової медицини "ВІДГУК" МОЗ України

(57) 1. Спосіб консервації харчового продукту, за яким продукт піддають обробці електромагнітним випромінюванням заданої інтенсивності, який **відрізняється** тим, що продукт обробляють електромагнітним випромінюванням міліметрового діапазону хвиль нетеплової інтенсивності потужністю 5-10 мВт/см², причому, спочатку вимірюють рівень поглинання продукту, змінюють частоту опромінення та визначають частоту максимального поглинання, на якій опромінюють продукт, розфасо-

ваний в радіопрозорі упаковку, протягом 15-20 хв, розміщуючи його шаром товщиною 15-20 мм.

2. Пристрій для консервації харчового продукту, який містить генератор надвисоких частот, хвилевід, рупорну антену, робочу металеву камеру та контейнер з продуктом, причому вихід генератора надвисоких частот через хвилевід під'єднаний до рупорної антени, яка розташована в робочій металевій камері, на заданій відстані від контейнера з продуктом, що опромінюється, який **відрізняється** тим, що в нього уведений напрямлений відгалужувач, приймач міліметрового діапазону, квадратичний детектор та індикатор, причому вхід направлено-го відгалужувача під'єднаний до виходу генератора через хвилевід, перший вихід направлено-го відгалужувача сполучений з рупорною антеною, а другий його вихід з'єднаний із входом приймача, вихід якого через квадратичний детектор сполучений із входом індикатора, а як генератор надвисоких частот використовують генератор міліметрового діапазону регульованої частоти та потужності.

Винахід відноситься до технології переробки сільськогосподарської продукції і може використовуватись для консервації необроблених харчових продуктів - пшеничних зародків, борошна, соєвих шротів та інших.

Забезпечення відповідної якості продуктів та збільшення терміну їх зберігання є однією із основних проблем харчової промисловості. Стан збереження продуктів оцінюють зміною кислотного числа, наявністю мікробної заселеності та складом поживних речовин (білків, вуглеводів і вітамінів) по відношенню до початкових значень цих показників необробленого продукту.

Значне збільшення кислотного числа та мікробної заселеності, зменшення білків, вуглеводів та вітамінів погіршує харчову цінність продуктів або призводить до їх непридатності в харчуванні людини. Збільшення терміну зберігання досягається за рахунок використання різноманітних методів консервації (стабілізації) продуктів, основними із яких є теплова та хімічна обробка продуктів, які, однак, в більшості випадків не зберігають початковий склад компонентів продукту, що є суттєвим їх недоліком.

Відомий спосіб консервації продуктів за а.с. СРСР № 1784163, кл. А23В4/03, 1992 р. (Бюл. № 48) із застосуванням нагрівання продуктів в декілька етапів з температурою від 90°C до 45°C.

Однак метод термічної консервації зменшує кількість біологічно активних речовин (БАР) і не забезпечує збереження їх (вітамінів, ферментів та білків) в повному обсязі, оскільки денатурація більшості білків настає в діапазоні температур від 45°C до 50°C (див.: Бейли Дж., Олліс Д. Основи биохимической инженерии. - Т. 1. - М.: Мир, 1989. - С. 176) та потребує значних енергетичних затрат для своєї реалізації.

Відомий спосіб консервації продуктів за патентом РФ № 2138960, кл. А23К1/00, в якому продукт консервується фумаровою кислотою в кількості 10-15% у відношенні до маси продукту.

Консервація за допомогою фумарової кислоти рекомендована зокрема у виробництві комбікормів, але вона не може використовуватись в технологіях консервації харчових продуктів, оскільки змінює хімічний склад продуктів.

Відомий також спосіб консервації продуктів за а.с. РФ № 1791975, кл. А23К1/00, 1996 р. (Бюл.

№ 6), за якого продукт піддають обробці електромагнітним випромінюванням заданої інтенсивності.

Крім того, електромагнітне випромінювання вибирають в ультрафіолетовому діапазоні і дозою 125-146 Вт/м² обробляють зерно товщиною від однієї зернинки до 1,5 см, на протязі 30-35 хв.

Однак поряд з підвищенням ефективності, за рахунок зниження загальної токсичності, зменшення залишкової кількості пестицидів та покращення технологічних властивостей зерна при одночасному зниженні мікробної заселеності за рахунок іонізуючої дії ультрафіолетового випромінювання (УФВ), спосіб не впливає на активність ферментів, оскільки частота УФВ значно вища частоти створення ферментно-субстратних комплексів, що знижує термін зберігання продукту або потребує додаткової стабілізації, а також має значну енергозатратність.

Відомий пристрій для консервації харчових продуктів (див.: Рогов І.А. Электрофизические методы обработки пищевых продуктов. - М.: Агропромиздат, 1989. - 272 с.), який містить в собі генератор НВЧ-енергії, під'єднаний через хвилеводи до випромінюючих антен, для рівномірного забезпечення нагрівання продукту та робочу камеру. Частотний діапазон, що використовується в НВЧ-генераторах для консервації продуктів складає від 400 до 10000 МГц. Значна потужність НВЧ-генератора (від 1 до 2 кВт) забезпечує швидку консервацію продуктів, однак якість продукції за рахунок високої температури, що сягає 80-100°C (див.: Косоголова Л. та ін. Микрохвильовая обработка экстрактов // Харчова переробка промисловість. - 1997. - № 3. - С. 26-27), значно погіршується внаслідок зниження вмісту вітамінів, білків та ферментів.

Відомий пристрій для консервації харчових продуктів (див.: Патент США № 3263052 за 1966 р.), що має в своєму складі НВЧ-генератор, виходи якого через хвилевод під'єднані до щілинних антен, калорифер та робочу металеву камеру. Пристрій також не забезпечує початкової якості харчових продуктів за рахунок значного теплового навантаження продукту НВЧ-опромінюванням та сухим теплим газом калорифера.

Відомий також пристрій для консервації харчових продуктів (див.: Патент США № 3307010 за 1967 р.), який містить НВЧ-генератор, хвилевід, рупорну антену, робочу металеву камеру та контейнер з продуктом, причому вихід НВЧ-генератора через хвилевід під'єднаний до рупорної антени, яка розташована в робочій металевій камері, на заданій відстані від контейнера з продуктом, що опромінюється. Пристрій забезпечує більш рівномірну інтенсивність опромінюючого сигналу за рахунок використання рупорної антени, під'єднаної до щілини хвилеводної лінії, однак значна потужність пристрою, яка визначається використанням магнетронного НВЧ-генератора дециметрового діапазону знижує цілісність та кількість білків і вітамінів, у порівнянні з початковим станом продукту.

В основу винаходу покладена задача створення такого способу та пристрою консервації продуктів, у яких введення нового діапазону електромагнітного опромінювання, операцій вимірювання поглинання продукту та визначення частоти мак-

симального поглинання, введення нових елементів та зв'язків забезпечує консервацію продукту із збереженням його початкової якості та збільшенням терміну зберігання.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі консервації продуктів, який полягає в обробці продукту електромагнітним випромінюванням заданої інтенсивності, згідно винаходу, продукт обробляють електромагнітним випромінюванням мм-діапазону хвиль нетеплової інтенсивності, потужністю 5-10 мВт/см², причому, спочатку вимірюють рівень поглинання продукту, змінюють частоту опромінювання та визначають частоту максимального поглинання, на якій опромінюють продукт, розфасований в радіопрозорі упаковку, 15-20 хв, розміщуючи його товщиною 15-20 мм.

Поставлена задача вирішується також тим, що у пристрій для консервації харчових продуктів, який містить НВЧ-генератор, хвилевід, рупорну антену, робочу металеву камеру та контейнер з продуктом, причому вихід НВЧ-генератора через хвилевід під'єднаний до рупорної антени, яка розташована в робочій металевій камері, на заданій відстані від контейнера з продуктом, що опромінюється, згідно з винаходом, введені напрямлений відгалужувач, приймач міліметрового діапазону, квадратичний детектор та індикатор, причому вхід напрямленого відгалужувача під'єднаний до виходу генератора через хвилевід, перший вихід напрямленого відгалужувача сполучений з рупорною антеною, а другий його вихід з'єднаний із входом приймача, вихід якого через квадратичний детектор сполучений із входом індикатора, а як НВЧ-генератор використовують генератор міліметрового діапазону регульованої частоти та потужності.

Саме використання електромагнітного випромінювання міліметрового діапазону хвиль нетеплової інтенсивності, потужністю 5-10 мВт/см², вимірювання рівня поглинання продукту, з допомогою напрямленого відгалужувача, приймача міліметрового діапазону, квадратичного детектора та індикатора, зміна частоти опромінювання та визначення частоти максимального поглинання і опромінювання продукту, розфасованого в радіо-прозорі упаковку, протягом 15-20 хв, розміщуючи його шаром товщиною 15-20 мм, та використання генератора мм-діапазону, забезпечує консервацію продукту і збереження його початкової якості та збільшує термін його зберігання.

На рисунку (фіг.) наведена функціональна схема пристрою по реалізації способу консервації продукції.

Пристрій містить в собі генератор міліметрового діапазону 1, хвилевід 2, підключений до входу напрямленого відгалужувача 3, перший вихід якого сполучено з опромінюючою антеною 4, а другий із приймачем 7, вихід якого через квадратичний детектор 8 сполучений із індикатором 9, об'єкт опромінювання (продукт) 5, контейнер 6 та робоча металева камера 10.

Суть способу полягає в наступному.

Міліметровий діапазон хвиль (3×10^{10} - 3×10^{11} Гц), притаманний біологічним об'єктам та органічним структурам - клітинам і молекулам. Біологічні макромолекули та надмолекулярні системи мають власні частоти коливань, які знаходяться в мм-діапазоні хвиль. Так, взаємне пізнання фермен-

тів та субстрату, їх зближення, створення ферментно-субстратних комплексів характеризуються часовими проміжками 10^{-8} - 10^{-9} с, що відповідає частотам 10^8 - 10^9 Гц, біомембрани та молекули води мають характеристичні частоти в діапазоні 10^9 - 10^{10} Гц. Органічні сполуки $-\text{COO}^-$, $-\text{NH}_3^+$ та ін., які відіграють важливу роль у функціонуванні білкових молекул - 10^{10} - 10^{11} Гц, локальні мікрохімічні зміни в активних центрах молекул та клітин характеризуються частотою 10^{10} - 10^{11} Гц (див.: Исмайллов Е.Ш. Биофизическое действие СВЧ-излучений. – М.: Энергоатомиздат, 1987. - 143 с.). Під дією частот мм-діапазону в біологічних структурах виникає резонансне нетеплове поглинання. Максимум поглинання визначається умовою резонансу, коли частота зовнішнього поля збігається з частотою власних коливань біологічних структур.

Розглядаючи продукти, що підлягали тільки механічній обробці, як органічні залишки біологічних структур, макромолекул і надмолекулярних систем, що мають власні характеристичні частоти в діапазоні мм-хвиль, можна чекати на прояв стабілізуючого впливу електромагнітного випромінювання в залежності від дози енергії, яка поглинається продуктом.

Найбільший стабілізуючий ефект (С) відповідає частоті максимального поглинання продукту f_p . Потужність, що поглинається продуктом можна визначити виразом:

$$P_n = P_G - P_V, \quad (1)$$

де: P_G - потужність сигналу на виході генератора 1; P_V - відбита потужність, що вимірюється приймачем 7; P_n - потужність, що поглинається продуктом.

З урахуванням (1), стабілізуючий ефект:

$$C = P_n \quad (2)$$

Продукти, що консервуються, розміщують в зоні дії міліметрового електромагнітного випромінювання, потужністю 5-10 мВт/см² та вимірюють потужність відбитого сигналу. Потім зміною частоти мм-випромінювання знаходять частоту мінімального відбиття, що свідчить про максимальне поглинання випромінювання продуктом. На цій частоті проводять опромінення продукту шаром товщиною 15-20 мм на протязі 15-20 хв. Під дією міліметрового випромінювання на резонансних частотах проходить стабілізація ферментно-субстратних комплексів продукту, що забезпечує збереження його початкових характеристик, консервує та збільшує термін зберігання.

Пристрій працює наступним чином. На виході генератора мм-діапазону 1 установлюють мінімальну частоту робочого діапазону генератора f_{\min} та вихідну потужність 8-12 мВт, щоб забезпечити в зоні продукту інтенсивність сигналу 5-10 мВт/см². Під антену 4 в контейнері 6 розміщують продукт 5, що консервується. та за допомогою вимірювального приймача 7 фіксують значення відбитої потужності P_V . За формулою (1) розраховують потужність, що поглинається продуктом - P_n . Надалі змінюючи частоту генератора від f_{\min} до f_{\max} визначають резонансну частоту максимального поглинання. На визначеній f_p проводять опромінення розфасованої партії продуктів, періодично перевіряючи значення поглинання P_n .

Перевірка способу та пристрою для консервації продуктів проводилась на партії пшеничних

зародків в лабораторіях Науково-дослідного центру квантової медицини "Відгук" МОЗ України та Українського державного університету харчових технологій.

Приклад 1. Для експериментальної перевірки були відібрані 4 розфасовки по (1 кг) пшеничних зародків з початковою вологістю 12 % та кислотним числом 6,2 мг КОН. Одна із партій опромінювалась на резонансній частоті 53 ГГц генератором мм-діапазону Г4-142, вимірювання поглинання проводилось радіометричним приймачем (НУ-1), атестованим Держстандартом України.

Одна із партій була висушена інфрачервоною сушкою при 80°C. Три партії були покладені на зберігання при температурі +20°C і одна при 0°C. Результати експерименту наведені в табл. 1 та 2.

Аналіз експериментальних даних показує, що кислотне число обробленої партії пшеничних зародків електромагнітним випромінювання мм-діапазону хвиль нетеплової інтенсивності наприкінці терміну зберігання відрізняється від показника кислотного числа контрольних партій і має значення менші від контрольної партії яка зберігалась при $t=+20^\circ\text{C}$ на 41,4%, та від контрольної партії, що зберігалась при $t=0^\circ\text{C}$, на 23,8%, а також висушених під дією інфрачервоних випромінювань на 19,6 %.

Окрім того, для всіх чотирьох партій зародків визначили зміну кількісного і видового складу мікрофлори. При аналізі мікрофлори вихідного продукту встановлено, що вона представлена в основному бактеріями роду *Pseudomonas* (основний представник *P.herbicola*) та грибами *Aspergillus*, *Alternaria*, *Mukor*. Результати досліджень мікрофлори пшеничних зародків на протязі двох місяців зберігання показали, що в усіх партій спостерігається зменшення бактеріальної мікрофлори, за рахунок вимирання бактерій *E. Herbicola*.

Характер зміни грибної флори дещо інший, так після сушіння під дією ІЧ-випромінювання вона зменшується в 1,6 рази, після опромінення хвилями мм-діапазону в 1,1 раза. А під час зберігання спостерігається ріст грибної мікрофлори, і на кінець другого місяця зберігання вона збільшується:

для контрольного зразка $t = +20^\circ\text{C}$ - в 1,9 рази,

для контрольного зразка $t = 0^\circ\text{C}$ - в 1,4 рази,

для опроміненого зразка $t = +20^\circ\text{C}$ - в 1,3 рази,

для зразка висушеного під дією ІЧ-випромінювання $t = +20^\circ\text{C}$ - в 1,2 рази.

Аналіз табличних даних показав, що мікрофлора пшеничних зародків змінюється в процесі зберігання, їх опромінення під дією хвиль мм-діапазону дозволяють знизити кількість мікроорганізмів відповідно на 32% і 60%.

Таким чином, проведені дослідження показали, що опромінювання пшеничних зародків хвилями мм-діапазону нетеплової інтенсивності стабілізує якість і подовжує термін їх зберігання.

Запропонований спосіб консервації та пристрій для його здійснення забезпечують збереження поживних речовин (білків, вуглеводів та вітамінів), практично на рівні значень необробленого продукту із зменшенням енергозатрат на один порядок.

Таблиця 1

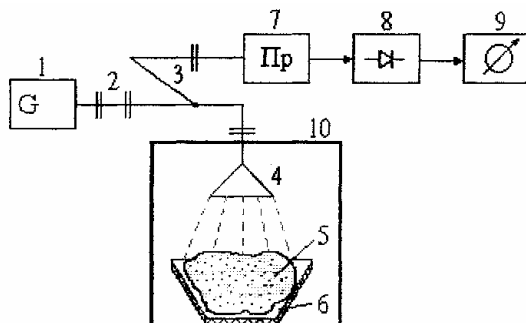
Зміна якості пшеничних зародків в процесі зберігання

Зразок	Вологість, %	Вихідне кислотне число, мг КОН	Т зберігання, °С	Тривалість зберігання, дб								
				10	15	20	25	30	35	40	45	50
Контрольний	12	6,2	+20	10,66	12,1	14,82	46,43	18,95	19,46	20,41	21,29	22,41
Контрольний	12	6,2	0	7,94	9,45	12,05	13,14	14,17	15,53	16,03	16,97	17,25
Опромінений хвилями мм-діапазону	12	6,2	+20	7,42	8,88	9,34	9,80	10,29	11,22	12,34	12,98	13,14
Сушений під дією ІЧ-випромінювання (80°C)	4	6,2	+20	8,14	9,5	10,99	11,86	12,55	13,19	14,54	15,04	16,36

Таблиця 2

Зміна мікробіологічного стану пшеничних зародків в процесі зберігання

Зразок	Т зберігання, °С	Кількість мікроорганізмів пшеничного зародку при зберіганні, сут.					
		0		30		60	
		бактерії	гриби	бактерії	гриби	бактерії	гриби
Контрольний	+20	$1,6 \cdot 10^3$	$0,6 \cdot 10^3$	$1,4 \cdot 10^3$	$0,6 \cdot 10^3$	$1,3 \cdot 10^3$	$1,14 \cdot 10^3$
Контрольний	0	$1,6 \cdot 10^3$	$0,6 \cdot 10^3$	$1,4 \cdot 10^3$	$0,6 \cdot 10^3$	$1,2 \cdot 10^3$	$0,84 \cdot 10^3$
Опромінений хвилями мм-діапазону	+20	$1,4 \cdot 10^3$	$0,5 \cdot 10^3$	$1,2 \cdot 10^3$	$0,5 \cdot 10^3$	$1,0 \cdot 10^3$	$0,65 \cdot 10^3$
Сушений під дією ІЧ-випромінювання (80°C)	+20	$1,2 \cdot 10^3$	$0,3 \cdot 10^3$	$0,8 \cdot 10^3$	$0,3 \cdot 10^3$	$0,6 \cdot 10^3$	$0,36 \cdot 10^3$



Фіг.

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
 Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
 (044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60x84 1/8.
 Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
 (044) 268-25-22