



ФІЗИКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СУЧАСНИХ СОРТІВ ДРІБНОНАСІННЕВИХ КУЛЬТУР

Анотація

Забезпечити якісне зберігання зерна можливе лише при глибокому розумінні процесів, з цілеспрямованим урахуванням фізіологічних властивостей, що відбуваються в зернових масах на всіх етапах їх післязбиральної обробки і подальшому зберіганні.

Особливо багато проблем виникає з дрібнонасіненними культурами (сорго, просо, амарант, ріпак, гірчиця, льон, мак та інші), що відносяться до так званих дрібнонасіневих через своїх геометричних розмірів і малої маси 1000 зерен (до 6 г - олійні, до 25 г - зернові).

На сьогодні недостатньо вивчені та визначені фізико-технологічні, розмірні, аеродинамічні і гігроскопічні властивості та теплофізичні характеристики, інтенсивність дихання зерна цілої низки дрібнонасіневих культур, не встановлено їх залежність від вологості зерна чи насіння.

У роботі розглянуто сучасний стан та проблеми післязбиральної обробки і зберігання дрібнонасіневих культур, наведено результати теоретичних та експериментальних досліджень фізичних, механічних, технологічних, аеродинамічних і гігроскопічних властивостей, розмірних характеристик дрібнонасіневих культур.

Встановлено, що зі збільшенням вологості насіння зменшується натура, незначно зростають маса 1000 зерен та коефіцієнти зовнішнього тертя в стані спокою та руху, збільшуються розміри зернівок за довжиною, а за товщиною і шириною вони практично не змінюються.

На основі досліджень аеродинамічних властивостей встановлено залежність швидкості витання від вологості зберігання дрібнонасіневих культур та отримано лінійні емпіричні рівняння вказаної залежності, які справедливі в діпазоні вологості 9,8...16,8 % для олійних ДК і 9,2...24,2 % для зернових дрібнонасіневих культур.

Показано, що аеродинамічний опір дрібнонасіневих культур зростає зі збільшенням висоти насипу, вологості, щільності укладання, вмісту дрібної фракції і швидкості повітряного потоку.

Для очищення дрібнонасіневих культур від важковідокремлюваних домішок можна використати різницю у аеродинамічних властивостей основного зерна та домішок. дозволили також рекомендувати для очищення від домішок з сита з круглими отворами — діаметром 8...10 мм для відділення грубих домішок, діаметром 2,6 мм для відділення крупних домішок та діаметром 1,4 мм для відділення дрібних домішок. У разі необхідності підібрати розміри отворів сит для розділення дрібнонасіневих культур на дві фракції, які відрізняються своїм хімічним складом, можна використати таку гранулометричну характеристику як мода.

Ключові слова: дрібнонасіневі культури, фізико-технологічні властивості, гранулометричний склад, аеродинамічні властивості, очищення.

Вступ

Україна — потужний світовий виробник та експортер зерна, що має значні потенційні можливості експортувати 12...15 млн. тонн, а найближчим часом навіть 20...25 млн. тонн зерна і продуктів його переробки [1, 2], і тому гарантоване зберігання зерна до експорту та переробки залишається одним з відповідальних і складних завдань. Вирощений врожай вимагає збирання в стислий строк з високими темпами післязбиральної обробки. Зазвичай більше половини врожаю необхідно очищувати і сушити. Тут криються основні втрати зерна, що в окремі роки досягають третини всього зібраного зерна. Тому так важливо забезпечити зберігання отриманого врожаю, не допустити зниження якості зернових та олійних культур в процесі транспортування і зберігання. Недостатньо сформувати товарні партії зерна і знати їх якість — необхідно зберегти їх як у кількісному, так і в якісному сенсі.

Забезпечити якісне зберігання зерна можливе тільки при глибокому розумінні процесів, з цілеспрямованим урахуванням фізіологічних властивостей, що відбуваються в зернових масах на всіх етапах їх післязбиральної обробки та наступному зберіганні. Особливо багато проблем виникає з дрібнонасіненними культурами (сорго, просо, ріпак, гірчиця, льон, мак та інші), для багатьох з яких недостатньо реко-

мендацій регламентів та іншої нормативно-технологічної документації.

На сьогодні недостатньо вивчені та визначені фізико-механічні, розмірні, аеродинамічні і гігроскопічні властивості та теплофізичні характеристики, інтенсивність дихання зерна цілої низки дрібнонасіневих культур (ДК), не встановлено їх залежність від вологості зерна чи насіння.

Зміна кліматичних умов, тривалі посухи є однією з найбільш серйозних проблем сільського господарства як на регіональному, так і на світовому рівні. Одним з ефективних варіантів розв'язання цієї проблеми є, наприклад, підбір культур, що вирізняються високою врожайністю і посухостійкістю. Саме такою культурою є сорго. Виробництво сорго в Україні є досить перспективним та заслуговує на велику увагу. По-перше, воно невибагливе до складних агрометеорологічних умов (його ще називають «верблюдом» рослинного світу). По-друге, сорго має дуже стабільну врожайність у складних ґрунтово-кліматичних умовах. По-третє, сорго формує зерно з високими кормовими і харчовими показниками (вміст крохмалю 70...75%, білка 12...14 %, жиру 3...5 %). Одним з видів сорго є нова круп'яна культура сориз (сорго рисозерне). Сориз поєднує в собі біологічні особливості сорго і продовольчу цінність рису та характеризується не тільки цінними властивостями



ми зернового сорго, достоїнствами рису і технологічними властивостями кукурудзи, але і стабільно високою врожайністю (від 50 до 55 ц/га, а в посушливі роки — не менше 30 ц/га), посухостійкістю, невибагливістю до ґрунту та дозволяє отримувати зерно з високими споживними властивостями [3].

В останні роки в світі відродився інтерес до вирощування амаранту. Серед нетрадиційних рослинних ресурсів амарант може скласти конкуренцію зерновим культурам, а також сої [4].

Необхідно відзначити, що таким, давно відомим дрібнонасіневим олійним культурам як ріпак, гірчиця, льон, мак і іншим, приділяють все більшу увагу, спостерігається тенденція збільшення їх посівних площ. Лідерами серед цих культур, безперечно, є ріпак і гірчиця [5-9].

Поряд з традиційною для України олійною культурою — соняшником, особлива увага належить ріпаку, олія якого завдяки унікальним біологічним та хімічним властивостям широко використовується не тільки в продовольчих цілях, але й в багатьох галузях промисловості. Проблема пошуку альтернативних видів енергоресурсів для України є однією з найактуальніших. Тому ріпак дедалі ширше використовується як енергетична культура, з насіння якої виробляється альтернативне біодизельне паливо. Щодо доцільності переходу забезпечення сільськогосподарських товаровиробників біопаливом, що виробляється з ріпаку, свідчить досвід таких країн, як Німеччина, Франція, Австрія, Чехія, США, де для вирощування ріпаку використовується 10...14 відсотків ріллі [10].

Унікальні природно-кліматичні умови України дозволяють вирощувати гірчицю, льон олійний, а також мак практично на всій території України.

Основною причиною збільшення виробництва льону послуговував достатньо високий рівень попиту в попередніх сезонах як з боку внутрішнього ринку, так і з боку експортного. З огляду на те, що в поточному сезоні ЄС заборонив імпорт ряду сортів канадського льону, через невідповідність європейським вимогам, попит на український льон залишатиметься високим [3, 11].

В останні роки в багатьох європейських країнах робота селекціонерів направлена на отримання низькоморфійних сортів маку і удосконалення технології їх вирощування.

Розглянуті культури відносяться до так званих дрібнонасіневих (ДК) через своїх геометричних розмірів і малої маси 1000 зерен (до 6 г — олійні, до 25 г — зернові). Це змушує, по-перше, істотно корегувати технологічні режими їх післязбиральної обробки. Оскільки дані культури перш масово не надходили на зернозаготівельні підприємства, то в нормативній документації («Інструкції № 9-5-82 по очищенню і виділенню мелкої фракції зерна, експлуатації зерноочистительних машин на елеваторах і хлебоприёмных підприємств», 1986 р., «Інструкції по сушінню, продовольчого, кормового зерна, насіння олійних культур та експлуатації зерносушарок», 1997 р.) відсутні режими післязбиральної обробки більшості згаданих культур і сьогодні післязбиральна обробка та зберігання проводяться за стандартами та нормативними документами, розробленими у 80...90-х

роках минулого сторіччя,

Тому питання з вивчення технологічних властивостей ДК і розробки науково-обґрунтованих режимів їх післязбиральної обробки і зберігання є актуальним.

Метою даного дослідження стало визначення фізико-технологічних властивостей сучасних сортів дрібнонасіневих культур, які необхідні для підвищення ефективності їх очищення, сушіння та охолодження.

Результати досліджень.

Дрібнонасіневі культури (ДК) як об'єкти післязбиральної обробки та зберігання характеризуються цілою низкою фізико-технологічних та фізіологічних властивостей.

Фізико-технологічні властивості. Знання фізико-технологічних властивостей (ФТВ) дрібнонасіневих культур як сипкого матеріалу дозволяє розв'язувати велику кількість завдань, які мають практичне значення. Так, механізація і автоматизація транспортування, післязбиральна обробка і зберігання в сховищах (складах, силосах, металевих бункерах) базуються на фізичних властивостях зернової маси. За показниками, що визначають сипкість, можна моделювати поведінку зернової маси при переміщенні по самопливах, ситах тощо. Вміле використання цих властивостей дозволяє скоротити втрати, поліпшити якість партій зерна й знизити витрати у всіх галузях народного господарства, пов'язаних з виробництвом і використанням зерна [12].

При визначенні фізико-технологічних властивостей [13] досліджуваних культур використовували методи, затверджені відповідними ДСТУ, а також застосовували в науково-дослідних роботах і рекомендовані у відповідній літературі. Відбір проб проводили за ГОСТ 13586.3-83. Вологість насіння визначали за ДСТУ 29144:2009 (ISO 711-85). Були визначені наступні показники: коефіцієнти тертя, гранулометричний склад, об'ємна маса (натура) (ГОСТ 10840-64), маса 1000 зерен за (ГОСТ 10842-89), шпаруватість, щільність укладання насіння. Узагальнені результати досліджень наведені у табл. 1.

Отримані дані свідчать про те, що вологість по різному впливає на фізико-технологічні властивості культур. Так, зі збільшенням вологості ДК зростають маса 1000 зерен, їх істинний об'єм, щільність укладання і кут природного укусу, а натура — знижується. Ці тенденції узгоджуються з літературними даними.

Відомо, що шпаруватість більше впливає на теплопровідні і сорбційні властивості сипкої маси, що особливо важливо при зберіганні. Чим менше шпаруватість, тим більше щільність укладання, тобто більше насипна маса одиниці об'єму. Нами підтверджено, що при збільшенні вологості спостерігається збільшення шпаруватості, яке відбувається за рахунок збільшення об'єму зернівок, унаслідок їхнього набрякання [12, 13]. Також зменшується натура (об'ємна маса) та незначно зростають маса 1000 зерен, шпаруватість, швидкість витання, кут природного укусу і коефіцієнти зовнішнього тертя в стані спокою та руху.

Сипкість зернової маси характеризується коефіцієнтами зовнішнього і внутрішнього тертя, що



визначаються шляхом вимірювання кутів тертя і природного укусу. Досліджувані зразки ДК можна віднести до добре сипких продуктів, оскільки кут природного укусу в них менше 35 градусів. Збільшення вологості дрібнонасіньових культур призводить до зменшення їх сипкості.

Гранулометричний склад — це характеристика, що визначає геометричні розміри зернин і співвідношення їх розмірів в загальному об'ємі зернової маси. У проведених дослідженнях для характеристик окремих зернин в зернових масах шляхом стандартних та за-

гальноприйнятих методик визначали їх геометричні розміри, густину зернин, масу 1000 зерен тощо.

Геометричні розміри дрібнонасіньових культур визначали для сухого та зволоженого до вологості 9,9...22,1 % насіння. Для кожного зразка зерна визначено також ряд важливих статистичних характеристик — середньоарифметичні розміри та інтервали їх варіювання за класами, частоти, медіани, моди зернин, коефіцієнти варіації, асиметрії та ексцесу.

Отримані нами результати гранулометричних характеристик наведено у табл. 2.

Таблиця 1 - Порівняльна характеристика фізико-технологічних властивостей дрібнонасіньових культур ($n = 3, P \geq 0,95$)

Показники	Культура					
	амарант	сорго	гірчиця	льон	мак	ріпак
Масова частка W, %	10,1...19,3	13,8...24,2	6,4...18,4	6,8...22,8	6,0...22,0	7,3...22,0
Натура, г/дм ³	807...880	710...770	668...724	596...740	574...606	584...688
Маса 1000 зерен, г	0,65...0,75	23,2...37,4	4,0...6,5	4,9...6,7	0,46...0,50	3,2...5,7
«Істинний» об'єм 1000 зерен, см ³	0,5...0,6	22,0...23,9	3,0...4,2	7,7...13,7	0,3...0,4	3,5...5,6
Густина, г/см ³	1,25...1,30	1,05...1,56	1,02...1,54	1,15...1,25	1,15...1,25	0,81...0,93
Шпаруватість, %	32,3...35,4	26,78...37,9	50,6...66,5	41,3...41,3	35,5...47,4	67,0...74,5
Кут природного укусу, град.	22...26	26...38	20...25	26...32	25...29	24...27
Коефіцієнти зовнішнього тертя спокою:						
по пластмасі	0,285...0,344	0,287...0,344	0,240...0,273	0,257...0,335	0,246...0,252	0,268...0,356
по сталі	0,298...0,364	0,287...0,384	0,256...0,307	0,267...0,325	0,246...0,253	0,213...0,283
по гумі	0,285...0,344	0,268...0,364	0,190...0,273	0,227...0,335	0,246...0,252	0,213...0,396
Коефіцієнт зовнішнього тертя руху	0,257...0,281	0,281...0,388	0,259...0,372	0,348...0,520	0,243...0,252	0,255...0,321

Таблиця 2 - Результати визначення геометричних розмірів дрібнонасіньових культур ($n = 3, P \geq 0,95$)

Вологість, %	Довжина l , мм				Ширина a , мм				Товщина b , мм			
	min	max	медіана	мода	min	max	медіана	мода	min	max	медіана	мода
Ріпак												
7,3	1,40	2,10	1,60	1,48	1,00	1,70	1,30	1,18	1,00	1,70	1,30	1,18
10,1	1,40	2,10	1,60	1,56	1,00	1,70	1,30	1,24	1,00	1,70	1,30	1,24
13,8	1,40	2,10	1,70	1,72	1,20	1,80	1,40	1,60	1,20	1,80	1,40	1,60
22,0	1,40	2,30	1,80	2,01	1,30	2,00	1,50	1,81	1,30	2,00	1,50	1,81
Гірчиця												
7,0	1,30	2,40	2,40	1,85	1,20	2,00	2,10	1,63	1,20	2,00	2,10	1,63
9,9	1,30	2,40	2,20	2,06	1,20	2,00	2,00	1,74	1,20	2,00	2,00	1,74
14,1	1,60	2,50	1,90	2,24	1,40	2,20	2,00	1,82	1,40	2,20	2,00	1,82
21,7	1,70	2,80	2,30	2,31	1,40	2,50	2,00	1,92	1,40	2,50	2,00	1,92
Льон олійний												
6,7	3,80	4,40	4,00	3,82	2,00	2,40	2,00	2,02	0,50	1,00	1,00	0,98
10,3	3,80	4,50	4,00	3,97	2,00	2,50	2,10	2,04	0,50	1,00	1,00	0,98
13,7	4,30	5,00	4,70	4,63	2,10	2,60	2,40	2,39	0,90	1,10	1,00	1,07
22,1	4,50	5,20	4,80	4,95	2,20	2,60	2,40	2,41	0,90	1,20	1,00	1,10
Мак												
6,3	1,00	1,20	1,10	1,05	0,35	0,54	0,42	0,38	0,30	0,48	0,400	0,38
10,5	1,00	1,20	1,10	1,11	0,35	0,54	0,42	0,41	0,30	0,48	0,38	0,41
14,3	1,00	1,21	1,10	1,03	0,35	0,54	0,43	0,43	0,30	0,48	0,38	0,42
21,4	1,00	1,21	1,12	1,16	0,35	0,54	0,44	0,43	0,30	0,48	0,39	0,42



Аналізуючи отримані дані видно, що у гірчиці мінімальні геометричні розміри як за довжиною, шириною, так і за товщиною майже однакові за різної вологості, а максимальні значення довжини при збільшенні вологості відрізняються на 12 %, товщини та ширини на 13,7 %. Однак при зростанні вологості оптимальний розмір зростає, а кількісне співвідношення — однакове. Відмітимо, що у маку зі збільшенням вологості геометричні розміри насіння не змінюються. Але оптимальний розмір (мода – значення геометричних розмірів зернин, які спостерігаються найбільше число разів) і кількісне співвідношення у загальній зерновій масі дослідного зразку із збільшенням вологості зростає прямо пропорційно.

Аналогічна залежність впливу вологості на зміну геометричних розмірів спостерігається і для насіння інших досліджених олійних культур, наведених у табл. 2.

На основі загального аналізу досліджених нами фізико-механічних властивостей і певних гранулометричних характеристик методом найменших квадратів був визначений один з важливих показників зернівок — коефіцієнт форми, який необхідний при визначенні розмірів місткостей, діаметрів самоп-

ливів, матеріалопроводів пневмотранспорту. Були визначені також такі показники як форма, об'єм і поверхня одиничних зернин, які використовуються у розрахунках термодинамічного характеру.

Використовуючи значення коефіцієнта форми K , були розраховані основні геометричні показники дрібнонасіньових культур (об'єм зернини V_z , площа зовнішньої поверхні F_z , еквівалентний діаметр d_e , питома поверхня зерна a_0), які дозволяють моделювати процеси активного вентилявання, сушіння, підбирати режимні параметри технологічних машин. Розраховані дані вказаних геометричних параметрів досліджених ДК наведено в табл. 3.

Нами встановлено, що з підвищенням вологості діапазон модального інтервалу збільшується пропорційно майже в усіх зразках, крім маку [14]. Але частка зерен, що знаходиться в модальному інтервалі, тільки у маку збільшується вдвоє. Збільшення значення модального інтервалу насіння маку при зволоженні за шириною та товщиною залишається незмінним, але значення моди зростає за рахунок збільшення частоти за довжиною на 5,8 %, шириною на 4,8 %, товщиною на 1,5 % при зволоженні маку з 10,5 до 21,4 %.

Таблиця 3 - Геометричні параметри насіння досліджених дрібнонасіньових культур ($n = 3, P \geq 0,95$)

Вологість $w, \%$	Об'єм зернини $V_z, \text{мм}^3$	Площа зовнішньої поверхні, $F_z, \text{мм}^2$	Сферичність ψ	Еквівалентний діаметр $d_e, \text{мм}$	Коефіцієнт форми K
Ріпак					
7,3	2,29	7,99	0,87	1,35	0,657±0,011
10,1	2,56	8,66	0,87	1,44	
13,8	3,95	9,44	0,85	1,78	
22,0	4,35	11,04	0,86	2,02	
Гірчиця					
7,0	3,10	9,09	0,89	1,81	0,643±0,015
9,9	3,93	10,67	0,86	1,96	
14,1	4,61	11,62	0,87	2,06	
21,7	5,98	13,68	0,86	2,25	
Льон олійний					
6,7	4,23	14,35	0,28	2,01	0,572±0,013
10,3	4,44	14,94	0,29	2,04	
13,7	6,81	19,97	0,28	2,35	
22,1	7,74	21,41	0,29	2,45	
Мак					
6,3	0,08	1,06	0,30	0,53	0,536±0,012
10,5	0,08	1,10	0,30	0,54	
14,3	0,10	1,18	0,29	0,57	
21,4	0,11	1,19	0,27	0,59	
Сорго					
11,8	19,30	32,24	0,93	3,33	0,668±0,005
16,3	27,10	37,75	0,87	3,73	
24,2	36,48	42,37	0,80	4,11	
Амарант					
9,2	0,11	1,12	1,02	0,59	0,529±0,051
14,9	0,67	3,81	1,03	1,08	
19,3	1,06	5,18	1,03	1,27	



Аналіз отриманих даних (табл. 3) також показав, що у досліджуваному діапазоні з підвищенням вологості збільшуються об'єм зернин, площа зовнішньої поверхні та еквівалентний діаметр, а питома поверхня зернин — зменшується.

А е р о д и н а м і ч н і в л а с т и в о с т і .
Враховуючи, що для регулювання ефективності вилучення легких домішок у пневмоканалах сепараторів необхідно знати швидкість витання зерна [15, 16], нами була досліджена залежність швидкості витання $v_{\text{внт}}$ зерна від його вологості в діапазоні 9,8...16,8 % — для олійних ДК і 9,2...24,2 — для зернових ДК. Результати досліджень представлені у вигляді лінійних рівнянь вигляду $y = a + bw$.

Таблиця 4 - Залежності швидкості витання ДК від їх вологості ($n = 3, P \geq 0,95$)

Насіння	Зачення
Сорго	$v_{\text{внт}} = 7,85 + 0,019 \cdot w$
Льон	$v_{\text{внт}} = 5,06 + 0,021 \cdot w$
Гірчиця	$v_{\text{внт}} = 6,34 + 0,018 \cdot w$
Ріпак	$v_{\text{внт}} = 6,99 + 0,007 \cdot w$
Мак	$v_{\text{внт}} = 3,78 + 0,041 \cdot w$

Встановлено, що найменшу швидкість витання має насіння маку, найбільшу — зерно сорго. Зі збільшенням вологості культур, швидкість витання зростає. Отримані результати можна використовувати для обґрунтування швидкості повітряного потоку при очищенні насіння в пневмосепараторах, при налаштуванні швидкості повітряних потоків в пневмоканалах ситоповітряних сепараторів, при обґрунтуванні витрат сушильного агента і повітря в зерносушарках, при активному вентиляванні зерна тощо.

Для правильного вибору вентиляторів з метою ефективного проведення активного вентилявання зернових мас необхідно керуватись величиною аеродинамічного опору зернового шару дрібнонасінних культур. Тому нами було досліджено залежність аеродинамічного опору зернового шару ряду дрібнонасінних культур (сорго, льону, гірчиці, ріпаку і маку) від товщини шару в діапазоні зміни вологості 10...22 %. Аеродинамічний опір визначали при висоті шару зерна 100...300 мм і швидкості повітряного потоку 1...6 м/с. Встановлено, що зі збільшенням тов-

щини шару і вологості насіння збільшується опір шару насіння і, відповідно, і витрати повітря на подолання опору шару насіння, що продувається.

для сорго
 $H_c = 55,91 - 1,55h - 0,26w + 0,026hw$ ($s = 0,12 \cdot 10^{-5}$); (1)
 для льону
 $H_c = 50,83 - 2,09h - 0,21w + 0,016hw$ ($s = 0,11 \cdot 10^{-5}$); (2)
 для гірчиці
 $H_c = 50,84 - 1,42h - 0,04w + 0,013hw$ ($s = 0,14 \cdot 10^{-5}$); (3)
 для ріпаку
 $H_c = 51,54 - 2,22h - 0,07w + 0,0011hw$ ($s = 0,42 \cdot 10^{-5}$); (4)
 для маку
 $H_c = 86,10 - 3,15h - 0,14w + 0,026hw$ ($s = 0,11 \cdot 10^{-5}$); (5)
 де h — висота шару насіння, мм; w — вологість насіння, %; H_c — опір шару зерна, Па.

Аналіз рівнянь показує, що аеродинамічний опір дрібнонасінневих культур зростає зі збільшенням висоти насипу, вологості, щільності укладання, вмісту дрібної фракції і швидкості повітряного потоку.

Більш наочне уявлення про характер залежностей, які існують між опором шару зерна і досліджуваними факторами — вологістю та товщиною шару зерна досліджуваних культур — дають поверхні відгуку, побудовані за наведеним вище рівнянням (рис. 1).

Одним із основних етапів післязбиральної обробки ДК є процес очищення. Тому вивчення змін основних розмірів насіння досліджуваних культур був проведений ситовий аналіз шляхом просіювання через систему послідовних сит з круглими і прямокутними отворами. Його результати показали, що в цілому, зернова маса досліджуваних зразків ДК за гранулометричним складом досить однорідна: основну масу (до 80 %) становить зерно чи насіння діаметром 1,5...2,0 мм. Явище неоднорідності

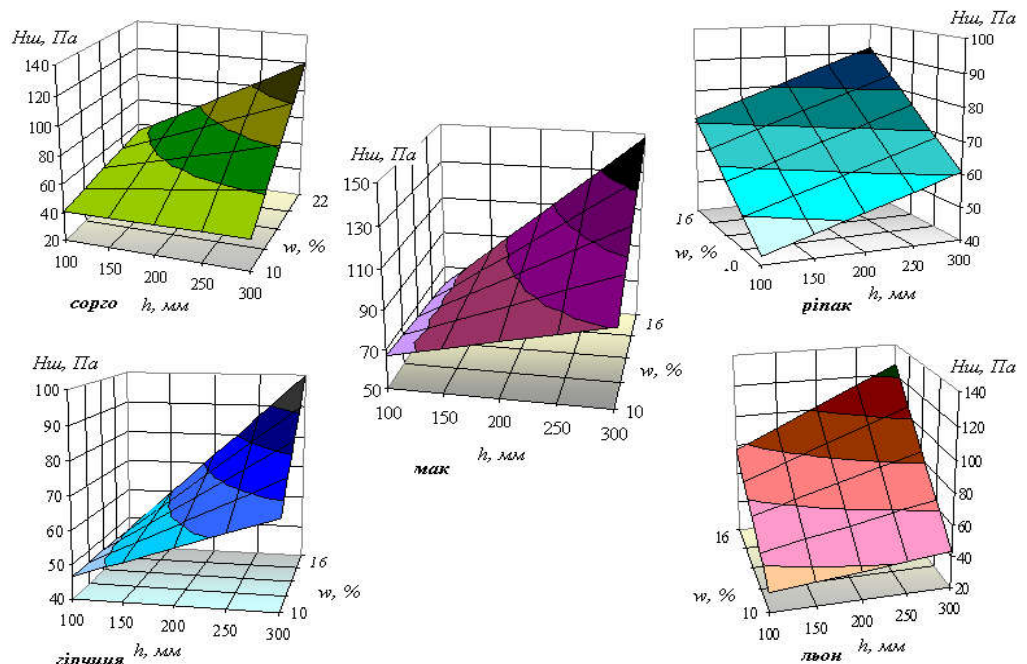


Рис. 1 – Залежність опору шару зерна дрібнонасінневих культур від вологості і висоти шару



зернової маси за крупністю пояснюється особливістю їх формування на рослині.

Результати проведених досліджень дозволили також рекомендувати для очищення дрібнонасіньних культур від домішок з сита з круглими отворами — діаметром 8...10 мм для відділення грубих домішок, діаметром 2,6 мм для відділення крупних домішок та діаметром 1,4 мм для відділення дрібних домішок. Для очищення ДК від важковідокремлюваних домішок можна використати різницю у аеродинамічних властивостей основного зерна та домішок. У разі необхідності підібрати розміри отворів сит для розділення ДК на дві фракції, які відрізняються своїм хімічним складом, можна використати таку гранулометричну характеристику як мода, значення якої для досліджених ДК було наведено у табл. 2.

Висновки

1. В останні роки значно збільшилося надходження на хлібоприймальні підприємства, елеватори і перевантажувальні термінали дрібнонасіньних культур, таких як ріпак, гірчиця, льон, почали надходити партії насіння маку. Ці культури дають навіть в посушливі роки високий урожай, який дозволяє господарствам отримувати привабливий прибуток, в тому числі і за рахунок експорту.

Кожна з перерахованих культур має свої унікальні властивості. Слід зазначити, що технологічні властивості вказаних дрібнонасіньних культур суттєво відрізняються від зерна традиційних зернових, бобових і олійних культур, і тому необхідно їх детальне вивчення.

2. Досліджено фізико-технологічні та гранулометричний склад, геометричні показники насіння

дрібнонасіньних культур (льону олійного, гірчиці, ріпаку та маку) при різних значеннях вологості, які можуть бути використані для визначення ефективних режимів термічної обробки і зберігання насіння. Встановлено, що зі збільшенням вологості насіння зменшується натура, незначно зростають маса 1000 зерен та коефіцієнти зовнішнього тертя в стані спокою та руху, збільшуються розміри зернівок за товщиною, а за товщиною і шириною вони практично не змінюються.

3. На основі досліджень аеродинамічних властивостей встановлено залежність швидкості витання від вологості зберігання дрібнонасіньних культур та отримано лінійні емпіричні рівняння вказаної залежності, які справедливі в діапазоні вологості 9,8...16,8 % для олійних ДК і 9,2...24,2 % для зернових ДК.

4. Встановлено закономірності зміни опору зернового шару насіння сорго, льону, гірчиці, ріпаку і маку залежності від їх вологості та товщини шару. Показано, що аеродинамічний опір дрібнонасіньних культур зростає зі збільшенням висоти насипу, вологості, щільності укладання, вмісту дрібної фракції і швидкості повітряного потоку.

5. Для очищення ДК від важковідокремлюваних домішок можна використати різницю у аеродинамічних властивостей основного зерна та домішок. Дозволили також рекомендувати для очищення дрібнонасіньних культур від домішок з сита з круглими отворами — діаметром 8...10 мм для відділення грубих домішок, діаметром 2,6 мм для відділення крупних домішок та діаметром 1,4 мм для відділення дрібних домішок.

ЛІТЕРАТУРА

1. Зерновий та хлібопродуктовий товарообіг в Україні: Енциклопедичний довідник [Текст] / В.Т. Александров, М.В. Гладій, С.М. Лавров і ін. — К.: АртЕк, 2000. — 500 с.
2. Лобас, М.Г. Розвиток зернового господарства України [Текст] / М.Г. Лобас. — К.: 1997. — 421 с.
3. Кіндрюк, М.О. Насінництво й насіннезнавство зернових культур [Текст] / М.О. Кіндрюк. — К.: Аграрна наука, 2003. — 118 с.
4. Овсянникова, Л. Уперше отримані дані оптимального очищення, вентилявання і зберігання насіння амаранту культур [Текст] / Л. Овсянникова, Н. Валентюк // Зерно і хліб. — 2007. — №4. — С.35-36.
5. Гайдаш, В. Мак олійний: ефективна технологія — запорука врожаю [Електронний ресурс]. — Режим доступу <<http://www.propozitsiya.com/?page=149&ititemid=199&number=6>>
6. Жаркова, Г. Малопоширені олійні культури в Державному реєстрі сортів рослин, придатних для використання в Україні [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <<http://www.propozitsiya.com/>>
7. Рынок рапса в Украине: состояние, тенденции, перспективы [Текст] // Аграрний тиждень. Україна. — 2008. — № 17-18. — С. 10-17.
8. Берегова, О.М. Удосконалення технології первинної обробки та зберігання насіння ріпаку [Текст]: дис...канд. техн. наук: 05.18.03 / О.М. Берегова. — О., 2002. — 276 с.
9. Станкевич, Г.М. Післязбиральна обробка та зберігання насіння гірчиці: Монографія. [Текст] / Г.М. Станкевич, Л.К. Овсянникова, В.О. Черній. — Одеса: Вид-во КП «Одеська міська друкарня», 2015. — 136 с.
10. Програма розвитку виробництва дизельного біопалива. Затверджено постановою кабінету міністрів України від 22 грудня 2006 р. № 1774 [Текст]. — Київ.
11. Мищенко, Л. Особливості вирощування льна масличного [Текст] / Л. Мищенко // Олійно-жировий комплекс. — 2006. — № 7. — С. 12.
12. Зверев, С.В. Физические свойства зерна и продуктов его переработки: підруч. / С.В. Зверев, Н.С. Зверева — М.: ДеЛи принт, 2007. — 176 с.
13. Овсянникова, Л.К. Особливості фізико-технологічних властивостей різних сортів гірчиці [Текст] / Л.К. Овсянникова, В.О. Черній // Хранение и переработка зерна. — 2009. — № 5(119). — С. 28-31.
14. Овсянникова, Л.К. Порівняльний аналіз дрібнонасіньних культур на основі статистичних характеристик їх розмірів [Текст] / Л.К. Овсянникова, С.С. Орлова, О.Г. Соколовська // Наук. пр. / ОНАХТ. — О., 2009. — Вип. 36, т. 1. — С. 72-76.
15. Активне вентилявання та сушіння зерна [Текст] / Гапонюк О.І., Остапчук М.В., Станкевич Г.М., Гапонюк І.І. — Одеса: ВМВ, 2014. — 326 с.
16. Станкевич, Г.М. Дослідження аеродинамічних властивостей та активного вентилявання дрібнонасіньних культур [Текст] / Г.М. Станкевич, Л.К. Овсянникова, О.Г. Соколовська // Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка «Механізація с/г виробництва та переробки с/г продукції». — Харків, 2010. — Вип. 103. — С. 409.



L.K. OVSIYNNIKOVA, PhD.Sc. Science, Associate Professor
Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa

PHYSICAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF MODERN VARIETIES OF SMALL-SEEDED CROPS

Abstract

To ensure the quality of grain storage is possible only with a good understanding of processes, focused view of the physiological properties occurring in the grain mass at all stages of post-harvest processing and subsequent storage.

A lot of problems arise with small seeded crops (sorghum, millet, amaranth, rape, mustard, flax, poppy and others), related to the so-called small seeded by their geometric dimensions and low weight of 1000 grains (up to 6 grams - oil, 25 g - grain).

At present not well understood and defined physical and technological, dimensional, aerodynamic and hygroscopic properties and thermal characteristics, grain respiration rate of a number of small seeded crops not set their dependence on the moisture content of grain or seed.

This article considered the current state and problems of post-harvest handling and storage of small seeded crops, the results of theoretical and experimental studies of physical, mechanical, technological, aerodynamic and hygroscopic properties, the dimensional characteristics of small seeded crops

It was established that with increasing seed moisture decreases nature, slightly increasing weight of 1000 grains and external factors friction at rest and movement, increasing the size caryopsides length and thickness and width are virtually unchanged.

Based on the research of aerodynamic properties of the dependence of speed greetings from moisture storage and small seeded crops received empirical linear quation specified dependencies, just the humidity in the range of 9,8...16,8 % for oil and 9,2...24,2% for small seeded cereal cultures.

It is shown that the aerodynamic resistance of small seeded crops increases with the height of the embankment, humidity, density stacking, fines content and airflow.

To clean small seeded crops difficult to separate of impurities can use the difference in aerodynamic properties of basic grains and impurities. allowed to recommend for removal of impurities from sieves with round holes - diameter 8 ... 10 mm for the separation of coarse impurities with a diameter of 2,6 mm to separate impurities and large diameter of 1,4 mm to separate small impurities. If necessary, choose the mesh size sieve to separate small seeded crops into two factions that are different chemical composition can use particle size characteristics such as fashion.

Keywords: small-seeded culture, physical and technological properties, particle size distribution, the aerodynamic properties, cleaning.

REFERENCES

1. Zernoviy ta khlіboproductoviy tovarobіg v Ukraїnі: Entsiklopedichniy dovidnik / V.T. Aleksandrov, M.V. Gladıy, Ė.M. Lavrov і in. – K.: ArtEk, 2000. – 500 s.
2. Lobas, M.G. Rozvitok zernovogo gospodarstva Ukraїnі / M.G. Lobas. – K.: 1997. – 421 s.
3. Kindruk, M.O. Nasinnitstvo y nasinnēznavstvo zernovih kul'tur / M.O. Kindruk. – K.: Agrarna nauka, 2003. – 118 s.
4. Ovsyannikova, L. Upershe otrymani dani optimal'noho ochyshchennya, ventilyuvannya i zberihannya nasinnya amarantu kul'tur / L. Ovsyannikova, N. Valentyuk // Zerno i khlіb. – 2007. – №4. – S.35-36.
5. Gaydash, V. Mak oliyniy: effektivna tehnologiya – zaporuka vrozhayu [Elektronniy resurs]. – Rezhim dostupu <http://www.propozitsiya.com/?page=149&itemid=199&number=6>
6. Zharkova, G. Maloposhireni oliyni kul'turi v Derzhavnomu reēstri sortiv roslin, pridatnikh dlya vikoristannya v Ukraїnі [Yelektronniy resurs]. – Rezhim dostupu: <http://www.propozitsiya.com/
7. Rynok rapsa v Ukraine: sostoyaniye, tendentsii, perspektivy// Agrarniy tizhden'. Ukraїna. – 2008. – № 17-18. – S. 10.
8. Beregova, O.M. Udoshkalennya tekhnologii pervinnoi obrobki ta zberigannya nasinnya rіpaku: dis...kand. tekhn. nauk: 05.18.03 / O.M. Beregova. – O., 2002. – 276 s.
9. Stankevich, G.M. Pisl'yazbiral'na obrobka ta zberigannya nasinnya girchitsi: Monografiya / G.M. Stankevich, L.K. Ovsyannikova, V.O. Cherniy. – Odesa: Vid-vo KP «Odes'ka mis'ka drukarnya», 2015. – 136 s.
10. Programa rozvitku virobnitstva dizel'nogo biopaliva. Zatverdzheno postanovoyu kabinetu ministriv Ukraїnі vid 22 grudnya 2006 r. № 1774. – Kiiv.
11. Mishchenko, L. Osobennosti vyrashchivaniya l'na maslichnogo / L. Mishchenko // Oliyno-zhiroviy kompleks. – 2006. – № 7. S. 12.
12. Zverev, S.V. Fizicheskiye svoystva zerna i produktov yego pererabotki: pidruch. / S.V. Zverev, N.S. Zvereva – M.: DeLi print, 2007. – 176 s.
13. Ovsyannikova, L.K. Osoblivosti fiziko-tekhnologichnikh vlastivostey rіznikh sortiv girchitsi / L.K. Ovsyannikova, V.O. Cherniy // Khraneniye i pererabotka zerna. – 2009. – № 5(119). – S. 28-31.
14. Ovsyannikova, L.K. Porivnyal'niy analiz drіbnonasinnēvikh kul'tur na osnovi statistichnikh kharakteristik ikh rozmiriv / L.K. Ovsyannikova, S.S. Orlova, O.G. Sokolovs'ka // Nauk. pr. / ONAKHT. – O., 2009. – Vip. 36, t. 1. – S. 72-76.
15. Aktivne ventilyuvannya ta sushinnya zerna / Gaponyuk O.Ā., Ostapchuk M.V., Stankevich G.M., Gaponyuk Ā.Ā. – Odesa: VMV, 2014. – 326 s.
16. Stankevich, G.M. Doslīdzhennya ayerodinamichnikh vlastivostey ta aktivnogo ventilyuvannya drіbnonasinnēvikh kul'tur / G.M. Stankevich, L.K. Ovsyannikova, O.G. Sokolovs'ka // Visnik KHNTUSG im. Petra Vasilenka «Mekhanizatsiya s/g virobnitstva ta pererobki s/g produktiv». – Kharkiv, 2010. – Vip. 103. – S. 409.

Надійшла 05.03.2017. До друку 18.03.2017

Адреса для переписки:
вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039

