

УДК 621.365.5

**МОНІТОРИНГ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ
МІКРОХВИЛЬОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ
ЗБЕРЕЖЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ**

ЧАСТИНА I

Я.Є.ШКАРАПАТА – к.т.н., Херсонський ДАУ,
В.П.ДЗЮБА,
С.О.ІВАНЧЕНКО – кандидати техн. наук, Київський
державний завод „Генератор”,
Ю.М.НІКШИНА – ст. лаборант, Херсонський інститут
МАУП

Постановка проблеми. Створення нових прогресивних технологій, які б забезпечували більш тривале зберігання цінних харчових властивостей сільськогосподарської продукції, є 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 біозу. 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, у біотехнологічних процесах, фармацевтичній промисловості і медицині. Цим питанням присвячено ряд публікацій, приділена увага на великих науково-технічних конференціях. Ряд практичних розробок уже успішно використовуються на практиці.

Основна частина. Проведені дослідження підтверджують високу ефективність технологічних процесів, в основу яких покладений

вплив електромагнітних полів. Разом із тим, теорія обробки різноманітних матеріалів і об'єктів, на основі якої могли б створюватись ефективні й 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.

У цей же час, в останні два десятиріччя в результаті досліджень вітчизняних і зарубіжних дослідників виявлено достатньо широке коло можливих використань, 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.

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

Загальновідомо, що знану кількість об'єктів сільськогосподарської продукції (зерно, овочі, фрукти, солом, сіно і ін.) доцільно зберігати в нежиттєдіяльному 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.

У роботах [4-11] подається детальний аналіз МХТК, розроблений для досушування зерна різних сільськогосподарських культур для його подальшого зберігання.

У 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 у вигляді барабана ємністю 50 л, встановленого горизонтально в підшипниках на двох пустотілих півосьях, через які здійснюється підвід електромагнітної енергії. Для загрузки і вигризки барабана на його боковій поверхні є люк з дросельною заслінкою. 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.

У товарному вигляді комплекс виконаний у 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 у вигляді рупорів на основі жолобкового хвилеводу і з'єднані з генераторами НВЧ – діапазону. Останні виконані у вигляді 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 у різний час, забезпечують зустрічне некогерентне збудження зі значним підвищенням однорідності поля в робочі камери 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 ступеня 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 у край 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 у кінці кінців загрожує існуванню всього живого, у тому числі і самій людині.

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

Як уже відзначалось, одним із нових перспективних напрямів 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.

У 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 цією метою дослідники кожний зернозразок тієї чи іншої культури заражали 18–ма видами фітопатогенів і вели оцінку їх розвитку. Найбільш високий ступінь значимості фітопатогена виражали умовною цифрою 10, менш високу – 7, середню – 5 і незначну – 3.

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

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
<i>Tilletia caries</i> Тверда сажка	10	-	-	
<i>Tilletia controversa</i> Карликова сажка	7	10	-	-
<i>Fusarium</i> sp. Фузарії зерна				
<i>F. graminearum</i> Фузарій зерновий	10	7	10	-
<i>F. culmorum</i>	10	7	10	-
<i>F. heterosporum</i>	3	3	-	5
<i>F. oxysporum</i>	3	-	7	10
<i>F. sporotrichiella</i>	7	-	7	7
<i>Altremania alternata</i> Чорний зародок	7	3	5	7
<i>Stachybotrys alternans</i> Гниль сходів	7	3	5	-
<i>Ustilago hordei</i> Кам'яна сажка	-	10	-	-
<i>Ustilago zeae</i> Пузирчаста сажка	-	-	10	-
<i>Diploda</i> sp. Суха гниль	-	-	7	-
<i>Cladosporium herbarum</i> Оливкова пліснява	3	3	7	-
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> Біла гниль	-	-	-	10
<i>Phomopsis helianthi</i> Фомопсис	-	-	-	10
<i>Botrytis cinerea</i> Сіра гниль	3	3	3	10
<i>Aspergillus</i> sp. Пліснява зерна	7	7	10	5
<i>Penicillium</i> sp. Пліснява зерна	7	7	10	3

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

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

вважає 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 idaeae*) 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 цією 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.

Результати досліджень оцінювали за ступенем 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 *Sclerotinia botrys 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.

Нище 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	
<i>Fusarium graminearum</i> Фузорій зерновий	P ⁺	P ⁺	PO	3 ⁺	3 ⁺	3 ⁺	P ⁺
<i>F. culmorum</i>	P ⁺	PO	30	3 ⁺	3 ⁺	3 ⁺	P ⁺
<i>F. heterosporum</i>	PO	3 ⁺	3 ⁺	3 ⁺	3 ⁺	3 ⁺	P ⁺
<i>F. sporotrichiella</i> v. <i>Tricinctum</i> Тверда сажка	P ⁺	P ⁺	P ⁺	PO	P ⁻	30	P ⁺
<i>Tilletia controversa</i> Карликова сажка	P ⁺	P ⁻	3 ⁺	3 ⁺	3 ⁺	3 ⁺	P ⁺
<i>Ustilago zeae</i> Летюча сажка	P ⁺	3 ⁺	3 ⁺	3 ⁺	3 ⁺	3 ⁺	P ⁺
<i>Altemaria altrenata</i> Чорний зародок	P ⁺	P ⁺	PO	P ⁻	P ⁻	3 ⁺	P ⁺
<i>Stachybotrys althernans</i> Гниль сходів	P ⁺	P ⁺	PO	PO	P ⁻	3 ⁺	P ⁺
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> Біла гниль	P ⁺	P ⁺	PO	P ⁻	PO	3 ⁺	P ⁺
<i>Phomopsis helianthu</i> Фомопсис	P ⁺	P ⁺	P ⁺	3 ⁺	3 ⁺	3 ⁺	P ⁺
<i>Botrytis cinerea</i> Сіра гниль	P ⁺	P ⁺	PO	3 ⁺	3 ⁺	3 ⁺	P ⁺
<i>Aspergillus</i> sp. Пліснява зерна	P ⁺	PO	PO	3 ⁺	3 ⁺	3 ⁺	P ⁺
<i>Penicilium</i> 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.

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

Існуючі методи дезинсекції м'якої мішкотари ґрунтуються на застосуванні або хімічних препаратів (бромметилу, інсектицидів), або гарячого повітря, яким прогривають партії мішків. У першому випадку порушується екологія і з цієї причини в ряді країн, у тому числі і США з 2001 року заборонено застосування хімічних препаратів [14], у другому – маємо дуже енерго-затратну 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 січенням 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 ефективно сумування потужностей усередині 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 визнані найбільш економічними.

Загрузка і вивозка 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 екологічно 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 межах маневрувати коефіцієнтом використання обладнання при допустимій 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 призводить до псування продуктів. Це-перш за все, картопляна хвороба хліба. Крім цього, деякі мікроорганізми виділяють отруйні речовини, у 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.

Висновки. Таким чином, узагальнюючи теоретичні викладки і моніторинг одержаних на сьогодні практичних результатів по застосуванню електромагнітних полів мікрохвильового діапазону в аграрному секторі, можна підсумувати про доцільність розширення робіт у напрямі створення нових МХ-комплексів для різноманітних технологічних процесів, що реалізуються в агропромисловому комплексі, і розширення об'ємів використання вже одержаних результатів робіт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

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. Microvlene trouby 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.