

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**ЧЕРНІЙ ВАЛЕНТИНА ОЛЕКСАНДРІВНА**

УДК 664.53:631.53.02

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ  
ТА ЗБЕРІГАННЯ НАСІННЯ ГІРЧИЦІ**

Спеціальність 05.18.01 – зберігання і технологія переробки зерна,  
виготовлення зернових і хлібопекарських виробів та комбікормів

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Одеса – 2009

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Одеській національній академії харчових технологій Міністерства освіти і науки України.

**Науковий керівник** – кандидат технічних наук, доцент,  
**Овсянникова Людмила Костянтинівна,**  
Одеська національна академія харчових технологій, кафедра технології зберігання зерна, доцент кафедри.

**Офіційні опоненти:** – доктор технічних наук, професор,  
**Гросул Леонід Гнатович**  
Одеська національна академія харчових технологій, кафедра технологічного обладнання зернових виробництв, професор кафедри;

– кандидат сільськогосподарських наук,  
**Журавель Валентина Миколаївна,**  
Інститут олійних культур УААН, лабораторія селекції гірчиці та льону, завідувач лабораторії.

Захист відбудеться 29 жовтня 2009 року о 13<sup>30</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 41.088.01 в Одеській національній академії харчових технологій за адресою: 65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Одеської національної академії харчових технологій за адресою: 65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112.

Автореферат розісланий 28 вересня 2009 року.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради,  
д.т.н., професор

К.Г. Іоргачова

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Серед основних олійних культур нашої країни за обсягом виробництва гірчиця посідає четверте місце, поступаючись ріпаку, сої та соняшнику, серед прямих культур – перше місце. Гірчиця – це дрібнонасінна олійна культура з родини хрестоцвітих, спектр використання якої в народному господарстві дуже широкий.

Для отримання якісних гірчичних продуктів слід використовувати якісну сировину. Свіжезіbrane насіння гірчиці з поля надходить на хлібоприймальні підприємства та заготівельні елеватори, саме там остаточно формується якість сировини. Однак, сьогодні не існує нормативних науково-обґрунтованих інструкцій щодо очищення, сушіння та зберігання насіння гірчиці. Основна увага наукових досліджень зосереджена на селекції нових безерукових сортів з високим вмістом алілгірчичної олії. Первинна обробка та зберігання гірчиці, проводиться по аналогії з ріпаком як дрібнонасінною культурою, оскільки фізико-технологічні властивості деяких сортів гірчиці схожі до фізико-технологічних властивостей ріпаку. Однак не враховуються особливості хімічного складу гірчиці, вплив режимів сушіння та зберігання на якість гірчиці як пряної культури.

Таким чином, питання щодо удосконалення технології первинної обробки та зберігання насіння гірчиці є актуальним. Лише науково обґрунтовані режими первинної обробки та зберігання можуть забезпечити надійну якість гірчиці. В іншому випадку багаторічна праця селекціонерів по виведенню нових сортів гірчиці з високим вмістом алілгірчичної олії може бути марною.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконувалась відповідно до теми держбюджетної науково-дослідної роботи Одеської національної академії харчових технологій № 8/06-П “Розробка науково-технічних основ енергоощадних і екологічно безпечних технологічних процесів первинної обробки та зберігання зерна дрібнонасінневих культур” (номер держреєстрації 0106U001446), теми № 7/09-П “Розробка теоретичних основ термічної обробки та зберігання дрібнонасінневих олійних культур” (номер держреєстрації 0106U000401).

**Мета і завдання дослідження.** Метою даної роботи є зниження енерговитрат та поліпшення якості насіння гірчиці як ефіроолійної культури в процесі первинної обробки та зберіганні.

Відповідно до поставленої мети необхідно було розв'язати такі завдання:

– дослідити технологічні властивості насіння гірчиці (фізико-механічних, теплофізичних, гігроскопічних) та інтенсивність фізіологічних процесів;

- обґрунтувати технологію та раціональні режими очищення насіння гірчиці;
- дослідити закономірності кінетики процесів сушіння та вентилявання гірчиці, вплив режимів сушіння на жирнокислотний склад гірчиної олії і вміст алілгірчиної олії;
- дослідити вплив умов зберігання насіння гірчиці на показники якості та розвиток мікрофлори;
- удосконалити технологічну схему первинної обробки насіння гірчиці та розробити рекомендації по підвищенню ефективності його очищення, сушіння та зберігання.

*Об'єкт досліджень* – процеси очищення, сушіння, активного вентилявання та зберігання.

*Предмет досліджень* – насіння гірчиці різних сортів, районованих в Україні.

*Методи досліджень* – теоретичні та загальноприйняті фізичні, хімічні, біохімічні, мікробіологічні, математичні методи з використанням сучасних приладів і обладнання.

#### **Наукова новизна отриманих результатів:**

- вперше досліджено технологічні властивості насіння нових вітчизняних сортів гірчиці (фізико-механічні, теплофізичні, гігроскопічні);
- вперше встановлено закономірності зміни аеродинамічного опору шару насіння гірчиці різної товщини від вологості та швидкості повітряного потоку;
- вперше отримані ізотерми сорбції та десорбції вологи насінням гірчиці за різних умов довкілля та запропоновано номограми для визначення доцільності активного вентилявання насипів гірчиці;
- встановлено закономірності кінетики процесів сушіння, активного вентилявання насіння гірчиці та вперше встановлено закономірності впливу режимів сушіння на жирнокислотний склад гірчиної олії і вміст алілгірчиної олії нових сортів гірчиці;
- визначено залежність інтенсивності перебігу фізіологічного процесу дихання від умов зберігання насипів насіння гірчиці;
- обґрунтовано технологію та встановлено раціональні режими очищення, сушіння, активного вентилявання і безпечного зберігання насіння гірчиці.

**Практичне значення отриманих результатів.** Удосконалена технологічна схема та розроблені режими очищення насіння гірчиці на сепараторах нового покоління БСХ-300 прийняті до впровадження при монтажі сепараторів на перевантажувальному терміналі ЗАТ “Іллічівський зерновий термінал”. Запропонована схема дозволить розширити спектр діяльності підприємства та отримати додатковий прибуток.

Розроблено рекомендації по сушінню насіння гірчиці на зерносушарках, які застосовуються в галузі хлібопродуктів та узгоджено з ПП “Об’єднана елеваторна компанія”. Рекомендовані режими сушіння пройшли виробничі випробування на зерносушарці ДСП-320Т ТОВ “Елеватор-Вигода”.

Визначено безпечні режими зберігання гірчиці, які підтверджені виробничою перевіркою показників якості насіння гірчиці під час зберігання на хлібоприймальному підприємстві ВАТ “Чубівське зерно”.

Отримані результати рекомендовано використовувати в курсі лекцій з дисципліни “Зернознавство”, а також всім підприємствам галузі хлібопродуктів, які займаються первинною обробкою та зберіганням насіння гірчиці.

**Особистий внесок здобувача.** Автор особисто організував і здійснив аналітичні та експериментальні дослідження в лабораторних та виробничих умовах, провів аналіз та обробку одержаних результатів, сформував висновки і рекомендації, підготував матеріали досліджень до публікації, брав участь в апробації у промислових умовах результатів та рекомендацій роботи. Особистий внесок здобувача підтверджено наданими документами та науковими публікаціями.

**Апробація результатів дисертації.** Матеріали дисертаційної роботи доповідались на щорічних Наукових конференціях науково-педагогічного складу ОНАХТ (2007, 2008, 2009 рр.); Міжнародних науково-практичних конференціях: “Хлібопродукти” (Одеса, 2007, 2008 рр.); третій Міжнародній науково-практичній конференції “Современные энергосберегающие тепловые технологии (сушка и термовлажностная обработка материалов) СЭТТ-2008” (Москва-Тамбов 2008); Мінському міжнародному форумі з тепло- и масообміну (Мінськ 2008 р.); міжнародній науково-практичній конференції “Інноваційні енерго- й ресурсозберігаючі технології та обладнання в хлібопекарській, кондитерській, макаронній, харчоконцентратній і зернопереробній галузях харчової промисловості” НУХТ (Київ, 2008 р.); науково-практичній конференції, присвяченій 115-річчю з дня народження проф. Демидова П.Г. “Проблемы развития современных комбикормовых технологий” (Одеса, 2008 р.).

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається із вступу, 5 розділів, загальних висновків, списку використаних літературних джерел, що включає 169 найменувань (16 стор.), і 10 додатків (25 стор.). Роботу викладено на 143 стор., включаючи 47 рисунків (20 стор.), 33 таблиці (13 стор.).

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність вибраної теми, сформульовано мету роботи та завдання досліджень, показано наукову новизну і практичне значення отриманих результатів, наведено дані щодо їх апробації, визначено особистий внесок здобувача в проведених дослідженнях та публікаціях за темою дисертаційної роботи.

**Перший розділ** “Сучасний стан та проблеми первинної обробки і зберігання насіння гірчиці” є оглядом літературних і патентних джерел. Показана цінність гірчиці як ефіроолійної культури. Наведено аналіз наукових публікацій, що стосуються процесів первинної обробки та зберігання гірчиці.

Показано, що існуючі рекомендації щодо очищення та сушіння гірчиці сформульовані по аналогії до первинної обробки насіння ріпаку. Практично відсутні дані про безпечні умови зберігання гірчиці. Невідомий вплив режимів сушіння та зберігання на жирнокислотний склад та якість гірчиці як пряної культури.

У **другому розділі** “Об’єкти та методики досліджень” обґрунтовано вибір об’єктів та напрямку досліджень, описані методики експериментальних і теоретичних досліджень.

Описані експериментальні установки для визначення аеродинамічного опору, для дослідження процесу сушіння та активного вентилявання. Об’єктами досліджень обрано насіння гірчиці вітчизняних сортів (Тавричанка, Мрія, Світлана і Талісман). Основні етапи роботи відображено у програмі досліджень на рис. 1.

У **третьому розділі** “Дослідження технологічних властивостей насіння гірчиці та окремих операцій його первинної обробки” визначено фізико-механічні властивості (ФМВ) для гірчиці сарептської (*Brassica juncea*) сорту Тавричанка, Мрія, Світлана та гірчиці білої (*Sinapis alba*) сорту Талісман. Всі сорти гірчиці схожі за своїми ФМВ, суттєво відрізняється лише сорт Талісман (табл. 1).

Таблиця 1

**Фізико-механічні властивості гірчиці різних сортів (перша репродукція)**

Найменування показника	Сорти насіння гірчиці			
	Мрія	Світлана	Тавричанка	Талісман
Натура, кг/м <sup>3</sup>	668	708	680	724
Маса 1000 зерен, г	4,0	4,2	4,1	6,5
Шпаруватість, %	33,53	49,43	33,66	46,24
Істинний об’єм 1000 зерен, см <sup>3</sup>	4,0	3,0	4,0	4,2
Швидкість витання, м/с	3,6	3,8	3,8	4,9
Щільність укладення, %	66,47	50,57	66,34	53,76
Кут природного укусу, град.	22	20	25	25
Коефіцієнти внутрішнього тертя спокою	0,404	0,364	0,466	0,466
Коефіцієнти зовнішнього тертя спокою:				

по пластмасі	0,240	0,273	0,273	0,256
по сталі	0,307	0,290	0,273	0,256
по гумі	0,190	0,273	0,240	0,240
Коефіцієнти зовнішнього тертя в стані руху	0,259	0,372	0,355	0,359
Масова частка вологи, %	6,8	6,4	6,0	6,4

Вивчено вплив вологості насіння на ФМВ насіння гірчиці сорту Талісман, встановлено, що зі збільшенням вологості незначно зростає маса 1000 зерен, шпаруватість, погіршується сипкість. Гірчиця відноситься до добре сипких матеріалів з низькими коефіцієнтами тертя і не втрачає ці властивості навіть при вологості 18,4 %.

Таблиця 2

### Показники якості насіння гірчиці сорту Талісман різних фракцій за крупністю

Крупність, мм	Масова частка олії, %	Масова частка алілгірчичної олії, %	Кислотне число, мг КОН/г жиру
Крупна фракція (2,5...3,0 мм)	29,8	0,50	0,59
Середня фракція (2,05...2,5 мм)	28,6	0,46	0,61
Дрібна фракція (1,5...2,0 мм)	25,9	0,28	1,02

На основі досліджень гранулометричного складу насіння гірчиці встановлено, що насінневу масу гірчиці сарептської на 86 % складають насінини розміром 1,5...2,0 мм, решта – 1,0...1,5 мм. Гірчиця біла на 88 % складається з насінин розміром 1,5...2,5 мм, 12 % становлять насінини розміром 2,5...3,0 мм. Крім того, насіння, різне за крупністю, відрізняється за показниками якості. Насіння крупної та середньої фракції є більш цінним для переробки (табл. 2).

Методом вистигаючої пластини визначено основні теплофізичні характеристики (ТФХ), а саме – питому теплоємність, коефіцієнт теплопровідності і температуропровідності, насіння гірчиці сорту Тавричанка і Талісман (табл. 3).

Значення ТФХ насіння гірчиці сорту Тавричанка нижчі ніж сорту Талісман, що пояснюється різним хімічним складом, а саме вмістом жиру. Тобто зі зростанням вмісту жиру теплофізичні характеристики знижуються.

Таблиця 3

### Теплофізичні характеристики насіння гірчиці

Сорт	М	Теплофізичні
гірчи	а	характеристик
ці	с	и

			Ко	Ко	Ко
			е	е	е
			ф	Ко	ф
			іц	е	іц
			іє	ф	іє
		Пи	н	іц	н
		т	т	іє	т
		о	те	н	те
	о	м	м	т	п
	в	а	п	т	л
	а	те	е	е	о
		п	р	п	в
	ч	л	а	л	ої
	а	о	т	о	ак
	с	є	у	п	т
	т	м	р	р	и
	к	ні	о	о	в
	а	с	п	ві	н
		т	р	д	о
	ж	ь	о	н	ст
	и	с,	ві	о	і
	р	Д	д	с	е,
	у	ж	н	ті	Д
	,	/	о	л,	ж
		(к	с	В	/
	%	г·	ті	т/	(
		К	α·	(	м
		)	1	м	<sup>2</sup>
			0	·	·
			-8,	К	К·
			м	)	с <sup>-</sup>
			2/		0,5
			с		)
Та	4	10	13,	0,0	24
вр	1	4	0	9	2,

ич,	1,			3
ан	9	4		2
ка	0	6		
Та	2	12		37
лі	9	2	22,	0,1
,	0,		2	8
см	4	6		8
ан	5	3		4

Встановлено залежності ТФХ від вологості та температури:

питома теплоємність

$$c = -7879,56 + 472,61w + 1108,09t - 59,14 w \cdot t, \text{ Дж/(кгМК)}; \quad (1)$$

коефіцієнт температуропровідності

$$a \cdot 10^{-8} = -14,605 + 1,553 w + 1,32t - 0,077 w \cdot t, \text{ м}^2/\text{с}; \quad (2)$$

коефіцієнт теплопровідності

$$\lambda = -0,963 + 0,058 w + 0,117t - 0,006 w \cdot t, \text{ Вт/(мМК)}; \quad (3)$$

коефіцієнт теплової активності

$$\varepsilon = -2546,44 + 153,39 w + 327,38t - 17,6 w \cdot t, \text{ Дж/(м}^2\text{МКМс}^{-0,5}), \quad (4)$$

де  $w, t$  – вологість та температура насіння гірчиці, відповідно % та °С.

Отримані рівняння регресії можна використовувати при подальших дослідженнях, наприклад при прогнозуванні процесу самозигрівання.

На основі проведеного ситового аналізу домішок свіжезібранного насіння гірчиці рекомендовано сита для сито-повітряних сепараторів: розподільче – 2,0 мм, зернове – 2,5 мм, підсівне та сортувальне – 1,0 мм.

На основі дослідження аеродинамічних властивостей встановлено, що насіння гірчиці, як дрібнонасінна культура, володіє високим аеродинамічним опором в порівнянні з іншими культурами; аеродинамічний опір зростає зі збільшенням висоти насипу, щільності укладки, вмісту дрібної фракції та швидкості повітряного потоку; при досягненні швидкості повітря 2,8 м/с шар насіння переходить в киплячий шар і аеродинамічний опір залишається постійним. Тому швидкість сушильного агента в зерносушарках типу ДСП для запобігання видування насіння не повинна перевищувати 2,6 м/с. Вологість при висоті насипу 50...200 мм не впливає на аеродинамічний опір.

Для визначення впливу режимів сушіння на якість насіння гірчиці проведений двохфакторний експеримент. За основні фактори, які впливають на якість насіння гірчиці прийняті початкова вологість насіння  $w$  та температура сушильного агента  $t$  (табл. 4). Експерименти проводили в діапазоні вологості 11,6...18,0 %, температура сушильного

агента коливалась від 60 до 100 °С. В усіх дослідах сушили насіння до вологості 7,0 %, критеріями оцінки якості обрані масова частка алілгірчичної олії *A*, глюкозинолатів *Г* та ерукової кислоти *E*. Процес сушіння сприятливо впливає на вихід олії, спостерігаються певні зміни жирнокислотного складу насіння гірчиці.

Таблиця 4

**Вплив режимів сушіння на показники якості насіння гірчиці**

№ досліду	Умови досліду		Масова частка			Жирнокислотний склад (масова частка, %)				
	вологість насіння <i>w</i> , %	Температура агента сушіння <i>t</i> , °С	олії, %	алілгірчичної олії, %	глюкозинолатів, мкмоль/г	пальмітинова	олеїнова	лінолева	ліноленова	ерукова
Насіння до сушіння			38, 89	0,8 1	55, 62	3,5 0	37, 81	32, 55	18, 99	7,1 5
1	11, 6	6 0	38, 84	0,7 3	50, 50	3,5 2	36, 88	32, 74	19, 69	7,1 7
	18, 6	6 0	40, 96	0,7 6	52, 87	2,6 0	37, 05	32, 41	22, 26	6,6 7
2	0 11, 10	0 6	39, 39	0,5 0,5	69, 69	3,3 3,3	37, 37	32, 32	19, 19	6,9 6,9
	6 18, 10	0 6	62 40, 40	4 0,2	38 79, 79	7 3,2	76 37, 37	53 32, 32	43 19, 19	1 7,8
3	0 14, 8	0 8	58 39, 39	0 0,7	87 58, 58	2 3,2	39 37, 37	15 31, 31	44 19, 19	6 7,4
	8 8	0 0	60 60	2 2	12 12	5 5	68 68	71 71	90 90	7 7

На основі проведених досліджень одержані рівняння регресії для обраних критеріїв ефективності процесу сушіння при різних режимах:

$$A = -0,038 + 0,093 w + 0,012t - 0,001 w \cdot t, \% \quad (5)$$

$$Г = 38,92 - 1,53 w + 0,10t - 0,03 w \cdot t, \text{ мкмоль/г} \quad (6)$$

$$E = 12,41 - 0,40 w + 0,07t - 0,01 w \cdot t, \% \quad (7)$$

де *A*, *Г*, *E* – масова частка алілгірчичної олії, глюкозанатів, ерукової кислоти відповідно, %;

*w*, *t* – вологість насіння і температура агента сушіння, відповідно % та °С.

Всі коефіцієнти є значимими, а рівняння (5) – (7) адекватні з надійністю  $p = 0,95$  описують вплив процесу сушіння на показники якості. Більш наочне уявлення про вплив факторів  $w$  та  $t$  на критерії оцінки якості насіння гірчиці дають поверхні відгуку подані на рис. 2.

Зниження вмісту алілгірчичної олії спостерігається при всіх режимах сушіння, однак, оптимальною є температура сушіння  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ , при якій спостерігається найменше зниження вмісту алілгірчичної олії, зменшується кількість глюкозинолатів та практично незмінним залишається вміст ерукової кислоти. Жорсткою є температура  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  особливо при високій вологості насіння.

У **четвертому розділі** “Дослідження процесу зберігання насіння гірчиці” наведено вплив умов зберігання на якість насіння гірчиці, досліджено гігроскопічні, фізіологічні властивості насіння гірчиці як об’єкта зберігання, а саме сорбцію і десорбцію, інтенсивність дихання та кінетику розвитку бактеріальної і грибною мікрофлори, а також вплив умов зберігання на хімічний склад насіння, жирно кислотний склад олії та вміст алілгірчичної олії.

Найбільший вплив на стан зернової маси при зберіганні і, особливо, при первинній обробці має гігроскопічність.

Одержано ізотерми сорбції та десорбції парів води насіння гірчиці сарептської сорту Тавричанка при температурі  $5, 15$  та  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  і відносній вологості повітря  $55$  та  $75\%$ . При дослідженні процесу сорбції води початкова вологість насіння гірчиці становила  $7,0\%$ , а десорбції –  $16,5\%$  (рис. 3).

Кінетика розвитку бактеріальної та грибною мікрофлори насіння гірчиці наведено на рис. 4. Розвиток мікрофлори спостерігався протягом 12 місяців в регульованих умовах зберігання (відносна вологість повітря  $55\text{...}75\%$  та температура  $5, 15, 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Найбільш інтенсивний розвиток бактерій та мікроміцетів спостерігався при температурі  $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$  та відносній вологості повітря  $75\%$ . При температурі  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  темпи розвитку мікрофлори низькі.

Температура  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  є загрозовою для зберігання. Аналіз виробничих даних зберігання гірчиці на хлібоприймальному підприємстві ВАТ “Чубівське зерно” показав, що насіння може зберігатись при температурі  $20\text{...}25\text{ }^{\circ}\text{C}$   $3\text{...}4$  місяці в залежності від температури навколишнього середовища.

Досліджена інтенсивність дихання насіння гірчиці різної вологості при критичній температурі  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  (рис. 5).

При вологості 8,0 % та температурі 25 °С насіння перебуває в спокійному стані. Підвищення вологості на 2 % скорочує термін зберігання на 15...30 днів. При вологості  $w = 8,0$  % кислотне число олії зросло від 0,26 до 0,45 мг КОН, при вологості  $w = 14,0$  % до 1,9 мг КОН. Насіння гірчиці володіє достатньо низькою інтенсивністю дихання в порівнянні з іншими культурами.

Встановлена залежність між інтенсивністю дихання, хімічним складом та мікрофлорою насіння (рис. 6). Чим вищий вміст алілгірчичної олії в насінні гірчиці, тим нижча обсіменінність мікроорганізмами і відповідно нижча інтенсивність дихання.

Розглянуто зміну хімічного складу насіння гірчиці під час його зберігання. Встановлено, що при зберіганні насіння гірчиці вологістю нижче 8,0 % кількість азотомісних сполук (4,60...4,65 %), клітковини (7,10...7,18 %) та мінеральних речовин (4,92...4,98 %) змінюється не значно. Зміна кількості жиру (29,45...26,61 %) та його якості (зростання КЧ в межах 0,26...1,73 мгКОН) не знижує харчову цінність.

Досліджено жирнокислотний склад насіння гірчиці різних сортів (табл. 5). Насіння сорту Світлана найменше містить ерукової кислоти (0,45 %) та найбільше лінолевої (35,96 %). Під час зберігання насіння гірчиці спостерігалися зміни жирнокислотного складу насіння – за рахунок зниження вмісту ненасичених жирних кислот, як позитивний ефект, підвищувався вміст олеїнової кислоти (46,58...46,96 % для сорту Світлана). Спостерігалось зростання ерукової кислоти: для сорту Талісман від 32,91 до 33,62 %, для сорту Тавричанка – від 2,09 до 2,31 %, для сорту Світлана – від 0,45 до 0,91 %, однак, це підвищення не призвело до втрати насінням своїх якостей як продовольчого (табл. 6).

Визначена зміна масової частки алілгірчичної олії при різних температурних режимах зберігання. При всіх умовах зберігання масова частка алілгірчичної олії, а значить і різкість смаку гірчиці втрачаються. Найбільше зниження алілгірчичної олії відбувається при температурі +5 °С.

Таблиця 5

### Жирнокислотний склад різних сортів гірчиці

Сорт	Призначення	Масова частка олії, %	Масова частка жирних кислот, % до суми жирів					
			пальмітинова	стеаринова	олеїнова	лінолева	ліноленова	ерукова
Мрія	1 репродукція	42,50	3,05	0,55	45,93	30,16	18,51	1,81
Тавричанка	1 репродукція	41,90	2,99	0,18	43,56	31,68	19,60	2,09
	товарна	40,20	2,68	0,30	39,55	31,43	17,29	8,75

Талісман	1 репродукція товарна	29,45 25,90	3,54 1,31	0,46 0,16	34,70 22,94	11,17 8,31	17,23 20,84	32,91 46,43
Світлана	1 репродукція	41,60	3,12	0,38	46,58	35,96	13,51	0,45

Таблиця 6

### Вплив температурних режимів зберігання на вміст алілгірчичної олії

Температура зберігання, °С	Масова частка алілгірчичної олії, %					
	Сорт Талісман			Сорт Світлана		
	0 міс.	6 міс.	12 міс.	0 міс.	6 міс.	12 міс.
+5	0,40	0,24	0,15	0,85	0,79	0,75
+15	0,40	0,28	0,16	0,85	0,80	0,76
+25	0,40	0,30	0,20	0,85	0,82	0,78

Отримано рівняння регресії, які адекватно описують вплив температурних режимів зберігання на вміст алілгірчичної олії:

для сарептської гірчиці сорту Світлана

$$A = 0,834 + 0,001t - 0,008\tau, \% \quad ; \quad (8)$$

для гірчиці білої сорту Талісман

$$A = 0,381 + 0,006t - 0,022\tau, \% \quad . \quad (9)$$

де  $A$  — масова частка алілгірчичної олії, %;

$t, \tau$  — температура та тривалість зберігання, відповідно °С та місяці.

Дослідження показали, що при всіх температурних режимах зберігання вміст алілгірчичної олії зменшується. Припускається, що активність ферменту мірозінази, під впливом якого й відбувається вивільнення алілгірчичної олії, залежить від температури. А з часом відбувається інактивація цього ферменту.

Розглядаючи вплив обробки насіння в мікрохвильовому полі (МХ полі), виявлено, що обробка сирого насіння дозволила найбільше скоротити втрати алілгірчичної олії, залишився незмінним вміст глюкозинолатів і навіть на 2 % скоротився вміст ерукової кислоти. Досліджуване насіння гірчиці до обробки за вмістом ерукової кислоти не відповідало вимогам на продовольчу гірчицю, після обробки в МХ полі її можна віднести до продовольчої.

**У п'ятому розділі** “Удосконалення технології первинної обробки та зберігання насіння гірчиці” розглянуто принципову схему технологічного процесу первинної обробки насіння гірчиці, обґрунтовано режими очищення; прогнозування строків активного вентилявання насіння гірчиці; наведені технічні заходи щодо переведення діючих зерносушарок на сушіння насіння гірчиці.

Очищення насіння гірчиці можна проводити на існуючому в галузі зерноочисному обладнанні. В залежності від типу сепаратора рекомендовані форми та розміри отворів

сит. Прийнята до впровадження технологічна схема очищення товарного насіння гірчиці на сепараторах БСХ-300 (рис. 7).

Оскільки насіння гірчиці дрібне і має високу сипкість, то для його сушіння в шахтних зерносушарках вони повинні бути переобладнані. Колонкові зерносушарки повинні бути оснащені решетами для дрібнонасіньєвих культур. Враховуючи хімічний склад насіння гірчиці для його сушіння в залежності від типу зерносушарки рекомендовано режими сушіння (табл. 7).

Таблиця 7

**Вищі граничні значення температур в шахтних прямоточних зерносушарках**

Призначення	Початкова вологість, %	Проходження через сушарку	Гранична температура насіння, °С	Гранична температура агента сушіння, °С		
				При одноступінчатому	При двоступінчатому режимі	
					I зона	II зона
Гірчиця продовольча	≤15	–	55	80	70	90
	15...18	–	50	75	60	80
	≥18	перше	45	60	50	70
		друге	50	70	60	80
Гірчиця насіннева	≤15	–	40	65	60	70
	15...18	–	35	55	50	60
	≥18	перше	30	50	40	60
		друге	35	55	50	60

Розроблено рекомендації щодо надійного зберігання насіння гірчиці:

- закладати насіння гірчиці на зберігання при початковій вологості не вище 8,0 %;
- відносна вологість повітря у сховищі повинна становити 60...70 %;
- температура повітря у сховищі – у межах 15...20 °С;
- регулярне активне вентилявання або інтенсивне перемішування насіння;
- максимальна герметизація сховища і ємностей для насіння;
- оснащення сховищ дистанційними системами вимірювання температури.

Рекомендовано технічні заходи та режими сушіння насіння гірчиці на зерносушильному комплексі 2хА1-ДСП-50. Розраховано витрати палива та ККД в діапазоні температури навколишнього середовища 15...30 °С та відносної вологості 50...80 % та рекомендовано сушити насіння гірчиці вдень, а охолоджувати вночі до температури 15...20 °С, що дозволяє знизити енерговитрати на 30 %.

В металевих силосах дозволяється зберігати насіння гірчиці тимчасово до 3-х місяців (на період формування судової партії). При цьому силоси повинні бути оснащені системами активного вентилявання та контролю температури.

У результаті проведених досліджень запропонована удосконалена технологічна схема та технологію первинної обробки і зберігання насіння гірчиці на перевантажувальних терміналах (рис. 8).

Впровадження нової технології дозволить підвищити обсяги приймання насіння гірчиці за рахунок обробки не кондиційного насіння мінімум на 40 %. Це дозволить отримати за два заготівельних місяці додатковий прибуток в 55,77 тис. грн.

## **ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ**

1. На основі результатів теоретичних і експериментальних досліджень науково обґрунтовано технологію первинної обробки та зберігання насіння гірчиці, яка дозволяє знизити енерговитрати та зберегти якість насіння гірчиці як пряної культури при обробці, а також гарантує надійне його зберігання.

2. На основі дослідження технологічних властивостей насіння гірчиці вітчизняних сортів Тавричанка, Мрія, Світлана та Талісман встановлено, що насіннева маса сарептської гірчиці на 80...90 % складається з насінин розміром 1,5...2,0 мм (сорт Тавричанка, Мрія, Світлана) та 2,0...2,5 мм для насінин гірчиці білої сорту Талісман.

При зростанні вологості насіння гірчиці сорту Талісман з 6,4 до 18,4 % не значно знижується її натура (724...684 кг/м<sup>3</sup>) та щільність укладки насінин (53,76...52,36 %), зростають маса 1000 зерен (6,48...7,90 г), шпаруватість (46,24...48,90 %) та кут природного укусу (25...30 град.), незначно зростають коефіцієнти зовнішнього тертя по пластмасі, сталі та гумі, не погіршується сипкість насіння.

3. Отримано рівняння регресії теплофізичних характеристик в діапазоні вологості насіння гірчиці 8,2...20,7 %. Встановлено, що значення коефіцієнта температуропровідності насіння гірчиці сорту Тавричанка (0,09 Вт/мМК) в два рази менше ніж сорту Талісман (0,18 Вт/мМК), що пояснюється підвищеним вмістом жиру.

4. Встановлено закономірності зміни аеродинамічного опору від вологості та висоти насипу насіння гірчиці, а також швидкості повітряного потоку. Для шахтних зерносушарок рекомендовано гранично допустиму швидкість сушильного агента на виході із відвідних коробів – не вище 2,6 м/с.

5. На основі досліджень гігроскопічних властивостей насіння гірчиці встановлено закономірності сорбції і десорбції вологи, які дозволяють прогнозувати доцільність та

тривалість активного вентилявання насіння гірчиці у діапазоні відносної вологості повітря 55...75 % та температури 5...25 °С.

6. Встановлено, що у свіжозібраному насінні гірчиці 80...85 % всіх домішок становить олійна домішка. Для очищення насіння гірчиці рекомендовано решета для сито-повітряних сепараторів з такими діаметрами отворів: розподільче – 2,0 мм, зернове – 2,5 мм, підсівне та сортувальне – 1,0 мм.

7. Встановлено, що сушіння насіння гірчиці при температурі сушильного агента 100 °С, особливо при високій вологості, призводить до зниження масової частки алілгірчиної олії з 0,81 до 0,20 %, зростання вмісту глюкозинолатів (з 55,62 до 79,87 мкмоль/г) та ерукової кислоти (з 7,15 до 7,86 %). Раціональною температурою сушильного агента є температура 60 °С, при якій спостерігається найменше зниження вмісту алілгірчиної олії (з 0,81 до 0,76 %) та глюкозинолатів (з 55,62 до 52,87 мкмоль/г), а також не відбувається зростання вмісту ерукової кислоти.

8. Встановлено, що насіння гірчиці має не високу інтенсивність дихання (6,63...18,07 мг CO<sub>2</sub> в залежності від вмісту алілгірчиної олії). Встановлена прямо пропорційна залежність між інтенсивністю дихання, кількістю мікрофлори насіння та вмістом алілгірчиної олії. Завдяки антибіотичній дії алілгірчиної олії на мікроорганізми загальна кількість мікрофлори у насінні гірчиці у 8 разів менше порівняно з мікрофлорою ріпаку, схожої за технологічними властивостями культурою.

9. Визначено родовий склад і кінетику розвитку бактеріальної та грибною мікрофлори насіння гірчиці при зберіганні при відносній вологості 55...75 % і температурі 5...25 °С. Перед закладанням на зберігання мікроміцетів не виявлено, однак після трьох місяців мікроміцети з'явилися і спостерігались на протязі 12 місяців зберігання. Для запобігання розвитку плісневих грибів та надійного зберігання слід через кожні три місяці проводити вентилявання або переміщення насінневої маси гірчиці.

10. Встановлено закономірності впливу режимів зберігання на хімічний склад насіння (загальний азот, сирий жир, зольність, клітковина, кислотність та кислотне число), жирнокислотний склад гірчиної олії та вміст алілгірчиної олії. Визначено, що температура 15 °С є оптимальною для зберігання насіння гірчиці.

11. Розроблено рекомендації по очищенню та сушінню насіння гірчиці, які узгоджено з ПП «Об'єднана елеваторна компанія». На ЗАТ «Іллічівський зерновий термінал» прийнята до провадження технологічна схема та режими очищення насіння гірчиці. Режими та безпечні строки зберігання підтверджені виробничою перевіркою показників якості на хлібоприймальному підприємстві ООО «Чубівське зерно». Запропоновані режими сушіння пройшли виробничу перевірку на хлібоприймальному

підприємстві ТОВ “Елеватор-Вигода”. Розрахунковий економічний ефект від впровадження рекомендацій роботи складає 55,77 тис. грн. за два заготівельних місяці.

Список наукових праць, опублікованих за темою дисертації

1. Вплив мікрохвильової обробки та умов зберігання на мікрофлору насіння ріпаку і гірчиці [Текст] / А.В Єгорова, Г.Й. Євдокимова, С.С. Орлова, В.О. Тіора\* // *Зернові продукти і комбікорми.* – 2006. – № 1. – С. 45-49.
2. Станкевич Г.М. Дослідження гігроскопічних властивостей насіння гірчиці [Текст] / Г.М. Станкевич, С.С. Орлова, В.О Тіора // *Наук. пр. ОНАХТ.* – О., 2007. – Вип. 30, т.2. – С.136-140.
3. За правильного зберігання насіння гірчиці немає умов для розвитку мікроорганізмів [Текст] / А.В Єгорова, Г.Й. Євдокимова, С.С. Орлова, В.О. Тіора // *Зерно і хліб.* – 2007. – № 1. – С. 27.
4. Тіора В.О. Можливі способи очищення насіння гірчиці [Текст] / В.О. Тіора // *Наук. пр. молодих вчен., асп. та студ.* – О.: ОНАХТ, 2008. – С. 181-183.
5. Зміна мікрофлори насіння гірчиці при зберіганні [Текст] / А.В. Єгорова, Г.Й. Євдокимова, Л.К. Овсянникова, В.О. Черній // *Зернові продукти і комбікорми.* – 2009. – № 1. – С. 29-32.
6. Станкевич Г. Про вологість і температуру, котрі вважаються загрозливими для зберігання насіння гірчиці. Новітні дослідження і рекомендації одеських науковців щодо поводження з цією дрібнонасіневою культурою [Текст] / Г. Станкевич, С. Орлова, В. Тіора // *Зерно і хліб.* – 2008. – № 1. – С. 40-41.
7. Овсянникова Л.К. Як зберегти насіння гірчиці [Текст] / Л.К. Овсянникова, В.О. Черній // *Хранение и перераб. зерна.* – 2008. – № 8. – С.39-40.
8. Овсянникова Л.К. Зміна біохімічних властивостей насіння гірчиці при зберіганні [Текст] / Л.К. Овсянникова, Г.Й. Євдокимова, В.О. Черній // *Наук. пр. ОНАХТ.* – О., 2008. – Вип. 34, т.1. – С.44-47.
9. Овсянникова Л. Чимало досі незнаних особливостей приховано в технології очищення насіння гірчиці [Текст] / Л. Овсянникова, В. Черній // *Зерно і хліб.* – 2008. – № 4. – С. 28-29.
10. Овсянникова Л.К. Особливості фізико-технологічних властивостей насіння

різних сортів гірчиці [Текст] / Л.К. Овсянникова, В.О. Черній // Хранение и перераб. зерна. – 2009.

– № 5. – С.28-31

11. При +5 °С ферментативні процеси в дрібнонасіненних олійних культурах сповільнюються [Текст] / Л. Овсянникова, Г. Євдокимова, В. Черній та ін. // Зерно і хліб. – 2009.

– № 3. – С. 33-34.

12. Овсянникова Л.К. Вплив умов зберігання на вміст алілової олії в насінні гірчиці [Текст] / Л.К. Овсянникова, Г.Й. Євдокимова В.О. Черній // Зернові продукти і комбікорми.

– 2009. – № 2 (34). – С. 17-19.

13. Станкевич Г.М. Вплив умов зберігання на показники якості насіння гірчиці [Текст] / Г.М. Станкевич, Л.К. Овсянникова, В.О. Тиора // Тез. доп. міжнар. наук.-практ. конф. “Інноваційні енерго- й ресурсозберігаючі технології та обладнання в хлібопекарській, кондитерській, макаронній, харчоконцентратній і зернопереробній галузях харчової промисловості”, Київ, 3-6 червня 2008 р. – К.: НУХТ, 2008. – С. 36.

14. Совершенствование режимов сушки семян рапса и горчицы [Текст] / Г.Н. Станкевич, Л.К. Овсянникова, О.М. Береговая, В.О. Тиора // Тез. докл. и сообщ. VI Минский междунар. форум по тепло-и массообмену. – Минск, 2008. – Т.2. – С. 226-227.

15. Станкевич Г.Н. Совершенствование режимов сушки мелкосеменных культур [Текст] / Г.Н. Станкевич, Л.К. Овсянникова, В.А. Тиора // Тр. Третьей Междунар. науч.-практ. конф. «Современные энергосберегающие тепловые технологии: (сушка и термовлажностная обработка материалов). СЭТТ-2008». – М., 2008. – Т. 1. – С. 356-357.

\*Тиора В.О. — дівоче прізвище Черній В.О.

#### *Особистий внесок:*

1. Аналіз літературних джерел, проведення експериментальних досліджень з визначення всебічних характеристик насіння гірчиці, обробка та узагальнення отриманих результатів, підготовка матеріалів до друку (поз. 1-5, 9, 10, 14, 15).

2. Встановлення закономірностей залежності показників якості насіння гірчиці від режимів первинної обробки та зберігання, обробка та систематизація отриманих результатів, підготовка матеріалів до друку (поз. 8, 11, 12).

3. Проведення експериментальних досліджень в виробничих умовах, узагальнення отриманих результатів, підготовка матеріалів до друку (поз. 6, 7, 13).

## АНОТАЦІЯ

Черній В.О. Удосконалення технології первинної обробки та зберігання насіння гірчиці. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальність 05.18.01 – зберігання і технологія переробки зерна, виготовлення зернових і хлібопекарських виробів та комбікормів. – Одеська національна академія харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Одеса, 2009.

Дисертація спрямована на удосконалення технології первинної обробки та зберігання насіння гірчиці вітчизняних сортів, яка дозволяє знизити енерговитрати та зберегти якість насіння гірчиці як пряної культури при обробці, а також гарантує надійне його зберігання.

В роботі наведено результати експериментального дослідження фізико-механічних, теплофізичних, гігроскопічних та фізіологічних властивостей гірчиці сарептської (*Brassica juncea*) та гірчиці білої (*Sinapis alba*) як об'єктів первинної обробки та зберігання. Обґрунтована та удосконалена технологічна схема очищення насіння гірчиці на сепараторах типу БСХ, яка дозволяє підвищити ефективність очищення насіння.

Встановлено закономірності залежності показників якості насіння гірчиці від режимів первинної обробки та зберігання. Досліджено вплив процесів активного вентилявання, сушіння та зберігання на жирнокислотний склад гірчичної олії та вміст алілгірчичної олії. Встановлена прямо пропорційна залежність при зберіганні між інтенсивністю дихання, кількістю мікрофлори насіння та вмістом алілгірчичної олії.

Визначено родовий склад і кінетику розвитку бактеріальної та грибною мікрофлори насіння гірчиці та встановлено безпечні терміни її зберігання. Розроблено рекомендації щодо очищення, сушіння і зберігання насіння гірчиці.

Розроблено удосконалену схему і технологію первинної обробки та зберігання насіння гірчиці, які рекомендовані до впровадження на зерно заготівельних підприємствах. Результати роботи перевірені у промислових умовах. Визначено економічний ефект від впровадження рекомендацій роботи.

**Ключові слова:** гірчиця, первинна обробка, очищення, активне вентилявання, сушіння, зберігання, показники якості, алілгірчична олія, мікрофлора.

## АННОТАЦІЯ

Черний В.А. Совершенствование технологии первичной обработки и хранения семян горчицы. – Рукопись.

Диссертационная работа на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.01 – хранение и технология переработки зерна, изготовление зерновых и хлебопекарных изделий и комбикормов. – Одесская национальная академия пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Одесса, 2009.

Диссертация направлена на совершенствование технологии первичной обработки и хранения семян горчицы отечественных сортов, позволяющая снизить энергозатраты и сохранить качество семян горчицы как пряной культуры при обработке, а также гарантирует надежное их хранение.

В работе приведены результаты экспериментальных исследований физико-механических, теплофизических, гигроскопических и физиологических свойств горчицы сарептской (*Brassica juncea*) и горчицы белой (*Sinapis alba*) как объектов первичной обработки и хранения.

На основании исследований физико-механических свойств горчицы определены численные значения таких показателей как скорость витания, угол естественного откоса, сыпучесть, коэффициентов внешнего трения покоя и в движении, которые могут быть использованы на практике при организации технологического процесса послеуборочной обработки и хранения, подготовки и переработки семян горчицы для пищевых и кормовых целей.

Изучено влияние влажности на физико-механические свойства семян горчицы. Установлено, что горчица является хорошо сыпучим материалом и не теряет эту способность даже при влажности 18 %.

На основании исследования технологических свойств горчицы установлено, что зерновая масса сарептской горчицы на 80...90 % состоит из семян размером 1,5...2,0 мм (сорта Тавричанка, Мрия, Светлана) и 2,0...2,5 мм для семян горчицы белой сорта Талисман. Показано, что семена крупной (2,5...3,0 мм) и средней (2,05...2,5 мм) фракции наиболее ценные для переработки, так как в них содержится больше жира (на 12,6 %) и эфирного масла (на 44,0 %), чем в мелкой (1,5...2,0 мм) фракции, а кислотное число жира — наименьшее, что является положительным для хранения семян горчицы.

Изучены теплофизические характеристики семян горчицы сорта Талисман и Тавричанка, установлена их зависимость от химического состава и влажности семян. Показано, что удельная теплоемкость, коэффициенты теплопроводности, температуропроводности и тепловой активности зависят от вида и сорта семян и содержания жира. Показано, что при повышении влажности семян ТФХ возрастают.

На основании исследований гигроскопических свойств семян горчицы установлены закономерности сорбции и десорбции влаги, которые позволяют

прогнозировать целесообразность и продолжительность активного вентилирования семян горчицы в диапазоне относительной влажности воздуха 55...75 % и температуры 5...25 °С.

На основе ситового анализа свежесобраных семян горчицы рекомендованы сита для ситовоздушных сепараторов отверстиями диаметром: распределительное – 2,0 мм, зерновое – 2,5 мм, подсевное и сортировочное – 1,0 мм. Обоснована и усовершенствована технологическая схема очистки семян горчицы на сепараторах типа БСХ, позволяющая повысить эффективность очистки семян.

Установлены закономерности изменения аэродинамического сопротивления от влажности и высоты насыпи семян горчицы, а также скорости воздушного потока, позволяющие подбирать вентиляторы для активного вентилирования. Для шахтных зерносушилок рекомендована предельно допустимая скорость сушильного агента на выходе из отводных коробов — не выше 2,6 м/с.

Исследовано влияние процессов активного вентилирования, сушки и хранения на жирнокислотный состав горчичного масла и содержание аллилгорчичного масла. Установлена прямопропорциональная зависимость при хранении между интенсивностью дыхания, количеством микрофлоры семян и содержанием аллилгорчичного масла.

На основании исследования влияния температурных режимов сушки на жирнокислотный состав горчичного масла разработаны рекомендации по режимным параметрам процесса сушки. Установлено, что сушка семян горчицы при температуре сушильного агента 100 °С, в особенности при высокой влажности, приводит к снижению содержания аллилгорчичного масла с 0,81 до 0,20 %, возрастанию содержания глюкозинолатов (с 55,62 до 79,87 мкмоль/г) и эруковой кислоты (с 7,15 до 7,86 %). Рациональной температурой сушильного агента является температура 60 °С, при которой наблюдается наименьшее снижение аллилгорчичного масла (с 0,81 до 0,76 %) и глюкозинолатов (с 55,62 до 52,87 мкмоль/г) и не меняется содержание эруковой кислоты.

Исследована интенсивность дыхания семян горчицы разной влажности при температуре 25 °С, установлены безопасные сроки хранения семян. Определен видовой состав микрофлоры семян горчицы, изучена кинетика их развития в течение 12 месяцев хранения в регулируемых условиях. Для надежного длительного хранения семян и предотвращения развития плесенных грибов рекомендовано через каждые три месяца проводить активное вентилирование либо перемещение семян.

На основании исследования влияния режимов хранения на химические показатели качества, жирнокислотный состав и содержания аллилгорчичного масла рекомендовано хранить семена горчицы при температуре 15 °С.

Разработаны рекомендации по совершенствованию и снижению энергоемкости при очистке, сушке и хранении семян горчицы. Разработана усовершенствованная схема и технология первичной обработки и хранения семян горчицы, которые рекомендованы для внедрения на зернозаготовительных предприятиях. Результаты работы проверены в промышленных условиях.

**Ключевые слова:** горчица, первичная обработка, очистка, активное вентилирование, сушка, хранение, показатели качества, аллилгорчичное масло, микрофлора.

## ANNOTATION

Cherniy V.O. Improvement of Primary Processing Technology and Storing of Mustard seeds. – Manuscript.

Dissertation for a scientific degree of a candidate of engineering sciences on speciality 05.18.01 is storage and technology of grain processing, producing of grain and bakery products and mixed fodders. Odessa National Academy of Food Technologies, the Ministry of Education and Science of the Ukraine, Odessa, 2009.

The dissertation is devoted to the improvement of primary processing technology and storing of home varieties mustard seeds, which allows to lower power inputs and to preserve the quality as spicy crop during at processing, and also guarantees their effective storage. The technological scheme of mustard seeds cleaning with the help of BSH separators is grounded and improved. It makes possible to increase the effectiveness of seed cleaning.

The results of an experimental research of physicommechanical, thermal-physical, hygroscopic and physiological properties of sareptskaya (*Brassica juncea*) and white (*Sinapis alba*) mustard seeds as objects of primary preprocessing and storage are given in the thesis.

Conformity to laws of dependence of mustard seeds quality indicators of from primary preprocessing and storage conditions are established. Effect of processes of active aeration, drying and storage on fatty acid content of mustard oil and the maintenance of content of allilo-mustard oil is investigated. The directly proportional dependence between intensity of breath, quantity of microflora of seeds and the allilo-mustard oil content during storage is established.

The genera structure, kinetics of bacterial and fungus microflora development of mustard seeds. Are defined and safe terms of their storage are established. Recommendations on mustard seeds refinement, drying and storage are given.

The developed advanced scheme and technology of primary preprocessing and storage of mustard seeds are recommended for introduction on grain purveyance enterprises. Results of

work are tested in industrial conditions. Economic benefit from introduction of thesis recommendations is defined.

**Key words:** mustard seeds, primary processing, active aeration, drying, storing, quality indicators, allilo-mustard oil.

Підписано до друку 25.09.2009 р. Формат 60×90/16.

Ум.-друк. арк. 0,9. Тираж 100 прим. Зам. 94.

---

ОНАХТ, 65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112