

найкращій результат отримано при використанні технології «відварки/вибілювання» за сучасною технологією для конопляних волокон.

Для визначення білизни та жовтизни отриманих зразків за сучасною технологічною схемою був проведений спектральний аналіз.

За даними спектрального аналізу на визначення білизни та жовтизни отриманих волокон встановлено, що пляне волокно після процесу білення в 3 рази біліше ніж білене конопляне волокно.

Вихід продукту є більшим при застосуванні запропонованої технології, що свідчить про рентабельність її використання. Адже при спрощеній технології втрати після виробництва є значно меншими ніж за традиційною технологією.

Порівнюючи показники відливок конопель та льону відварених та білених зі стандартами фільтрувального паперу можна сказати, що отримані показники знаходяться в межах стандартів, а це свідчить про доцільність і можливість використання такого волокна для одержання паперової продукції. Окремі параметри відрізняються від стандартів, але в цілому така сировина є дуже цікавою для паперової промисловості.

Використання луб'яних культур для одержання фільтрувального паперу дозволить не тільки зекономити валюту на імпорті паперу, а й зберегти деревину, що покращить екологічний стан заліснених територій України і зменшить затоплення у цих районах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Швороб Г. М. Проблеми і перспективи розвитку целюлозно-паперової промисловості України / Г.М. Швороб // Вісник ХНТУ. – 2010. № 1. – С. 48.
2. Пилипчук Л.Л. Використання волокон льону для виробництва паперу / Л.Л. Пилипчук, А.Ю. Шипілова, Л.В. Вишневіська // Матеріали V Всеукраїнської науково-практичної конференції «Наукові дослідження: перспективи інновацій у суспільстві і розвитку технологій»/ Наукове партнерство «Центр наукових технологій». – Харків: НП «ЦНТ», 2017. – С. 104-109
3. Спосіб одержання волокна з лубу олійного: патент № 110242 Україна: МПК D01C 1/02 (2006.01) D01B 1/14 (2006.01)/ Островська А.В., Кузьміна Т.О., Поліщук С.О. - № а 2013 12 757; заявл. 01112013; опубл. 10.12.2015, Бюл.№23
4. Пилипчук Л.Л. Волокна луб'яних культур як сировина для паперової промисловості / Л.Л. Пилипчук, А.Ю. Шипілова. Сучасні хімічні технології: екологічність, інновації, ефективність // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, 5–6 жовтня 2017 р., ХНТУ м. Херсон (Україна). – Херсон : вид-во ПП Вишемирський В.С., 2017. – С.46-48

Анотація

Запропонована нова технологічна схема отримання сировини для паперу з луб'яних культур, коноплі та льону, яка, завдяки використанню препаратів виготовлених на ДП «Хімтекс» м. Херсон – Коловет Н (полігліколеві естери) та Колостаб Н (комбінація органічних кислот), дозволяє суттєво зменшити енергетичні витрати та покращити якість сировини.

УДК 621.365.5

**ШКАРАПАТА Я.Є.
ЄЗІКОВ В.І.
КИРИЛОВ Ю.Є.
ДЗЮБА В.П.
ІВАНЧЕНКО В.О.**

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ І ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОХВИЛЬОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЗБЕРІГАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

*Херсонський державний аграрний університет
Херсонський державний університет
Київський державний завод «Генератор»*

Постановка проблеми. Створення нових прогресивних технологій, які б забезпечували більш тривале зберігання цінних харчових властивостей сільськогосподарської продукції являється актуальним і на сьогоднішній день. Саме тому, зусилля всіх заготівельних і переробних організацій направлені на максимальне зниження втрат

під час транспортування, зберігання та переробки сільськогосподарської продукції. Постійно вдосконалюється їх матеріально-технічна база, впроваджуються нові технології.

Стан вивчення проблеми. Загальновідомі труднощі, а деколи і неможливість тривалого зберігання продукції сільськогосподарського виробництва в стані біоу. Тому, для забезпечення збереження поживних якостей продукції, як правило, вдаються до зупинення або різкого гальмування в ній біологічних процесів. Досягають цього різноманітними фізичними чинниками: зміною температури, вологості, осмотичного тиску, опромінюванням, змінюючи склад газового середовища і ін. Цьому присвячені чисельні публікації і ряд фундаментальних робіт [1 - 3].

Завдання досліджень. В останні два – три десятиріччя спостерігається значний інтерес до використання електромагнітної енергії мікрохвильового діапазону в різних областях наукової і господарської діяльності – промисловості, сільському господарстві, при переробці сировини, виробництві харчових продуктів, в біотехнологічних процесах, фармацевтичній промисловості і медицині. Цим питанням присвячений ряд публікацій, приділена увага на ряді великих науково-технічних конференцій. Ряд практичних розробок вже успішно використовується на практиці.

Проведені дослідження підтверджують високу ефективність технологічних процесів, в основу яких покладений вплив електромагнітних полів. Разом з тим теорія обробки різноманітних матеріалів і об'єктів, на основі якої могли б створюватись ефективні і економічні виробничі установки, поки що не набула достатнього розвитку. Наявні фундаментальні роботи або орієнтовані на певну предметну область, або містять виклад оригінальних підходів до реалізації окремих класів технологічних процесів, причому, часто пов'язаних з тривалим і інтенсивним нагрівом.

В цей же час в останні два десятиріччя в результаті досліджень вітчизняних і зарубіжних дослідників виявлене достатньо широке коло можливих застосувань, основу яких складають електромагнітні дії низької інтенсивності і тривалості, які спричиняють або певні біологічні ефекти, або зміни властивостей матеріалів. На жаль теоретичні викладки, які б дозволили здійснити раціональну організацію цих питань, поки що не набули належного розвитку.

В даній роботі приведений аналіз результатів виконаного нами моніторингу вже сьогодні існуючих мікрохвильових технологій високо інтенсивної дії і технологій низько інтенсивного електромагнітного впливу, направлених на покращення зберігання продукції сільськогосподарського виробництва. Виконаний аналіз є часткою комплексу дослідницьких робіт, що виконуються фахівцями ХДАУ в співдружності з спеціалістами технічних служб Київського державного заводу „Генератор”, спрямованих на створення сучасних вітчизняних мікрохвильових технологій для різноманітних галузей народного господарства і обладнання для їх реалізації. В результаті завершення деяких з робіт вже одержані плідні результати в агропромисловому комплексі.

Загальновідомо, що значну кількість об'єктів сільськогосподарської продукції (зерно, овочі, фрукти, солом, сіно і ін.) доцільно зберігати в не життєдіяльному стані після інтенсивного звільнення від вільної вологи.

Досягаючи оптимальної вологості (стану ксероанабіозу) сушених продуктів, ми забезпечуємо їх тривале зберігання.

На сьогоднішній день на теренах СНД ведуться інтенсивні дослідницькі роботи по створенню мікрохвильових технологічних комплексів (МХТК) [4-11] для здійснення передпосівної обробки насіння, сушіння і досушування продукції перед закладкою її на зберігання, знезараження мікрофлори і збудників різноманітних захворювань.

Особливо вагомі результати в цьому напрямі досягнуті фахівцями Росії і України.

Мікрохвильове поле МХТК забезпечує рівномірне по всьому об'єму просушування зернових до необхідної для зберігання норми вологи. Разом з просушуванням одночасно паралельно вирішується ще ряд проблем – знищення шкідників хлібних запасів, а також знищення патогенів – збудників шкідливих захворювань.

В роботах [4-11] приводиться детальний аналіз МХТК, розробленого для досушування зерна різних сільськогосподарських культур для його подальшого зберігання.

В цьому комплексі для покращення рівномірності обробки в неоднорідному електромагнітному полі мікрохвильового діапазону маса зерна хаотично переміщається в обертовій активаційній робочій камері барабанного типу. Камера виконана в виді барабану ємністю 50л, встановленого горизонтально в підшипниках на двох пустотілих півосях, через які здійснюється підвід електромагнітної енергії. Для загрузки і вигризки барабана на його боковій поверхні є люк з дросельною засувкою. На внутрішній боковій поверхні під кутом до твірної встановлені діелектричні ребра, які забезпечують при обертанні барабана рівномірне переміщення зерна. Барабан приводиться в рух зі швидкістю 10 – 30 об/хв. електричним приводом. МХТК має в своєму складі два генератори: генератор ДМХ з частотою 2450 мГц і генератор ММХ з частотою 42,25 мГц. Генератор ДМХ реалізований на магнетроні М – 156. В якості генератора ММХ використаний генератор серійної медичної установки „Явь 7.1.” Блок

управління, з допомогою якого здійснюється керування установкою, складається з вузлів „включення – виключення” МХТК, програмного управління генераторами, індикації і контролю напруг.

В товарному виді комплекс виконаний в декількох модифікаціях – „Шитым», «Шитым – Р», «MSP-1» і використовується в ряді профільних організацій з високим позитивним ефектом.

Фахівцями компанії „Диполь” (м.Саратов, Росія) розроблений мікрохвильовий технологічний комплекс для сушіння з ціллю подальшого зберігання продукції фермерських господарств.

Будова цього МХТК характерна для пристроїв конвеєрного типу. Обробка продукції проводиться в робочій камері прямокутної форми. По обидва боки її попарно розміщені випромінювачі, виконані в виді рупорів на основі жолобкового хвилеводу і з'єднані з генераторами НВЧ – діапазону. Останні виконані в виді модулів на основі серійного магнетрона М-156 з частотою генерації 2450 мГц і номінальною потужністю біля 0,5 кВт. Типове число модулів – 5–7. Випромінювачі, які працюють в різні моменти часу, забезпечують зустрічне некогерентне збудження зі значним підвищенням однорідності поля в робочій камері в напрямі, перпендикулярному переміщенню продукту. Крім цього, переміщенню продукту відносно системи випромінювачів сприяє підвищенню однорідності обробки в напрямку руху.

Розроблений МХТК забезпечує зміну в широких границях інтенсивності, тривалості і характеру в часі електромагнітних впливів, рівномірність обробки для широкого діапазону параметрів матеріалів і ступені завантаження робочої камери. Широке випробування МХТК підтвердили його високу ефективність для покращення зберігання зерна. З його допомогою, також, можна проводити стимулюючу передпосівну обробку насіння.

Об'єднанням „Диполь” запропонований і ряд інших оригінальних МХТК. Заслужують уваги дослідницькі роботи вітчизняних фахівців – В.П.Тучного, Л.Г.Калініна, О.В.Бабаянца, М.А.Бушуляна, направлені на розробку нових технологій покращення збереження сільськогосподарської продукції, а також МХ- технологій для боротьби з фітопатогенами – збудниками захворювань зернових культур [12-13].

Відомі значні збитки, які завдають сільському господарству фітопатогени – збудники захворювань зернових і соняшнику.

На сьогоднішній день боротьбу з цими шкідливими мікроорганізмами ведуть, переважно, хімічними методами, застосовуючи небезпечні отрутохімікати. Наслідки таких заходів вкрай негативні: забруднюється навколишнє середовище небезпечними для людини і домашніх тварин отруйними сполуками, шкідливі організми звикають до пестицидів, що потребує постійного збільшення об'ємів їх використання.

Всезростаюче накопичення в природі отрутохімікатів в кінці кінців загрожує існуванню всього живого, в тому числі і самій людині.

В зв'язку з зазначеним розробка і впровадження нових екологічно чистих, ефективних і економічних технологій боротьби з хворобами зерна актуальні і мають важливе загальнодержавне значення.

Як вже відзначалось, одним з нових перспективних напрямків захисту зерна від шкідливих організмів є розробка і застосування для цих цілей мікрохвильового поля – енергії надвисоких частот (НВЧ).

З цього приводу були проведені дослідження, метою яких було виявити вплив мікрохвильового поля на фітопатогени – збудники основних захворювань зерна та соняшнику при їх зберіганні.

В першу чергу необхідно було виявити основні фітопатогени, які вражають зерно найбільш поширених на Півдні України польових культур: озимої м'якої пшениці, ячменю, кукурудзи і соняшнику. З цієї ціллю дослідники кожний зернозразок тої чи іншої культури заражали 18–ма видами фітопатогенів і вели оцінку їх розвитку. Найбільш високу ступінь значимості фітопатогена виражали умовною цифрою 10, менш високу – 7, середню – 5 і незначну – 3.

Виконанні досліді показали, що фітопатогени неоднаково вражають ту чи іншу зернову культуру (табл.1.).

Кожний з них має своє „улюблене” зерно, на якому більш стрімко розмножується і, навпаки, іншу культуру зовсім не вражає, або розвивається на ній повільно. Наприклад, тверда сажка (*Tilletia tritici* Wing) при рівних умовах вирощування, віддає перевагу зерну пшениці (10), а карликова сажка (*Tilletia controversa*) - ячменю (10), хоча вражає і пшеницю (7). Біла гниль (*Sclerotinia sclerotiorum*) і фотопсис (*Phomopsis helianthy*) із культур, взятих для досліджень, пошкодили тільки зерно соняшнику (10), а сіра гниль (*Botrytis cinerea*) - пшениці (3), ячменю (3), кукурудзи (3) і соняшнику (10). Пухирчаста сажка (*Ustilago leae*) вражає, в основному, кукурудзу.

По культурах найбільше враженими виявилось зерно пшениці, перевагу йому дали 13 видів фітопатогенів із 18 досліджених (72,2 %), далі йдуть кукурудза – 12 (65,1%), ячмінь – 11 (61,1 %) і соняшник – 9 (5 %). На підставі одержаних результатів були проведені попередні дослідження по виявленню згубних режимів дії мікрохвильового поля на 14 головних фітопатогенів зернових і олійних культур.

З цієї метою, розміщені в лабораторних пробірках чисті культури найбільш поширених на Півдні України фітопатогенів, були оброблені шістьма варіантами режимів мікрохвильового поля, джерелом якого була

лабораторна мікрохвильова установка, обладнана чотирма магнетронами загальною потужністю 3,8 кВт при частоті 2450 МГц. В якості контрольних зразків – фітопатогени, не оброблені МХ – полем.

Таблиця 1

Видовий склад головних фітопатогенів - збудників основних захворювань насіння пшениці, ячменю, кукурудзи, соняшнику та ступінь їх значимості для кожної культури

Вид патогену	Культура			
	пшениця	ячмінь	кукурудза	соняшник
Tilletia caries Тверда сажка	10	-	-	
Tilletia controversa Карликова сажка	7	10	-	-
Fusarium sp. Фузарії зерна				
F. graminearum Фузарій зерновий	10	7	10	-
F. culmorum	10	7	10	-
F. heterosporum	3	3	-	5
F. oxysporum	3	-	7	10
F. sporotrichiella	7	-	7	7
Alternaria alternata Чорний зародок	7	3	5	7
Stachybotrys alternans Гниль сходів	7	3	5	-
Ustilago hordei Кам'яна сажка	-	10	-	-
Ustilago zeae Пузирчаста сажка	-	-	10	-
Diplodia sp. Суша гниль	-	-	7	-
Cladosporium herbarum Оливкова пліснява	3	3	7	-
Sclerotinia sclerotiorum Біла гниль	-	-	-	10
Phomopsis helianthi Фомопсис	-	-	-	10
Botrytis cinerea Сіра гниль	3	3	3	10
Aspergillus sp. Пліснява зерна	7	7	10	5
Penicillium sp. Пліснява зерна	7	7	10	3

Примітка 10 – надто висока значимість; 7 – висока значимість; 5 – середня значимість; 3 – незначна кількість.

Результати досліджень оцінювали по степені розвитку і загибелі фітопатогенів після обробки. Виявлена неоднозначна реакція різних видів патогенів на тривалість дії МХ-поля (табл.2). Одні фітопатогени були більш стійкими до дії МХ – поля (гниль сходів *Stachybotrys alternans*, чорний зародок *Alternaria alternata*), інші менш стійкі (фузаріоз зерна *F.heterosporum*, карликова сажка *Tilletia controversa*). Шостий режим був згубним для всього комплексу фітопатогенів.

У стійких до МХ-поля фітопатогенів ступінь загибелі був досить низьким, а у нестійких – високим. У контрольних варіантах розвиток фітопатогенів не припинявся.

Результати описаних досліджень показали перспективність використання МХ-поля для боротьби з фітопатогенами зерна. Вони також актуальні для визначення оптимальних режимів мікрохвильового поля при розробці реальної технології знезараження зернового матеріалу.

Подальші дослідження були спрямовані на встановлення режимів, які б забезпечували 100 % враження фітопатогенів, не порушуючи якості зернової продукції.

Вище описана згубна дія мікрохвильового поля на комах – шкідників хлібних запасів, а також на фітопатогени – збудники захворювань зернової продукції. Ці дані стосуються наслідків боротьби зі згубними факторами, що негативно відображаються на збереженні сільськогосподарської продукції, тобто, боротьби з тими негативними явищами, які мають місце в масі зерна при його зберіганні, а також на поверхнях окремих зернин.

Таблиця 2

Вплив різнорежимного мікрохвильового поля на життєдіяльність 14 найголовніших фітопатогенів зерна злакових і олійних культур

Патогени	Варіанти режимів МХ-поля						Контроль
	1	2	3	4	5	6	
Fusarium graminearum Фузорій зерновий	P ⁺	P ⁺	PO	3 ⁺	3 ⁺	3 ⁺	P ⁺
F. culmorum	P ⁺	PO	30	3 ⁺	3 ⁺	3 ⁺	P ⁺
F. heterosporum	PO	3 ⁺	3 ⁺	3 ⁺	3 ⁺	3 ⁺	P ⁺
F. sporotrichiella v. Tricinctum Тверда сажка	P ⁺	P ⁺	P ⁺	PO	P ⁻	30	P ⁺
Tilletia controversa Карликова сажка	P ⁺	P ⁻	3 ⁺	3 ⁺	3 ⁺	3 ⁺	P ⁺
Ustilago zeae Летюча сажка	P ⁺	3 ⁺	3 ⁺	3 ⁺	3 ⁺	3 ⁺	P ⁺
Altemaria altrenata Чорний зародок	P ⁺	P ⁺	PO	P ⁻	P ⁻	3 ⁺	P ⁺
Stachybotrys altremams Гниль сходів	P ⁺	P ⁺	PO	PO	P ⁻	3 ⁺	P ⁺
Sclerotinia sclerotiorum Біла гниль	P ⁺	P ⁺	PO	P ⁻	PO	3 ⁺	P ⁺
Phomopsis helianthu Фомопсис	P ⁺	P ⁺	P ⁺	3 ⁺	3 ⁺	3 ⁺	P ⁺
Botrytis cinerea Сіра гниль	P ⁺	P ⁺	PO	3 ⁺	3 ⁺	3 ⁺	P ⁺
Aspergillus sp. Пліснява зерна	P ⁺	PO	PO	3 ⁺	3 ⁺	3 ⁺	P ⁺
Penicilium sp. Пліснява зерна	P ⁺	PO	3 ⁺	3 ⁺	3 ⁺	3 ⁺	P ⁺

Примітка: ступінь розвитку P⁺, PO, P⁻; ступінь загибелі 3⁺, 30

Очевидно, що питання боротьби з шкідниками хлібних запасів було б розглянуте неповно, якщо б випустити з уваги засоби, на яких ці шкідники живуть і переносяться – тару, в якій зберігається і транспортується сільськогосподарська продукція, поверхні приміщень, складів і комор.

В цьому плані заслуговують уваги дослідження Ф.П.Рєпи з Національного політехнічного університету (м.Київ) по обеззаражуванню м'якої мішкотари, яка являється одним з основних носіїв шкідників.

Існуючі методи дезинсекції м'якої мішкотари ґрунтуються на застосуванні або хімічних препаратів (бромметилу, інсектицидів), або гарячого повітря, яким прогрівають партії мішків. В першому випадку порушується екологія і по цій причині в ряді країн, в тому числі і США з 2001 року заборонене застосування хімічних препаратів [14], в другому – маємо дуже енергозатратну технологію.

В якості альтернативного способу запропоновано використовувати електромагнітні хвилі надвисокочастотного або мікрохвильового діапазону для дезинсекції м'якої мішкотари [15] завдяки високій ефективності перетворення електромагнітної енергії в теплову [16]. Така технологія екологічно чиста і перспективна.

Установка дезинсекції м'якої мішкотари складається з камери дезинсекції, джерел мікрохвильової енергії (генераторів електромагнітного випромінювання) і пульта управління.

Камера дезинсекції має форму надрозмірного резонатора прямокутного січення. На спеціально виготовленій технологічній тарі розміщується партія мішків. Збудження камери здійснюється встановленими на її бокових стінках чотирма джерелами МХ-енергії, потужністю по 1500 Вт кожне, забезпечуючи 10 % нерівномірність поля в камері. Розрахунок геометричних розмірів камери і місць підведення джерел МХ-енергії проведені по

методиці, що розроблена для обробки діелектричних матеріалів з використанням мікрохвильової печі [17]. Енергія магнетрона вводиться в камеру через коаксіально-хвильовий перехід сідченням 90 x 45 мм, який узгоджується з камерою додатково встановленими в вікнах зв'язку стержнями спеціальної форми. Вікна прорізані таким чином, щоб між кожним сусіднім каналом збудження забезпечувалась розв'язка в 30 – 35 дБ. і досягалось ефективне сумування потужностей всередині камери. Додаткова тимчасова розв'язка джерел живлення МХ – енергії виконана з допомогою їх різнофазного електроживлення. Блоки модуляторів магнетронів зібрані по традиційних схемах, що використовуються в побутових МХ–печах і признані найбільш економічними.

Загрузка і вивантаження оброблюваної МХ - полем мішкотари здійснюється через радіогерметичні двері з допомогою автотранспортувача (КАРА) на спеціальній технологічній тарі. Установка електромагнітно безпечна для обслуговуючого персоналу. Випромінювання, виміряні на відстані півметра від зовнішньої стінки, складає менше 6 мкВт/см².

На пульті управління камерою, розміщеному на відстані, яка визначається безпекою і зручністю експлуатації установки, здійснюється контроль за режимами її роботи, підключенням і виключенням потужності генераторів, контроль регулювання і забезпечення тривалості технологічного циклу.

Установка дезинсекції мішкотари забезпечує екологічну чисту технологію з продуктивністю – 250 мішків за годину, має підведену потужність не більше 12 кВт. Вона пройшла широкі виробничі випробування і рекомендована для широкого впровадження Держкомітетом по хлібопродуктах України.

Збільшення продуктивності технологічного процесу дезинсекції доцільно здійснювати з використанням декількох однотипових камер, що дозволяє в широких границях маневрувати коефіцієнтом використання обладнання при прийемлемій його вартості.

Дане обладнання може бути успішно використане і для знищення грибкових захворювань зернопродуктів, а також хлібобулочних виробів. Хоча, під дією високої температури при випіканні хліба, значна кількість мікроорганізмів знищується, частина з них все ж залишається, що приводить до псування продуктів. Це-перш за все, картопляна хвороба хліба. Крім цього, деякі мікроорганізми виділяють отруйні речовини в результаті чого хліб не відповідає стандартним вимогам – зумовлює отруєння [18].

Пропонується після випікання хліба, його гарячим накладати на технологічну тару, загрузити в камеру і піддати мікрохвильовій обробці, доводячи температуру в середині продукту до повного знищення мікроорганізмів. Зовнішня температура продукту при цьому контролюється інфрачервоним вимірювачем температури.

Як вже відзначалось, МХ-опромінення в більшості випадків сприяє розвитку і протіканню біологічних процесів в біологічних системах - тобто біозу. Разом з тим, поряд з позитивними ефектами дії мікрохвильової енергії на біологічні об'єкти, що виражається в підсушуванні продукції, стимулюючій дії на схожість і проростання, протікання біозу негативно впливає на збереження сільськогосподарської продукції і, особливо, овочів, що містять велику кількість не зв'язаної води, наприклад, томатів.

Вітчизняними дослідниками В.П.Дворніковим, В.В.Зрадніковим, Л.Г.Калініним і В.П.Тучним запропоноване ефективне компромісне вирішення питання продовження термінів зберігання свіжих томатів використанням електромагнітного поля мікрохвильового діапазону [12].

Причиною псування плодів томатів в період їх зберігання являються хвороби грибкового і бактеріального походження, при цьому дріжджові культури поселяються на вражених ділянках плодів і служать інтенсифікаторами подальших процесів псування. Тому, в якості об'єкта досліджень в ході дослідів були вибрані сапрофітні бактерії, плісняві гриби і дріжджові культури.

До основних хвороб, що приводять до псування томатів відносяться:

- грибкового походження: альтернاریоз (макроспоріоз), чорна гниль (диплодіоз), бура гниль (фітостороз), південний фітофтороз, антракноз, біла гниль (склеротоніоз), сіра гниль (ботритіоз), рожева гниль (фузаріоз), сіра гниль (ризопус);

- бактеріального (сапрофітного) походження: мокра бактеріальна гниль, чорна бактеріальна плямистість.

В досліді визначалось число сапрофітних бактерій, пліснявих грибів і дріжджових клітин на поверхні плодів.

Аналіз одержаних результатів дозволив зробити наступні висновки:

- в початковий момент (до обробки), чисельність мікроорганізмів на поверхні плодів різних сортів – різна, що пояснюється відомим фактом – поверхня плодів (овочів і фруктів) має певну бактеріальну стійкість, яка, звичайно, різноманітна в різних сортів одного і того ж виду;

- найкращі результати обробки одержуються при дії МХ-поля на протязі 21 сек.;

- характеристики мікробіологічного аналізу по визначенню числа сапрофітних бактерій і пліснявих грибів являються узагальненими, оскільки на поверхні плодів можуть існувати одночасно збудники декількох видів фітопатологічних хвороб грибкового і бактеріального походження, що приводить до необхідності при проведені

подальших експериментів в цьому напрямі, здійснювати диференційований аналіз з метою визначення конкретних видів бактеріальних культур;

- на окремі види (різновидності) грибків і бактерій МХ-обробка може спричинити як пригнічуючу, так і активуючу дію, що призводить до росту колоній бактерій і збільшенню їх чисельності. Цей факт вже неодноразово відзначався різними дослідниками;

- безумовною причиною різного впливу на мікрофлору являється неоднорідність МХ-поля в межах камери, про що свідчили обпалені ділянки шкірки плодів (крапкові і більш укрупнені до 1 – 1,5 см²), при чому в цих місцях повністю відсутні ознаки псування (візуально і органолептично).

Аналіз результатів по зберіганню томатів після мікрохвильової обробки. У всіх контрольних зразках (без обробки) термін зберігання плодів становив: після 51 доби зберігання (без холодильника) в сортів Кредо, Новинка Придністровя, Призер - від 59,5 до 61,5%, в сорту „Новичок” – 0 % після 45 днів зберігання.

МХ-обробка на протязі 14 сек. виявилась недостатньо ефективною: тільки для сорту Кредо вихід стандартних плодів склав 42,8 % після 51 доби зберігання. У решти сортів до кінця досліду плоди були повністю вражені хворобами. Причому, ці плоди почали швидше псуватись, чим у випадку контрольних зразків.

Мікрохвильова обробка на протязі 21 сек. забезпечила практично 100 % збереження продукції трьох сортів томатів з чотирьох. Як вже відзначалось, незначні дефекти в виді крапкових опіків поверхні слід віднести за рахунок нерівномірності розподілу МХ-поля в камері. При цьому товарний вид продукції і її органолептичні властивості, в цілому, відповідали діючим вимогам.

Після завершення терміну експерименту (зберігання) мікробіологічний аналіз повторили.

Одержали дані, що свідчать про те, що в процесі дозрівання плодів (всі закладені на зберігання зразки були в стадії молочної стиглості) до червоної зрілості спостерігається зменшення на 2 порядки числа сапрофітних бактерій в порівнянні з їх початковою кількістю.

В цілому МХ-обробка на протязі 21 сек. дала абсолютно позитивний результат, забезпечивши практично 100 % збереження для трьох сортів томатів.

Наглядним є і той факт, що малі дози мікрохвильової обробки практично приводять до швидкого знищення мікрофлори на поверхні плодів.

Для того, щоб прослідкувати за можливими відхиленнями в хімічному складі продукції, що пройшла МХ-обробку, були проведені аналізи, загальноприйняті на консервних підприємствах для оцінки характеристик томатної сировини.

Одержані результати дозволили зробити наступний висновок: мікрохвильова обробка плодів томатів при вказаних режимах не міняє якості плодів і не впливає на їх хімічний склад.

Дані про МХ-установку. Мікрохвильова установка складається з власне резонаторної камери з робочим об'ємом 2,1 м³, блока живлення магнетрона з потужністю генерації 1,5 кВт на частоті 2450 МГц, з'єднувального хвилеводу, водяного охолодження магнетрона. Магнетрон типу „Викторія” представляє собою пакетований пристрій безперервної дії з коаксіальним хвилеводним виведенням енергії, з'єднаний з робочою камерою хвилеводом 90 x 45 мм.

Про виконані дослідження можна зробити наступні висновки:

1. Основним результатом виконаних робіт є явно виражений ефект – мікрохвильова дія в певних дозах здатна продовжити термін зберігання плодів томатів практично без втрат;

2. При однакових умовах обробки термін зберігання плодів залежить від сорту томату, що, ймовірно, пов'язане з проявленням нативних властивостей того чи іншого виду протидіяти хвороботворній флорі;

3. Мікрохвильова обробка може привести не тільки до пригнічення, а і до активації мікрофлори, що особливо проявляється при малих дозах підведення енергії;

4. Для більш детальної оцінки впливу мікрофлори на процес зберігання на думку авторів робіт необхідно проводити не тільки інтегральний, але і диференціальний мікробіологічний аналіз (по окремих видах бактерій);

5. Для підвищення якості обробки необхідно забезпечувати створення рівномірного МХ-поля по поверхні плодів;

6. Для підвищення ефективності обробки доцільно перед мікрохвильовою дією створити на поверхні плодів тонку плівку води (попереднє зрошення). Ефективність МХ-впливу значно зростає при наявності рідкої фази;

7. Промислову установку по МХ-обробці томатів доцільно обладнати вібраційним конвеєром, вхідним змочуючим і вихідним шлюзами. Найбільш оптимальною для процесу є частота 2450 МГц.

Описані вище роботи стосуються, в основному, аналізу доцільного застосування мікрохвильових технологій для збереження продукції рослинництва. Охарактеризовані спроби створення нових технологій можуть дати, а деякі вже дають, плідні результати в вирішенні проблем покращення зберігання сільськогосподарської продукції.

Разом з тим, ці результати на сьогоднішньому етапі поки що не можна назвати широким втіленням в життя. Вони, як правило, відносяться до вдосконалення того чи іншого конкретного процесу сільськогосподарського виробництва і, в основному, констатують ті чи інші позитивні ефекти від застосування мікрохвильового електромагнітного поля в розв'язанні практичних завдань.

Відсутність всеоб'ємлючої системи знань про впливи електромагнітного поля на біологічні об'єкти і складні процеси, що протікають в них, поки що не дозволяє цілеспрямовано, науково-обгрунтовано підійти до вирішення складного питання створення в повній мірі досконалих, відповідаючи вимогам часу мікрохвильових технологій для сільськогосподарського виробництва і обладнання для їх реалізації. А вирішення цього питання, як показують результати пошукових робіт, може дати плідні наукові і практичні результати.

На сьогодні значним поступом вперед в плані вирішення питання створення перспективних МХТК можна назвати розробку універсального обладнання, яке є придатним для реалізації широкої групи процесів виробництва в агропромисловому комплексі, зокрема надійних технологій тривалого зберігання сільськогосподарської продукції.

Охарактеризуємо деякі з таких, на нашу думку, найбільш перспективних розробок в цьому плані.

В Московській державній академії виробництв в співдружності з НВО „Радий” і МКБ „Старт” започатковано розробку обладнання для МХ-пастеризації рідких харчових продуктів в потоці і в тарі [19].

Позитивні результати одержані також при пастеризації молока і молочних продуктів. Цими ж організаціями розробляється мікрохвильовий міні-пастеризатор для роботи в цехах чистих культур заводів для інактивації мікрофлори суслу і живильних середовищ. Випробуваний сьогодні мікрохвильовий технологічний комплекс має модульну конструкцію і складається з трьох секцій:

- в першій вмонтовані мікрохвильові випромінювачі, блоки живлення і управління;
- в другій – електронагрівач, об'єднаний з рекуператором;
- в третій – власне камера пастеризатора.

Основні технічні характеристики міні –пастеризатора:

- продуктивність – 100 – 200 кг/год. ;
- вихідна потужність магнетрона – 0,6 кВт;
- частота НВЧ – коливань – 2450 МГц;
- регульована температура пастеризації – 60 – 95 °С;
- споживана потужність – 4,7 кВт;
- габаритні розміри блоку пастеризації – 360 x 340 x 700 мм.;
- габаритні розміри блоку рекуперації – 360 x 220 x 700 мм.

Робляться спроби розробки проточного пастеризатора для пастеризації пива і напків на невеликих заводах. Такий пастеризатор доцільно встановлювати, як показують проведені експерименти, перед машиною асептичного фасування.

Фірмою „Радмир” (м.Харків) виконуються роботи по створенню багатофункціонального МХТК, який забезпечить екологічну чистоту і підвищення якості теплової обробки різноманітних субстанцій. Передбачається, що такий МХТК буде працювати на основі використання сфокусованих в просторі електромагнітних полів НВЧ діапазону, забезпечуючи безпечний рівень густини потоку потужності поза зоною фокусування [20]. МХТК призначається для використання в сільському господарстві для сушіння овочів, круп, сіна, лікарських трав і ін. Разом з тим, багатофункціональність розроблюваного комплексу при низькому рівні закладеної потужності (2 – 10 кВт) викликає сумнів в його можливому продуктивному використанні.

Ряд мікрохвильових технологічних комплексів розробляється фірмою „Інгредієнт” (м.Санкт-Петербург) [21]. МХТК вакуумного сушіння „Муссон-1” призначається для сушіння овочів, фруктів, лікарських трав, фармацевтичних матеріалів, м'яса, риби, кальмарів і ін. Продуктивність створюваного МХТК по сировині – до 20 кг/год., споживча потужність – до 6 кВт, зовнішні габарити – 800 x 800 x 1700 мм, маса – 340 кг. На думку авторів розробки цей комплекс забезпечить високу якість продукції, екологічну чистоту, енерго і ресурсозберігання, універсальність і високі інші показники. Природно, виникає питання про практичну доцільність створення такого комплексу при такій низькій продуктивності.

Більш практичним і доцільним, на нашу думку, є створюваний на цій же фірмі комплекс „Муссон – 2” продуктивністю до 80 кг/год.

Московською академією МГАПБ пропонуються МХТК тунельного типу, що розроблені в співпраці з фірмою „Торій” і НВО „Палермо” [22] для сушіння, пастеризації і стерилізації сипучих продуктів і сільськогосподарської сировини. Комплекси екологічно безпечні.

Основні технічні характеристики:

- потужність НВЧ генератора – 5 кВт;
- частота НВЧ коливань – 2450 МГц;

- потужність, що споживається від 3 – х фазної мережі – 15 кВт.

Представляє інтерес новий підхід в постановці досліджень вітчизняних фахівців – В.П.Дзюби, С.О.Іванченка, Я.Є.Шкарапати, В.І.Єзікова, направлених на створення перспективних мікрохвильових технологічних процесів і обладнання для їх організації і практичного втілення, як технологій, що покращують збереження сільськогосподарської продукції.

Авторами розробляються технології сублімаційного сушіння продуктів рослинництва і тваринництва мікрохвильовими електромагнітними полями низької інтенсивності з безперервним видаленням летких продуктів з зони обробки, а також технології імпульсної мікрохвильової пастеризації широкою гама продуктів імпульсним електромагнітним полем високої інтенсивності.

Одержанні практичні результати заслуговують уваги.

Висновки та пропозиції. Виконаний моніторинг існуючих вітчизняних і зарубіжних практичних розробок, чисельних літературних і патентних джерел дозволяє зробити висновки про доцільність створення і впровадження нових мікрохвильових технологій і обладнання, а також доведення раніше розпочатих робіт до логічного завершення, як у науковому так і в практичному плані з ціллю їх практичного втілення в агропромислового комплексу для вирішення важливої проблеми сьогодення - покращення зберігання сільськогосподарської продукції.

Створювані технології відзначаються високою ефективністю, простотою реалізації, екологічною чистотою і економічністю.

Перспектива подальших досліджень. На нашу думку, а також виходячи з проведеного моніторингу, найбільш доцільними напрямками робіт в плані створення МХТК для покращення збереження сільськогосподарської продукції і продуктів харчування повинно стати створення сучасного продуктивного мікрохвильового обладнання для:

- сушіння сільськогосподарської продукції;
- сушіння зернових;
- пастеризації молока і молочних продуктів;
- пастеризації вина і пива;
- пастеризації чистих культур;
- знезараження шкідників хлібних запасів;
- одержання сублімованих продуктів і ін.

Доцільною і актуальною також є розробка науково-обгрунтованої теорії, яка б пояснювала основні аспекти взаємодії мікрохвильових електромагнітних полів і біологічних систем.

ЛІТЕРАТУРА

1. Г.І.Отпрятов, Л.Ф.Скалецька, А.М.Сеньков, В.С.Хилевич. Зберігання і переробка продукції рослинництва. – К.: Мета, 2002р. – 495 с.
2. Г.П.Жемела, В.І.Шемавльов, О.М.Олексюк. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва – Полтава: 2003 р. – 420 с.
3. А.Я.Маньківський, Л.Ф.Скалецький, Г.І.Потпретов, А.М.Сеньків. Технологія зберігання і переробки сільськогосподарської продукції – К.: Мета, 1999 р. – 383 с.
4. Морозова Г.А. и др. Патент РФ «Устройство для обработки семян» № 2187920 от 29.11.2000.
5. Морозова Г.А. и др. Патент РФ «Способ обработки семян и устройство для его осуществления», № 2185714 от 8.08.2000.
6. Ведерников Н.М. и др. Положительное решение на выдачу патента „Способ повышения устойчивости проростков и сходов сосны и ели к инфекционному полеганию”, заявка № 2001119720/13 (020825) от 16.07.2001.
7. Ведерников Н.М., Стахова Н.Е., Морозова Г.А. Микроволновая обработка семян хвойных деревьев/Тезисы доклада 9-й Международной Крымской конференции «СВЧ–техника и телекоммуникационные технологии» КрыМиКо – 99, Севастополь, 1999 г. , с. 420 – 421.
8. Стахова Н.Е., Стахов Е.А., Морозова Г.А. Измерение электрофизических параметров семян сельскохозяйственных культур в миллиметровом диапазоне волн. (Тезисы 6-й Всероссийской НТК Состояние и проблемы измерений», М.: 1999 г. , ч. 1.).
9. Ведерников Н.М., Воробьев Н.Г. и др. «Микроволновые технологии в лесном хозяйстве Татарстана. Опыт семилетней работы»./11-ая Международная конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» КрыМиКо – 2001», Севастополь, 2001, с.617 – 618.
10. Ведерников Н.М., Федорова Н.С., Морозова Г.А. и др. «Повышение устойчивости сосны и ели к болезням обработкой семян ЭМП в лесопитомниках. Проблемы лесоводства Среднего Поволжья: Сборник научных статей. – Пушкино, 2001, с.114 – 121.

11. Кадырова С.З., Морозова Г.А. и др. Основные направления использования микроволновых технологий в сельском хозяйстве Татарстана (11-ая Международная конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» КрыМиКо – 2001», Севастополь, 2001, с.615 – 616.
12. Микроволновые технологии в народном хозяйстве. Вып.2-3, Киев – Одесса: 2000 г., 192 с.
13. Микроволновые технологии в народном хозяйстве. Вып.4, Киев – Одесса: 2002 г., 219 с.
14. Microwave trouble proti skladist nim skudkum /Zemledelske actuality – 1996, № 11, с.27.
15. Небосенко Ю.А., Павлов О.И. и др. «Дезинсекция мягкой мешкотары полями сверхвысоких частот» (сб. «Применение СВЧ-энергии в технологических процессах и научных исследованиях»), Саратов, Изд-во СГУ, 1994. – с. 5 -6.
16. В.П.Тучный «Микроволновые технологии в современной структуре технического прогресса./Микроволновые технологии в народном хозяйстве./ - Одесса, ОКФА, 1996 – с.6 – 12.
17. П.В.Бацев, А.С.Зусмановский и др. Промышленная печь для групповой обработки диэлектрических материалов. – Электронная техника. Серия Электроника СВЧ. – 1974 – вып.9.- с.79-83.
18. Наумова К.И. Грибковые заболевания. – Хлеб и зерно. – 1996 - № 4, - с.20 – 21.
19. Матисон В.А. Сер.22. Пивоваренная и безалкогольная промышленность. Обзорная информация. Вып.2 – 3. Повышение стабильности пива и безалкогольных напитков путем применения микроволновой пастеризации. – М.: АгроНИИТЭИПП, 1999, с.1 – 47.
20. Рекламный листок фирмы «Рад Мир» - М., 1997 г.
21. Рекламный листок ООО «Ингредиент» , - М.: 2000 г.
22. Рекламный листок Московской государственной академии прикладной биотехнологии. – М.: 1997 г.