

УДК 664.72

Гапонюк І.І., д.т.н.,

Буляндра О.Ф., д.т.н.,

Харченко В.Г.

Національний університет харчових технологій (НУХТ), м. Київ, Україна

СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА РІЗНОЇ ВОЛОГОСТІ

Вступ. У виробничій діяльності вологість зерна зібраного урожаю може змінюватися в широкому діапазоні. Найбільший діапазон вологості характерний для пізніх культур. Так відносна вологість (вологість) кукурудзи зібраного урожаю може змінюватися від 20...30 %, в посушливі роки, до 45...50 % і більше – у періоди з надмірними опадами. Впродовж останніх, 2010 – 2014, років середньозважена вологість зібраного зерна коливалася в межах 30...35 %.

Для приведення зерна в стійкий стан зберігання його, поряд з іншими технологічними операціями, зневоджують до так називає мого критичного вологовмісту. Для зерна кукурудзи це 14 %.

Актуальність. У виробничій діяльності маємо зерно різної вологості. Для транспортно-технологічних завдань важливо враховувати особливості структурно-механічних властивостей зерна різної вологості. Очевидним є і те, що зерно різної вологості має різний об'єм, що також слід враховувати при його зберіганні. Особливо це стосується питань розміщення на зберігання зерна, гравітаційного переміщення і його сепарування.

Матеріали та методи. Прикладні дослідження, математичні, статистичні.

Результати та обговорення. Дослідження були виконані на кафедрі технології зберігання і переробки зерна. Зерно кукурудзи урожаю 2015 року очищали й поділяли на фракції за розміром на лабораторному ситовому сепараторі. Крупну фракцію (КФ) отримували сходом з сита Ø12, середню (СФ) – проходом Ø12 і сходом Ø6 і дрібну (ДФ) – проходом сита Ø6 мм. Вихідні дані для зерна різних фракцій представлено в табл.1.

Таблиця 1 – Вихідні структурно-механічні властивості зерна кукурудзи

Фракція	Сита	Вологість W_0 , %	Маса 1000 зерен, г	Об'єм 1000 зернин, см ³	Густина ρ , кг/м ³
Крупна	-/Ø12	11,8	372	310	1200
Середня	Ø12/Ø6	11,8	203	180	1190
Дрібна	Ø6/-	11,8	108	90	1205

Розміри зернин, їх відносну вологість, масу 1000 зерен і об'єм встановлювали прямими вимірами. Інші показники – розрахунковим способом.

В таблиці 2 представлено порівняльні показники сухого (критичної вологості) і вологого зерна кукурудзи.

За результатами досліджень встановлено складну залежність структурно-механічних властивостей тіла зернини від його вологості. Із зростанням вологості зернин на 1 %, маса їх відповідно зростає такою на 1 %, що й очевидно. Проте об'єм тіла зернини на кожен відсоток збільшення вологості зростає нерівномірно для зернин різних розмірів. Для зернин крупної фракції зростання об'єму є найбільшим і становить 3,2 % на кожен відсоток збільшення вологості зерна. Середньої фракції це збільшення є дещо меншим, порівняно із крупною фракцією, і становить 1,8 %. А для найменших зернин дрібної фракції зростання об'єму лише в межах 1,5 % на кожен відсоток збільшення його вологості, що є вдвічі меншим від крупних зернин.

Із наведених в таблиці 2 даних видно, що із збільшенням вологості зерна густина його не лише не зростає, а зменшується. Це протирічить розрахунковим даним, виконаним за законом Копа. Оскільки очевидним є те, що із заміщенням легшої частки складової зернини,

у нашому випадку газоподібної в порах тіла зернини, на важчу (вологу) – густина мусить пропорційно зростати. Проте в прикладних дослідженнях спостерігаємо зворотне. І чим менші розміри тіла зернини, тим суттєвішою є зворотна залежність густини тіла від його вологості. Для зернин крупної фракції зменшення густини становить лише 0,9 % на кожен відсоток зростання відносної вологості. Середньої фракції – 3,5 %, а дрібної – аж 10 % зменшення густини на кожен відсоток зростання вологості. Скоріше за все це можна пояснити складними процесами структурних змін скелету тіла зернини пов'язаних із нерівномірним збільшенням об'єму тіла зернин при зростанні їх вологості.

Таблиця 2 – Порівняльні показники зерна кукурудзи різної вологості

Показники	Од. виміру	Вологість крупної фракції		Вологість середньої фракції		Вологість дрібної фракції	
		W = 11,8 %	W = 30,1 %	W = 11,8 %	W = 30,5 %	W = 11,8 %	W = 32,2 %
Маса 1000 зерен	кг	0,372	0,439	0,203	0,241	0,108	0,130
Приріст маси 1000 зерен	кг/%		0,67/18,0		0,38/18,7		0,22/20
Об'єм 1000 зерен	м ³	3,1·10 ⁻⁴	3,6·10 ⁻⁴	1,8·10 ⁻⁴	2,1·10 ⁻⁴	0,9·10 ⁻⁴	1,2·10 ⁻⁴
Приріст об'єму	м ³ /%		0,5·10 ⁻⁴ /16,1		0,3·10 ⁻⁴ /16,7		0,3·10 ⁻⁴ /33
Густина зернин	кг/м ³	1200	1189	1190	1148	1205	1083
Приріст густини	(кг/м ³)/%		-11/(-0,9)		-42/(-3,5)		-122/(-10,1)
Кут зовнішнього тертя	град	16...20	16...22	16...20	16...22	16...20	17...21

Висновки

1. Структурно-механічні властивості зернин різних розмірів однієї і тієї самої культури змінюються неоднаково із зміненням їх вологості.
2. Кут зовнішнього тертя для зернин кукурудзи різних розмірів не особливо залежить від вологості, а більшою мірою – від форми та стану поверхні тіла зернин.
3. Маса зернин різних фракцій суттєво відрізняється. Зернини дрібної фракції в 3,4 рази легші крупної фракції, а їх об'єм відповідно менший.
4. Зростання об'єму тіла зернин дрібної фракції на кожен відсоток зростання його вологості вдвічі перевищує цей показник зернин крупної фракції.
5. Густина зернин дрібної фракції більш суттєво залежить від вологості і на порядок стрімкіше зменшується порівняно із зернинами крупної фракції.

Література

1. Гапонюк І.І. Сипкість зерна і сепарація // The Ukrainian Farmer.–липень 2013–С.80–81;
2. I.Garonyuk. ENERGY-SAVING TECHNOLOGY OF THE MOIST GRAIN SEPARATION // The second north end east European congress on food. – may 2013 – NUFT, Kyiv, Ukraine – P. 206;
3. Гросул Л.Г. Механіко-технологічні основи процесів та агрегатного устаткування для виробництва круп// Автореф. дис. доктора техн. наук – Одеса, ОДАХТ, 2002, – 37с.
4. Тищенко Л.М. Интенсификация сепарирования зерна// – Харьков: – Основа. – 2004. – 222 с.