

3. Сориз – перспективна круп'яна культура [Текст] / Г.К. Дремлюк, Г.М. Станкевич, Л.К. Овсянникова та ін. // Удосконалення існуючих і розробка нових технологій для харчової та зернопереробної промисловості. – О.: ОДАХТ, 1997. – Вип. 17. – С. 9-15.
4. Мельник, Б.Е. Технология приемки, хранения и переработки зерна [Текст] / Б.Е. Мельник, В.Б. Лебедев, Г.А. Винников. – М.: Агропромиздат, 1990. – 367 с.
5. Дремлюк, Г.К. Сорго та сориз: селекція і виробництво [Текст] / Г.К. Дремлюк, В.Л. Гамандій // Реалізація потенційних можливостей сортів та гібридів Селекційно-генетичного інституту в умовах України. – О.: СГІ, 1996. – С. 61-72.
6. Справочник по заготовкам, хранению и качеству зерна и маслосемян [Текст] / С.П. Ефимов и др. – М.: Колос, 1977.
7. Фізико-технологічні властивості і теплофізичні характеристики сориза / А.К. Друз'єва, Г.М. Станкевич, В.І. Науменко, Л.К. Овсянникова // Наукові праці ОДАХТ / Мін. освіти України. – Вип.1. – О.: ОДАХТ, 1998. – Вип. 18: Удосконалення існуючих і розробка нових технологій для харчової та зернопереробної промисловості. – С. 48-49.
8. Совершенствование процесса очистки сои [Текст] / Л.К. Овсянникова, Л.Ф. Будюк, О.Б. Демчук и др. // Хранение и переработка зерна. – 2005. – № 10. – С. 36-37.
9. Технология хранения зерна: учеб. для вузов. [Текст] / Е.М. Вобликов, В.А. Буханцов, Б.К. Маратов и др. – СПб.: Лань, 2003. – 448 с.
10. Порівняльні дослідження фізико-технологічних властивостей деяких видів сорго [Текст] / Л.К. Овсянникова, А.К. Кац, О.Г. Соколовська та ін. // Наук. праці. – Вип. 34. – Т.1. – О., 2008. – С. 55-59.
11. Овсянникова, Л. Первинна обробка дрібнонасіненних олійних культур [Текст] / Л. Овсянникова // Зерно і хліб. – 2006. – №1. – С. 30-31.
12. Друзьєва, А.К. Технология первичной обработки зерна сориза [Текст]: дис...канд. техн. наук: 05.18.03 / А.К. Друзьєва. – О., 1999. – 197 с.

УДК 633.854–026.8:621.796

ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ТА ГІГРОСКОПІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАКУ – ВАЖЛИВИЙ ФАКТОР ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ЙОГО ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ТА ЗБЕРІГАННЯ

**Соколовська О.Г., аспірант, Орлова С.С., канд. техн. наук,
Овсянникова Л.К., канд. техн. наук, доцент
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса**

Фізико-технологічні та гігроскопічні властивості насіння маку мають важливе значення для обґрунтування методів його післязбиральної обробки та зберігання. Встановлено залежність геометричних показників та фізико-технологічних властивостей від вологості. Наведено ізотерми сорбції насіння маку при різних значеннях вологості зерна та температури повітря.

Physical and hygroscopic properties of poppy seed have the important value for the ground methods of his heat treatment. Dependence of indexes of physical-technological properties is set on humidity. The sorption isotherms of poppy seed are resulted at different values of humidity of corn and temperature of air.

Ключові слова: мак, зерно, фізико-технологічні властивості, гігроскопічні властивості, рівноважна вологість.

В умовах сучасних економічних відносин зернопереробні господарства змушені шукати нові форми та методи господарювання. Багато господарств, особливо ті, що не мають власної переробки, повністю зорієнтовані на продаж усієї продукції. У цих умовах особливого значення набуває пошук нових нетрадиційних культур, які були б рентабельними. Господарства все частіше стали звертати увагу на мак та ін. Останніми роками в багатьох європейських країнах селекційна робота направлена на отримання низькоморфійних сортів маку й удосконалення технології їх вирощування. В Україні в рамках боротьби з наркоманією посівні площі маку олійного практично повністю знищені та заборонені (з 1986 р.), а культура, на жаль, незаслужено забута. Абсолютне знищення макових промислових посівів в агрогосподарствах, а також відсутність зерна маку вітчизняного виробництва привели до панування на внутрішньому ринку експортного товару: щорічно в країну завозиться мак з понад 50 країн світу. За найскромнішими підрахунками, ринок України має потребу сьогодні в більше ніж 100 тис. т зерна маку щорічно. В Україні

культивують тільки олійний мак з метою отримання насіння й олії для харчової промисловості. Достатньо високі ціни на продукцію маку роблять його високорентабельною культурою [1].

Український уряд затвердив Національну програму протидії зловживанню наркотичними засобами та їх незаконному обороту і доручило Українській академії аграрних наук створити нові, низьконаркотичні сорти маку олійного. Так, учені Інституту хрестоцвітих культур УААН (нині Івано-франківський інститут агропромислового виробництва) створили сорт олійного маку Беркут (занесений до Реєстру сортів рослин України, 1996 р.), в якому міститься 0,07...0,08 % наркотичних речовин, що в декілька разів менше, ніж у сортах, які вирощували в Україні до 1986 р. (наприклад, Новинка 196 – 0,6 %).

Однак, нині важливими залишаються питання вдосконалення післязбиральної обробки насіння маку, яка б могла забезпечити його надійне зберігання та наступну технологічну переробку.

Показники фізико-механічних та технологічних властивостей зерна дозволяють вирішувати велику кількість прикладних задач, що мають практичне значення. Так, вибір засобів механізації та автоматизації, транспортування, обробки і зберігання зернових мас в сховищах (силосах сучасних елеваторів, металевих бункерах і сховищах) базуються на фізичних властивостях зерна. Основними з них є сипкість і самосортування зерна.

Геометричні розміри зерна також дозволяють моделювати процеси сепарування, вентилявання, сушіння, підбирати режимні параметри дрібновальних та ін. машин [3]. За показниками, що визначають сипкість, можна моделювати поведінку зернової маси при її переміщенні по ситах, самопливом, ємностям тощо [4].

Важливим фактором, що має істотний вплив на стан зернової маси є вологість. Лише досконале вивчення цього питання може забезпечити оптимальні умови для зберігання зерна без погіршення якості [5,6]. Однак до цього часу гігроскопічні властивості маку вивчені недостатньо.

Тому визначення фізичних та гігроскопічних властивостей та обґрунтування на їх основі раціональних методів і режимів термічної обробки і зберігання маку, як дрібнонасінневої культури, є актуальними завданнями.

Метою роботи є дослідження фізичних, механічних та гігроскопічних властивостей маку як об'єкта післязбиральної обробки та зберігання.

Методика дослідження. Фізичні, механічні показники визначали за допомогою стандартних методів і методами, що використовуються у науково-дослідницькій роботі та ДСТУ [4-6]. Гранулометричний склад зернової маси визначали на підставі геометричних розмірів зернин вимірюванням вибірки із 100 зерен. Гігроскопічні властивості маку визначили за [7] при температурі повітря +0, +20, +30 °С та відносній вологості зовнішнього повітря від 20 % до 90 % з інтервалом у 10 %.

Найбільш надійним і швидким методом визначення рівноважної вологості є динамічний метод. Сутність методу у тому що крізь зразок зерна проходить потоком повітря певної відносної вологості. Для цього досліджуваній зразок насіння поміщують у U-подібну трубку, через яку протягують повітря з певною відсною вологістю за допомогою водоструминного насоса з об'ємними витратами 1,5...2,0 м³/хв. Нагрівання повітря до заданої температури відбувається за допомогою нагрівача і контролюється термометром. Повітря проходить ряд послідовно з'єднаних склянок Тищенко, наповнених розчином сірчаної кислоти відповідної концентрації. U-подібну трубку за допомогою затискачів від'єднують від установки та періодично зважують на технічних вагах до постійного значення маси наважки і визначають рівноважну вологість насіння.

При визначенні рівноважної вологості динамічним методом тривалість досліду в порівнянні з тензометричним методом значно скорочується і дає можливість визначати рівноважну вологість при більшому діапазоні температур.

Результати дослідження. На першому етапі роботи було досліджено фізико-механічні властивості маку в діапазоні зміни його вологості від 6 % до 22 %. Результати дослідження наведено у табл. 1.

Відомо, що шпаруватість (відношення об'єму міжзернового простору до всього об'єму зернової маси) суттєво впливає на теплопровідні та сорбційні властивості сипкої зернової маси, що особливо важливо при зберіганні. Чим менше шпаруватість, тим більша щільність укладання, тобто більша насипна маса одиниці об'єму.

Сипкість зернової маси характеризується коефіцієнтами зовнішнього і внутрішнього тертя, що визначається шляхом вимірювання кутів тертя і природного відкосу. Досліджувані зразки маку можна віднести до добре сипких продуктів, оскільки в них кут природного укосу не більше 29 градусів. Збільшення вологості насіння призводить до зменшення його сипкості [2].

Для вибору ефективних режимів термічної обробки зерна (сушіння, активного вентилявання) необхідно враховувати аеродинамічні властивості зерна, що характеризуються швидкістю витання, яка для маку складає 4,05...4,69 м/с і при збільшенні початкової вологості збільшується.

Таблиця 1 – Фізико-механічні властивості насіння маку

Найменування показника	Зразок № 1	Зразок № 2	Зразок № 3	Зразок № 4	Зразок № 5
Масова частка вологи, %	6,0	10,0	14,0	18,0	22,0
Натура (об'ємна маса), кг/м ³	606	594	586	578	574
Маса 1000 зерен, г	0,46	0,46	0,48	0,49	0,50
Шпаруватість, %	47,4	48,3	49,7	52,8	54,1
Швидкість витання, м/с	4,05	4,20	4,36	4,53	4,69
Кут природного відкосу, град.	25	25	27	28	29
Коефіцієнти зовнішнього тертя спокою:					
по пластмасі	0,2460	0,2464	0,2478	0,2510	0,2518
по сталі	0,2462	0,2464	0,2482	0,2518	0,2522
по гумі	0,2462	0,2466	0,2480	0,2518	0,2526
Коефіцієнт зовнішнього тертя в русі	0,2460	0,2428	0,2502	0,2516	0,2517

З наведених даних (табл. 1) видно, що підвищення вологості маку приводить до зменшення натури та збільшення маси 1000 зерен, шпаруватості, швидкості витання, кута природного відкосу.

При визначенні розмірів місткостей, діаметрів самопливів, матеріалопроводів пневмотранспорту, а також при розрахунках термодинамічного характеру використовуються такі показники: форма, об'єм і поверхня одиничних зерен [5].

Зерно маку за формою відрізняється від шару. Ступінь цієї відмінності оцінюється сферичністю ψ , що представляє собою відношення площі поверхні кулі F_k , що дорівнює за об'ємом зернині, до дійсної поверхні зернини F_z . Зміни в розмірах впливають на такі показники як об'єм зернини V_z , площу зовнішньої поверхні F_z , сферичність ψ і питомої поверхні (відношення V_z/F_z) зернини, відображається на вирівняності за крупністю, а останнє, як відомо, визначає ефективність ведення технологічного процесу [4, 5].

Геометричні параметри зразків, що вивчалися у порівнянні з іншими культурами [3], наведено у табл. 2.

Для характеристики гранулометричного складу дисперсного матеріалу, що складається з часток неправильної форми, звичайно вводять поняття еквівалентний діаметр d_e , що визначається як діаметр шару з об'ємом, який дорівнює об'єму зернівки. Визначення питомої поверхні a_0 (м²/м³), тобто відношення поверхні зернини F_z до їх об'єму V_z , для частинок неправильної форми становить значні труднощі через складність визначення зовнішньої і внутрішньої поверхні зерен і залежності від шпаруватості [2-4].

Таблиця 2 – Геометричні показники насіння маку

Показники	Масова частка вологи (вологість), %				
	6	10	14	18	22
Довжина l , мм	1,05	1,05	1,11	1,11	1,12
Ширина a , мм	0,41	0,42	0,44	0,44	0,44
Товщина b , мм	0,40	0,41	0,42	0,42	0,42
Об'єм зернини V_z , мм ³	0,08	0,08	0,10	0,10	0,11
Площа зовнішньої поверхні F_z , мм ²	1,06	1,10	1,18	1,18	1,19
Сферичність ψ	0,30	0,30	0,29	0,28	0,27
Еквівалентний діаметр d_e , мм	0,53	0,54	0,57	0,58	0,59
Питома поверхня a_0 , (м ² /м ³)	13,45	13,11	12,21	12,21	10,99

Геометричні розміри зерна дозволяють моделювати процеси сепарування, вентилявання, сушіння, підбирати режимні параметри транспортувальних і здрібнювальних та інших машин.

В процесі переробки зерна важливе значення має сорбція (десорбція) парів води, оскільки маса сорбованої води визначає вологість продукту, від якої в свою чергу, суттєво залежать фізичні і технологічні властивості зерна і зернопродуктів [5].

На другому етапі досліджень визначали рівноважну вологість w_p , яка є однією з основних характеристик гігроскопічних властивостей зерна. Зернини всіх культур, як гігроскопічні речовини, поглинають пару води з навколишнього середовища. Кількість вологи, що поглинається, залежить від таких основних факторів, як температура t та відносна вологість ϕ зовнішнього повітря, вид зернової культури та її вологість w .

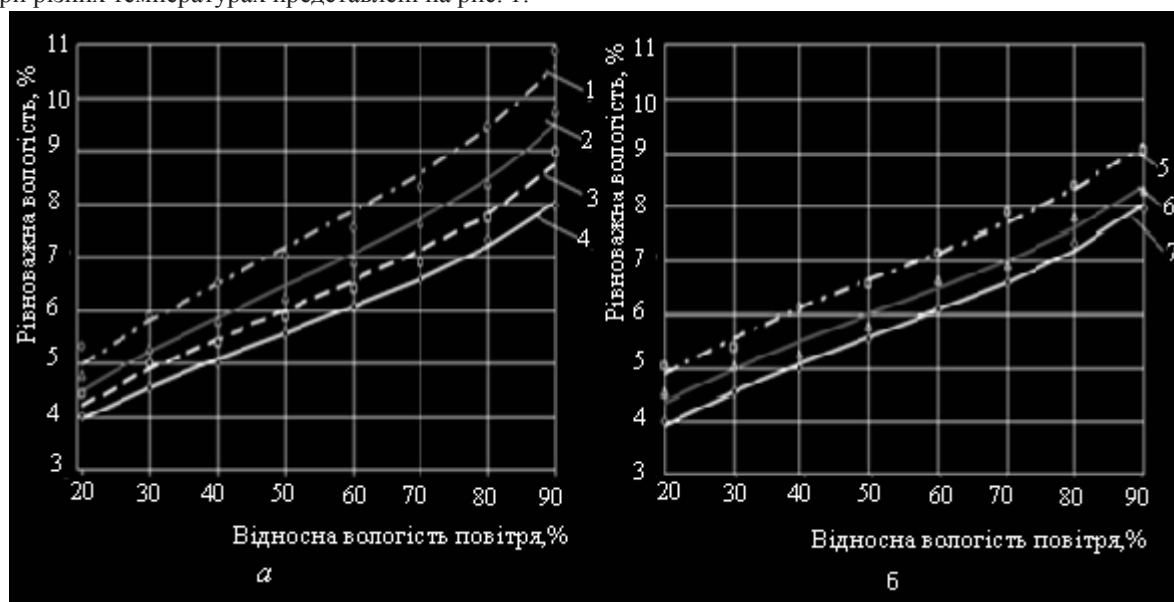
Результати визначення рівноважної вологості насіння маку динамічним методом наведено у табл. 3.

Таблиця 3 – Рівноважна вологість насіння маку

Параметри повітря		Початкова вологість насіння маку w , %			
		6,0	12,0	16,0	22,0
температура t , °C	відносна вологість ϕ , %	Рівноважна вологість w_p , %			
30	20	3,95	4,21	4,49	4,97
	30	4,56	4,88	5,21	5,78
	40	5,08	5,45	5,85	6,49
	50	5,57	6,00	6,45	7,16
	60	6,07	6,54	7,06	7,84
	70	6,59	7,12	7,71	8,56
	80	7,20	7,79	8,46	9,39
20	20	4,37	4,31	4,96	5,37
	30	4,98	5,00	5,68	6,19
	40	5,51	5,59	6,30	6,89
	50	5,99	6,15	6,88	7,55
	60	6,48	6,72	7,46	8,22
	70	6,99	7,32	8,07	8,92
	80	7,58	8,02	8,78	9,73
0	20	4,90	4,86	5,08	5,46
	30	5,55	5,55	5,87	6,33
	40	6,11	6,15	6,56	7,08
	50	6,63	6,72	7,21	7,80
	60	7,14	7,27	7,86	8,52
	70	7,68	7,86	8,55	9,28
	80	8,30	8,54	9,35	10,17
	90	9,14	9,46	10,45	11,39

Аналізуючи дані табл. 3., видно, що з підвищенням вологості зерна рівноважна вологість зростає, також вона зростає із підвищенням відносної вологості повітря та його температури.

Найбільш повною характеристикою гігроскопічних властивостей є ізотерма сорбції – залежність рівноважної вологості насіння w_p від відносної вологості повітря ϕ . Дослідні ізотерми сорбції насіння маку при різних температурах представлені на рис. 1.



Початкова вологість маку: 1 – 22 %; 2 – 16 %; 3 – 12 %; 4 – 6,3 %;
Температура насіння маку: 5 – 0 °C; 6 – 20 °C; 7 – 30 °C.

Рис. 1 – Ізотерми сорбції маку при різних значеннях вологості (а) та температури (б) насіння

Встановлено, що при всіх досліджуваних значеннях вологості насіння маку рівноважна вологість при температурі повітря 0 °С має найбільше значення, найменше значення при температурі 30 °С.

Висновки

1. Визначені основні фізико-технологічні властивості маку – маса 1000 зерен, натура, масова частка вологи, кут природного укусу, коефіцієнти зовнішнього тертя в стані спокою і руху, сипкість, шпаруватість, які впливають на зберігання і первинну обробку зерна. Встановлені можливі діапазони їх змін.
2. Встановлено, що з підвищенням вологості зерна рівноважна вологість зростає, також вона зростає із підвищенням відносної вологості повітря та його температури.
3. Дослідження фізико-механічних та гігроскопічних властивостей насіння маку дозволяють обґрунтувати раціональну технологічну схему і режими його післязбиральної обробки.

Література

1. Носенко, Ю. Мак масличный – прибыль гарантирована [Текст] / Ю. Носенко // Зерно. – № 12. – 2007. – С. 46-52.
2. Вобликов, Е.М. Послеуборочная обработка и хранение зерна: учебник. [Текст] / Е.М. Вобликов, В.А. Буханцов, Б.К. Маратов, А.С. Прокопе. – Ростов н/ Д: издательский центр «МарТ», 2001. – 240 с.
3. Овсянникова, Л.К. Порівняльний аналіз дрібнонасіньневих культур на основі статистичних характеристик їх розмірів [Текст] / Л.К. Овсянникова, С.С. Орлова, О.Г. Соколовська // Наук. праці ОНАХТ. – Вип. 36, т. 1. – О., 2009. – С. 72-76.
4. Зверев, С.В. Физические свойства зерна и продуктов его переработки: учебник [Текст] / С.В. Зверев, Н.С. Зверева. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 176 с.
5. Егоров, Г.А. Влияние тепла и влаги на процессы переработки и хранения зерна [Текст] / Г.А. Егоров. – М.: Колос, 1973. – 264 с.
6. Анискин, В.И. Гигроскопические свойства зерна различных культур [Текст] / В.И. Анискин, Г.С. Окунь, А.Г. Чижиков. – М.: ЦИНТИ Госкомзаг, 1967. – 86 с.
7. Старобудцева, А.И. Практикум по хранению зерна: учебник. [Текст] / А.И. Старобудцева, В.С. Сергунов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 192 с.

УДК 664.726

ОГЛЯД УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ПІСЛЯЖНИВНОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНА

Гросул Л.Г., д-р техн. наук, професор; Гапонюк О.І., д-р техн. наук, професор;
Яцкова Т.Й., канд. техн. наук
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Стаття містить порівняльний аналіз устаткування для очищення свіжо-зібраного зерна та напрямки його удосконалення з метою зниження непродуктивних витрат теплової та електричної енергії, скорочення витрат на експлуатацію та підвищення якості післязбиральної обробки оберемків.

The article contains a comparative analysis of equipment for rectification of just harvested grain. It contains also directions of improvement of equipment. The aim is the reduction of unproductive heat and electric energy consumption; a reduction of expenses for exploitation; an increase of the quality of treatment of grain after harvesting.

Ключові слова: зерно, ворох, домішки, сепарування

Однією з головних умов підвищення рівня сільськогосподарського виробництва є ріст ефективності використання техніки для післязбиральної обробки врожаю на базі застосування сучасних методів і засобів інтенсифікації відповідних технологічних процесів. У зв'язку з цим все більшої актуальності набуває проблема вдосконалення зерноочищувальних сушильних комплексів (КЗС, ЗАВ і т.ін.) .

Ці методи і засоби вимагають удосконалення виробництва шляхом впровадження енергозбережної технології післязбиральної обробки зерна, зниження частки зерна, яке надходить на фураж, і поліпшення техніко-експлуатаційних показників. Перш за все необхідно вдосконалити технологічні схеми комплексів, у яких необхідно враховувати: