

Рис. 3 – Площа зовнішньої поверхні зерна тритикале сорту Ахілл залежно від геометричних розмірів

#### Література

1. Щипак Г.В. Результати селекції озимої тритикале на урожайність, зимостійкість і якість зерна / Г.В. Щипак, А.П. Петрова, Е.Н. Шевченко, В.Г. Щипак // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. – 2010. – Вип. 9. – С. 179–188.
2. Тертычная Т.Н. Использование тритикале в производстве диетического печенья / Т.Н. Тертычная, О.С. Черных, Н.М. Дерканосова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. – № 2. – С. 48–54.
3. Гайдай Г.С. Залежність показників якості зерна від дози мінерального живлення та розміру зернівки / Г.С. Гайдай, Н.П. Матвієнко, Т.І. Бобко // Основи біологічного рослинництва в сучасному землеробстві: Зб. наук. праць. – Умань, 2011. – С. 446–450.
4. Моргун В.О. Наукові основи технології виробництва пшеничного борошна і крупи підвищеної харчової цінності: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. док. техн. наук : спец. 05.18.02 «Технологія зернових, бобових, круп'яних продуктів та комбикормів» / Моргун Валентина Олексіївна; Одеса. Державна академія харчових технологій. – Одеса, 1999. – 23 с.
5. Егоров Г.А. Технология муки и крупы / Г.А. Егоров, Т.П. Петренко. – М.: Издательский комплекс МГУПП. – 1999. – 336 с.
6. Дмитрук Є.А. Шляхи раціонального використання зерна. Фракціонування зерна. Поглиблена переробка зерна / Є.А. Дмитрук // Якість та безпека зерна, насіння та зернопродуктів. Атестація виробничо-технічних лабораторій: Між. наук.-техн. конф. 26–30 жовтня 2010 р.: тези доп. – К., 2010. – С. 26.

УДК 579 : [633.17 631.563]

## ЗМІНИ МІКРОБІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ПРИ ЗБЕРІГАННІ ЗЕРНА ПРОСА ПІСЛЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ ЙОГО ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ

Овсянникова Л.К., канд. техн. наук, доцент, Євдокимова Г.Й., канд. техн. наук, доцент,  
Калаянова В.В., аспірант, Труфкаті Л.В., канд. техн. наук, доцент,  
Гаєвська Н.В., студ. ОКР «Магістр»  
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У даній роботі проведено аналіз зміни мікробіологічного стану при зберіганні зерна проса після вдосконалення його післязбиральної обробки. Встановлено, що обробка зерна проса МХ-полем та сушіння конвективним методом є ефективним способом підвищення його санітарної якості та стійкості, оскільки дозволяє значно знизити кількість мікроорганізмів до припустимої для тривалого зберігання зерна.

In the given work the analysis of changes in microbiological status of the storage of grain millet improvement after its post-harvest processing. It was established that the processing of millet grain MX-field and convective drying method is an effective way to improve its sanitary quality and stability, as can significantly reduce the number of microorganisms to acceptable for long-term storage of grain

Ключові слова: просо, обробка, конвективне сушіння, МХ-поле, мікрофлора, мікробіологічні показники, міксоміцети, зберігання

**Постановка проблеми.** Вирішення проблеми зменшення втрат зерна на всіх етапах обробки, раціональне застосування зернових ресурсів і покращення якості продуктів його переробки сьогодні залишаються найважливішими завданнями агропромислового комплексу. Особливої уваги заслуговують круп'яні культури, серед яких важливе місце посідає просо. В отриманому із проса пшоні міститься білка до 16 %, що більше, ніж у гречаній, ячмінній, перловій і кукурудзяній крупах, поступаючись лише вівсяній крупі. Воно легко розварюється і добре засвоюється. Просо містить удвічі більше вітамінів, ніж інші хлібні злаки. Воно також є джерелом найважливіших мікроелементів – міді, йоду, бромю, а також вітамінів –  $V_2$ ,  $V_5$ ,  $V_6$ .

Зерно проса, що надходить на переробку, містить на поверхні досить велику кількість (сотні тисяч, а іноді мільйонів) мікроорганізмів на 1 г сировини, частина яких гине при підготовці зерна, а решта є однією з основних можливих причин зниження якості зерна при зберіганні.

Характерні зміни хімічного складу, що відбуваються у зерновій масі при зберіганні, залежать від умов зберігання та мікроорганізмів, які розвиваються в ній, оскільки останні не однаково впливають на сировину, викликаючи процеси гниття, різні види бродіння тощо.

Переробка зерна з високим мікробним числом призводить до того, що воно, потрапляючи до готової продукції, знижує її якість та ефективність термообробки, а в деяких випадках сировина стає непридатною до використання у зв'язку з накопиченням токсичних продуктів життєдіяльності мікроорганізмів. Тому вивчення якісного та кількісного складу мікрофлори має велике значення для розробки і застосування на практиці різних способів обробки з метою покращення стійкості та продовження терміну зберігання зерна проса для подальшого його використання в харчовій, кормовій, фармацевтичній, мікробіологічній і комбікормовій промисловостях [1, 2].

Показник кількості мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ) – найбільш розповсюджений мікробіологічний показник. Він застосовується в харчовій промисловості як показник санітарного стану виробництва. Ідентифікація якісного складу мікрофлори є показником безпеки, оскільки наявність патогенних мікроорганізмів або підвищений вміст умовно-патогенних у порівнянні з допустимою нормою може бути причиною отруєнь.

**Мета дослідження:** визначення ефективності мікрохвильової обробки та конвективного сушіння на мікробіологічний стан та стійкість проса при зберіганні.

**Об'єкт дослідження:** зерно проса (початкова вологість зерна складала 18,5 %; кінцева вологість 13,0 %).

**Методика досліджень.** Дослідження проводили на експериментальній конвективно-мікрохвильовій установці Навчально-наукового інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. проф. В.С. Мартиновського ОНАХТ, призначеній для дослідження процесу обробки зерна в мікрохвильовому полі (МХ-поле). Мікрохвильову обробку проводили за таких режимів: при частоті  $f = 2450$  МГц; максимальна потужність магнетрона  $P = 800$  Вт, при цьому корисна потужність в умовах досліду була близько 250 Вт, робоча довжина хвилі  $\lambda = 0,125$  м, тривалість подачі енергії  $\tau_e = 6 \dots 10$  с; тривалість продування зерна повітрям  $\tau_{\text{п}} = 20 \dots 30$  с; швидкість повітря  $v = 0,3 \dots 1,0$  м/с. Температура нагрівання зерна проса знаходилася в межах 44...59 °С [3].

Дослідження процесу сушіння зерна проса конвективним методом проводили на експериментальній стендовій установці кафедри технології зберігання зерна Навчально-наукового технологічного інституту харчової промисловості ім. М.В. Ломоносова ОНАХТ. Температура нагрівання зерна проса знаходилася в межах 40...50 °С; температура сушильного агента складала  $t = 70 \dots 80$  °С, значення висоти зернового шару було прийнято  $h = 0,1$  м, а швидкість агента сушіння  $v = 0,3$  м/с, що відповідає умовам сушіння в шахтних зерносушарках (наприклад, типу ДСП) з діагональним розташуванням коробів. Діапазони зміни факторів  $w_0$ ,  $\theta_0$  і  $t$  обрані з реальних умов [4].

Після мікрохвильової обробки та конвективного сушіння зерна проса визначали розвиток мікрофлори на зерні в процесі його зберігання. Для цього зразки свіжозібраного зерна проса і після різних способів обробки, в кількості по 1 кг, зберігали в мішечках з бавовняної тканини протягом 12 місяців у лабораторних умовах при температурі 17...25 °С (середня температура за термін зберігання складала +20 °С). Відносна вологість повітря за період зберігання коливалася в межах 50...70 %.

Мікробіологічне дослідження зразків проводили безпосередньо до і після обробки, а також через кожні три місяці зберігання.

Використовували класичні методи дослідження, а також сучасний мікробіологічний експрес-аналізатор «Бак Трак 4300» (Австрія), робота якого базується на реєстрації зміни електричного опору (імпедансу) поживного середовища, який змінюється в результаті життєдіяльності мікроорганізмів. Ос-

новними перевагами цього методу є полегшення роботи мікробіолога та скорочення термінів досліджень з 1...7 доби (за класичними методами) до 24 годин для визначення МАФАНМ і до 48 годин для визначення мікроміцетів. Проби зразків відбирали в стерильний посуд в асептичних умовах, які виключають мікробне забруднення зразків з навколишнього середовища.

Кількісний та якісний склад мікроорганізмів визначали шляхом посівів на селективні поживні середовища. Загальну кількість бактерій визначали посівом під м'ясо-пептонний агар (МПА), мікроміцети на сусло-агар (СА) з наступним культивуванням мікроорганізмів у термостаті при температурі  $(30 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C})$  протягом двох діб для МАФАНМ – загальну кількість бактерій та п'яти діб – для мікроміцетів. Спороутворюючі форми бактерій визначали в пастеризованих змивах із зерна, які висівали на комплексне поживне середовище МПА+СА у співвідношенні 1:1. Після культивування проводили облік колоній, які виростили на поверхні поживних середовищ, проводили ідентифікацію груп мікроорганізмів за морфологічними та культуральними ознаками [5, 6].

**Результати досліджень** мікробіологічних показників зразків проса після різних видів термічної обробки (мікрохвильова обробка; конвективне сушіння) у процесі зберігання наведені в табл. 1, рис. 1-5.

**Таблиця 1 – Вплив способів обробки зерна проса на мікробіологічні показники**

| Зразок                            | Тривалість зберігання, міс.       | Склад мікрофлори (КОЕ/г*10 <sup>3</sup> ) |              |       |             |                    |                    |            |
|-----------------------------------|-----------------------------------|---|--------------|-------|-------------|--------------------|--------------------|------------|
|                                   |                                   | МАФА н М                                  |              |       | Мікроміцети |                    |                    |            |
|                                   |                                   | разом                                     | у тому числі |       | разом       | <i>Aspergillus</i> | <i>Penicillium</i> | інші гриби |
| <i>Erwinia herbicola</i>          | <i>B.subtilis – licheniformis</i> |   |              |       |             |                    |                    |            |
| Просо свіжозібране                | 0                                 | 270,00                                    | 212,00       | 17,00 | 2,80        | –                  | –                  | 2,80       |
|                                   | 3                                 | 151,00                                    | 89,40        | 16,00 | 2,05        | 0,05               | –                  | 2,00       |
|                                   | 6                                 | 84,00                                     | 20,30        | 16,50 | 1,06        | 0,05               | 0,01               | 1,00       |
|                                   | 9                                 | 46,00                                     | 10,00        | 16,00 | 0,90        | 0,04               | 0,01               | 0,85       |
|                                   | 12                                | 20,30                                     | 4,00         | 15,00 | 0,70        | 0,03               | 0,02               | 0,65       |
| Просо після МХ обробки            | 0                                 | 32,00                                     | 0,10         | 9,50  | 0,18        | –                  | –                  | 0,18       |
|                                   | 3                                 | 24,00                                     | 0,08         | 9,40  | 0,11        | 0,05               | –                  | 0,06       |
|                                   | 6                                 | 16,00                                     | 0,04         | 9,30  | 0,03        | 0,02               | 0,01               | 0,00       |
|                                   | 9                                 | 13,00                                     | 0,01         | 9,40  | 0,02        | 0,01               | 0,01               | 0,00       |
|                                   | 12                                | 10,00                                     | 0,00         | 9,20  | 0,01        | 0,01               | –                  | 0,00       |
| Просо після конвективного сушіння | 0                                 | 54,00                                     | 0,14         | 13,00 | 1,00        | –                  | –                  | 1,00       |
|                                   | 3                                 | 50,00                                     | 0,11         | 13,20 | 0,38        | 0,09               | –                  | 0,29       |
|                                   | 6                                 | 31,60                                     | 0,09         | 13,00 | 0,15        | 0,04               | 0,01               | 0,10       |
|                                   | 9                                 | 24,30                                     | 0,05         | 13,30 | 0,10        | 0,04               | 0,01               | 0,05       |
|                                   | 12                                | 18,40                                     | 0,01         | 13,20 | 0,06        | 0,02               | 0,02               | 0,02       |

Аналіз отриманих результатів показав, що мікрофлора зразків зерна проса, які були оброблені МХ-полем та конвективним сушінням, схожа з мікрофлорою свіжозібраного зерна за якісним складом, а за кількістю – вона значно відрізняється (рис. 1-3).

Встановлено, що обробка зерна проса МХ-полем та конвективним сушінням приводить до зменшення загальної кількості бактерій на його поверхні в 5,0 – 8,4 рази, а мікроміцетів в 2,8 – 16,0 разів.

Переважною складовою бактеріальної мікрофлори свіжозібраного зерна проса, як і більшості зернових культур є неспороносна грамнегативна паличка *Erwinia herbicola* – нормальний супутник зерна при зберіганні в стандартних умовах (представник епіфітної мікрофлори).

Відсоток бактерій *Erwinia herbicola* від загальної кількості всіх бактерій складає близька 80 %, що свідчить про доброякісність та свіжість зерна проса, яке використовували. Із спороутворюючих бактерій виявлені бактерії роду *Bacillus*, а саме *B. subtilis*, *B. licheniformis*, відносна кількість яких склала 6,3 % від загальної кількості бактерій. Із мікроміцетів перед закладанням на зберігання були виявлені польові плісеневі гриби, такі як *Alternaria*, *Cladosporium* та незначна кількість не ідентифікованих. Як показали дослідження, на зерні проса як свіжозібраного, так і обробленого МХ-полем або конвективним сушінням при зберіганні не було виявлено приросту мікроорганізмів. Навпаки, початкова кількість бактерій і мікроміцетів у процесі зберігання зменшувалася.



а)



б)

*а – свіжозібране зерно; б – через 6 місяців зберігання*

**Рис. 1 – Кількісний і якісний склад свіжозібраного зерна проса (без термічної обробки)**



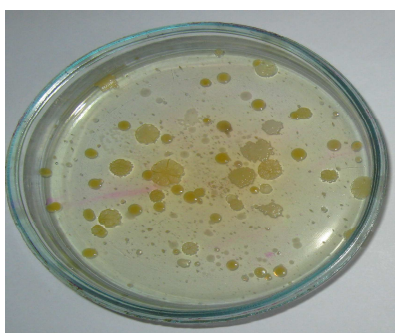
а)



б)

*а – свіжозібране зерно після МХ-обробки; б – через 12 місяців зберігання*

**Рис. 2 – Кількісний і якісний склад мікрофлори зерна проса після МХ-обробки**



а)



б)

*а – свіжозібране зерно після конвективного сушіння; б – через 12 місяців зберігання*

**Рис. 3 – Кількісний і якісний склад мікрофлори зерна проса після сушіння конвективним методом**

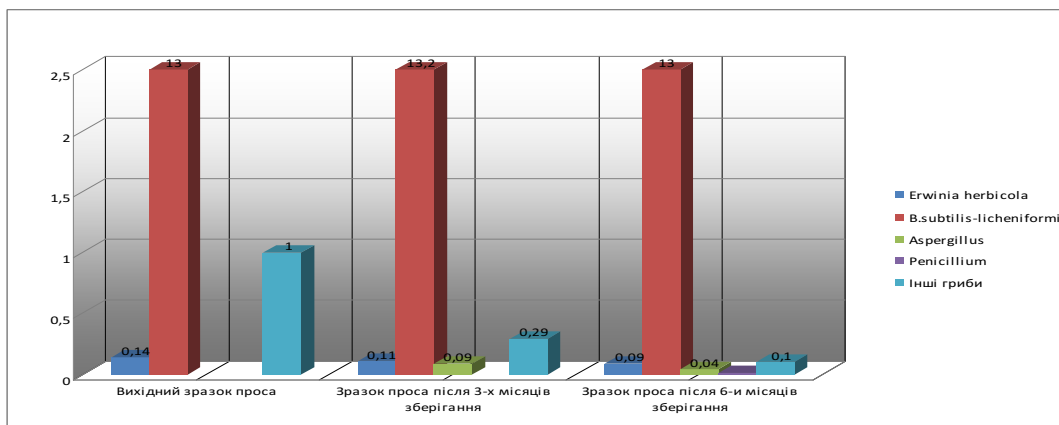


Рис. 4 – Кількісний і якісний склад мікрофлори зерна проса після сушіння конвективним методом (КOE/г\*10<sup>3</sup>)

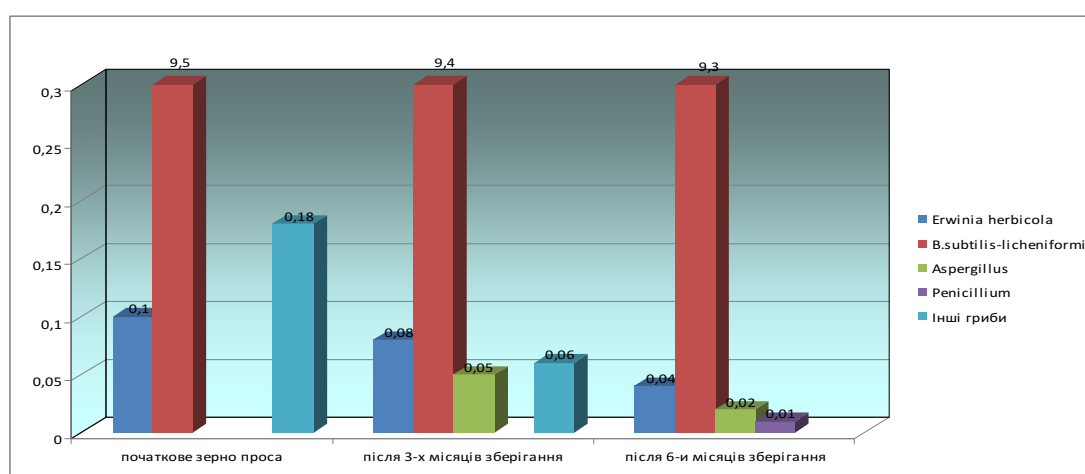


Рис. 5 – Кількісний і якісний склад мікрофлори зерна проса після обробки в МХ-полі (КOE/г\*10<sup>3</sup>)

Зниження відбувалось головним чином за рахунок відмирання неспоруютьючих бактерій *Erwinia herbicola*, що є природним. Присутність неспоруютьючої мікрофлори у зразках проса, які були піддані обробці, можливо пояснюється тепловим шоком, що отримали клітини під час дії температури (вище 70 %), який знизив їх життєдіяльність, але через певний час мікроорганізми відновили свою нормальну життєдіяльність після отриманого теплового шоку. Також до факторів, які впливають на результати мікробіологічних досліджень, можна віднести міжвидове взаємовідношення різних видів мікроорганізмів та вторинне обсіменіння зерна.

Якісний і кількісний склад споруютьючих бактерій у всіх зразках залишався без помітних змін. Щодо споруютьючих бактерій проса після мікрохвильової обробки (МХ-полі) і конвективного сушіння їх вміст зменшився в 1,3...1,8 рази.

Мікроміцети при вологості зерна 12,0...12,5 % і відносній вологості повітря 50...70 % не розвивались, але спостерігалась зміна їх якісного складу. Через 3 місяці зберігання у всіх досліджуваних зразках були виявлені плісеневі гриби роду *Aspergillus*, а через 6 місяців зберігання – гриби роду *Penicillium*.

Повна відсутність плісеневі зберігання, виявлених на свіжозібраному зерні, обумовлена пагубною дією сонячної радіації на прозорі спори цих грибів. При зберіганні в будь-якому приміщенні, де виключена дія сонячного світла, плісені зберігання отримують перевагу в розвитку в порівнянні з польовими плісенями за рахунок їх біологічних особливостей [1].

Кількість польових плісень до 6-ти місяців зберігання значно знизилась, а в зразках після МХ обробки вони взагалі не були виявлені. До 12 місяців зберігання загальна кількість мікроорганізмів зменши-

лась у всіх досліджуваних зразках: у свіжозібраному просі в 13,3 разу, після мікрохвильової обробки – у 3,2 разу, а після конвективного сушіння – у 2,9 разу.

#### Висновки

1. Обробка зерна МХ-полем та сушіння конвективним методом є ефективним способом не тільки зниження вологості до припустимої для тривалого зберігання зерна, але й підвищення його санітарної якості та стійкості, оскільки дозволяє значно знизити кількість мікроорганізмів.

2. Обробка конвективно-мікрохвильовим способом суттєво знижує життєдіяльність мікроорганізмів, затримує розвиток бактерій та навіть плісневих грибів і позитивно впливає на зберігання якості зерна.

3. При відповідній організації післязбиральної обробки зерна проса та зберіганні з вологістю до 12 % наявні на зерні мікроорганізми не розвиваються, що забезпечує тривале його зберігання.

#### Література

1. Смирнова, Т.А. Микробиология зерна и продуктов его переработки [Текст] / Т.А. Смирнова, Е.И. Кострова. – М.: Агропромиздат, 1987. – 192 с.
2. Обработка и хранения зерна [Текст] / Пер. с немецкого А.М. Мазурницького. Под ред. и с предисл. А.Е Юкшиа. – М.: Агропромиздат, 1985. – 320 с.
3. Станкевич, Г.М. Дослідження конвективного та конвективно-мікрохвильового сушіння дрібнонасінневих культур [Текст] / Г.М. Станкевич, Л.К. Овсянникова, О.Г. Соколовська // Вода в харчових продуктах і для харчових продуктів: всеук. науково-практ. конф., 16-17 травня 2013 р. : [тези] / редкол.: О.І. Черевко [та ін.]; Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі. – Х.: ХДУХТ, 2013. – С. 97-98.
4. Станкевич, Г.М. Сушіння зерна [Текст] / Г.М. Станкевич, Т.В. Страхова, В.І. Атаназевич. – К.: Либідь, 1997. – 320 с.
5. ГОСТ 10444.15 – 88. Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов.
6. ГОСТ 10444.12 – 88. Продукты пищевые. Методы определения дрожжей и плесневых грибов.

УДК 66.011:[57.012.3:635.657]

## ИЗМЕНЕНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ СЕМЯН НУТА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБАХ ОБРАБОТКИ

Дмитренко Л.Д., канд. техн. наук, доцент, Овсянникова Л.К., канд. техн. наук, доцент  
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

*Представлены результаты исследований влияния разных способов и режимов специальной обработки на изменение микроструктуры семян нута. Установлено, что изменение структуры зерна находится в тесной связи с характером распределения влаги в зерне, температурой обработки, а также, определяется способом специальной обработки.*

*The effect of different methods and regimes special treatment chickpea seeds on its microstructure. Changing the grain structure is closely related to the nature of the distribution of grain moisture, temperature and special processing method.*

Ключевые слова: нут, микроструктура зерна, специальные способы обработки.

**Постановка проблемы.** Исследование микроструктуры зерна имеет большое теоретическое и практическое значение, в частности, для оптимизации режимов различных способов специальной обработки. На сегодняшний день наиболее хорошо изучена микроструктура зерна пшеницы и изменения, протекающие в ней под влиянием различных специальных способов обработки [1].

Недостаточность сведений в литературе о структуре нативного и обработанного зерна бобовых культур на молекулярном уровне послужила основанием для проведения нами данных исследований.

**Цель работы:** исследование изменений микроструктуры, а главным образом, крахмала и белка в процессе различной специальной обработки семян нута при разных режимах.

**Объект исследования:** нут кормовой сорта «Совхозный», выращенный в Одесской области.

Нами были проведены исследования микроструктуры сколов центральной части семядоль нута, подвергнутого различной специальной обработке.