

**МАШИНИ І ЗАСОБИ МЕХАНІЗАЦІЇ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА**

УДК 519.677

**ВИЗНАЧЕННЯ ВАЖЛИВОГО ФАКТОРА ЯКОСТІ ПШЕНИЦІ
У ПРОЦЕСІ ЗБЕРІГАННЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ
ОХОЛОДЖЕННЯ**

Кюрчев С.В., к.т.н., професор,

Кюрчева Л.М., к.с.-г.н., доц.,

Верхоланцева В.О., к.т.н., ст.викл.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-13-06

Анотація – у статті розглядається прилад для вимірювання індекса деформації клейковини, та визначення параметрів оптимізації для зберігання зерна в охолодженому стані. У результаті проведених досліджень в якості факторів розглядали термін зберігання і середню температуру. Це дає можливість прогнозувати технологічні показники, що визначають хлібопекарські властивості зерна пшениці, зокрема, індекс деформації клейковини. Представлені лінійні та параболічні залежності для кожного із показників за допомогою програми MathCad. Аналізувалися умови для двох зерносховищ та температури від 0...7⁰С та 7...14⁰С.

Ключові слова – зерносховище, зернова маса, пшениця, індекс деформації клейковини, процес, зберігання.

Постановка проблеми. Одним з основних напрямків розвитку харчової промисловості є створення високоефективних екологічно безпечних технологій продуктів харчування із зернової сировини з якісною харчовою і біологічною цінністю.

Питанням теорії сушіння, охолодження та пошуку технологічних прийомів сушіння, вивченню властивостей зерна, проектування ефективнішої сушильної техніки присвячені роботи Максимова М.М., Захарченко В.І., Еркан Ф.І., Лисих І.Г., Полуектова В.М., Ровного Г.О., Фрегер Ю.Л., Жукова М.О., Авдеева О.В., Hoffman H., Cleve H., Dohler H., Fans D. та ін. Аналіз цих робіт показав, що більшість з них відноситься до розробки технології і техніки для сушіння зерна з вихідною вологістю до 20 %. Проблема

залишається актуальною і в даний час. Було відзначено, що на клейковину в основному впливає порушення процесів зберігання та сушіння зернах [1,4].

Аналіз останніх досліджень Проблемою зберігання зерна займалися багато вітчизняних і зарубіжних дослідників. Аналіз розроблених ними способів зберігання, в тому числі застосування рециркуляції зернових сумішей з різним співвідношенням сухого і вологого зерна, показує широку спрямованість виконаних досліджень, але потребує більш детальнішого дослідження, тому проблема залишається актуальною і в даний час. Вирішити це завдання успішно можна тільки із застосуванням відповідних методів підготовки продукту та закладання і збереження його у необхідних умовах. [2].

Постановка завдання. Метою даної роботи є дослідження індекса деформації клейковини на приладі ІДК-1 у процесі зберігання із застосуванням охолодження.

Основна частина. Збільшення обсягів надходження зерна на хлібоприймальні підприємства у всі скорочуються терміни, підвищення вологості заготовлюваного зерна в результаті прибирання вимагає застосування нових методів для забезпечення його збереження. Одним з таких методів є зберігання зерна в охолодженому стані.

Для експерименту використовувалися два зерносховища (зерносховище № 1, зерносховище № 2) , де застосовувалося охолодження , і третє (№ 3) без охолодження. У зерносховищі № 1 підтримували температуру зерна в межах від 0...7⁰С, а в зерносховищі № 2 температуру зерна знаходилася у діапазоні від 7...14⁰С .

При дослідженні був використаний стандарт України про технічні умови пшениці ДСТУ 3768:2010, на підставі якого визначено показники, що впливають на якість пшениці і якість хліба при умовах зберігання [2,6] .

Для виміру індекса деформації клейковини був використаний прилад ІДК-1 (рис. 1), принцип і метод роботи якого засновані на вимірі величини залишкової деформації проби клейковини після дії тарованого навантаження (пуансона) протягом заданого часу (30 с).

Індикатор деформації клейковини ІДК-1М – механічний прилад із стрілочним індикатором умовних одиниць пружності та невеликими елементами електроніки (елементи контролю і управління, елементи сигналізації). Величина деформуючого навантаження – 120 гс.

Прилад призначений для визначення якості клейковини пшениці і пшеничної муки хлібопекарського і макаронного розмелу за її здатністю чинити опір деформуючому навантаженню стискання

двома площинами і фіксованим часом дії, згідно до ГОСТ 13586.1-68 та ГОСТ 27839-88.

Оцінка пружності клейковини розпочинається з увімкнення приладу для його підігріву за 15-20 хв. до початку. Потім відбирають наважку 4 г клейковини з відмитої проби та скачують у кульку, яку завантажують у чашку з водою на 15 хв. Далі треба натиснути кнопку 6 та підняти пуансон у верхнє положення, у центр столика 8 покласти клейковину, натиснути кнопку 2 і відпустити її. Через 30с після загорання лампочки 5 зняти показання зі шкали індикатора 4.



1 – кнопка вмикання; 2 – кнопка «Пуск»; 3 – «калібрування» стрілки амперметра; 4 – шкала індикатора; 5 – лампочка «Відлік»; 6 – кнопка «Гальмо»; 7 – падаючий вантаж (пуансон); 8 – столик для кульки клейковини.

Рис. 1. Прилад ІДК-1.

Головними технологічними показниками, що визначають хлібопекарські властивості зерна пшениці, є масова частка білка і сирої клейковини, а також якість клейковини [1,2,7].

Під клейковиною розуміють білкові речовини зерна, здатні при набуханні у воді утворювати зв'язну еластичну масу. Її виділяють з тіста відмиванням водорозчинних речовин, крохмалю та клейковини. Клейковина, відмита з шматочка тіста, називається сирою. У ній міститься до 70% води, при перерахунку на суху речовину 82 - 88% клейковини складають білки - гліадин і глютенін. Вміст сирої клейковини приблизно в два рази перевищує вміст білка [1,3].

Залежно від показань приладу клейковина за якістю ділиться на три групи: I - хорошої якості; II - задовільної; III - незадовільної.

Зерно пшениці з клейковиною III групи не придатне для хлібопечіння. На кількість і якість клейковини впливають такі фактори: сортові особливості; технологія обробітку пшениці (попередники, строки сівби, рівень азотного живлення); погодні умови в період дозрівання зерна і збирання врожаю; несприятливі дії, які зерно відчуває при вирощуванні (ураження шкідливим клопом-

черепашкою), зберіганні (проростання і самозігрівання) і обробці (перегрів при сушінні) [1,2,4,5].

За хлібопекарськими властивостями м'яку пшеницю поділяють на три групи: сильна, середня і слабка.

Клейковина високої якості має світло-сірий або світло-жовтий колір. Темні тони у забарвленні з'являються внаслідок несприятливих впливів на зерно при дозріванні, обробці (перегрів при сушінні) або зберіганні.

Досліджень, пов'язаних з охолодженням зерна і визначенням впливу обраних режимів зберігання на якість клейковини, у відомих роботах не було.

Частні коефіцієнти кореляції [1] обчислені за формулами (1), (2), а сукупний - за формулою (3).

У результаті проведених досліджень у якості факторів розглядалися термін зберігання (фактор x_1) і середня температура (фактор x_2). Отримана лінійна і параболічна залежність для клейковини пшениці (y) [1,6].

$$R_{x_1,y(x_2)} = \frac{R_{x_1,y} - R_{x_1,x_2}R_{x_2,y}}{\sqrt{(1-R_{x_1,x_2}^2)(1-R_{x_2,y}^2)}} , \quad (1)$$

$$R_{x_2,y(x_1)} = \frac{R_{x_2,y} - R_{x_1,x_2}R_{x_1,y}}{\sqrt{(1-R_{x_1,y}^2)(1-R_{x_1,x_2}^2)}} , \quad (2)$$

$$R_{x_1,x_2(y)} = \frac{R_{x_1,x_2} - R_{x_1,y}R_{x_2,y}}{\sqrt{(1-R_{x_1,y}^2)(1-R_{x_2,y}^2)}} . \quad (3)$$

У ході експерименту були отримані дані щодо індексу деформації клейковини пшениці, які надалі заносяться у таблицю 1.

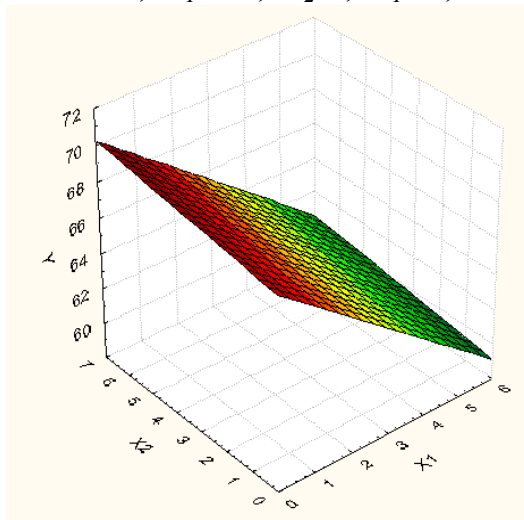
Таблиця 1- Значення індексу деформації клейковини пшениці при зберіганні в першому зерносховищі із застосуванням охолодження.

Термін зберігання, місяц	Середня температура зерна в зерносховищі, $t_{cp}^{\circ C}$	Індекс деформації клейковини, %
1	7	68
2	5	68
3	4	65
4	3	62
5	0	60
6	0	60

Для даних першого зерносховища можна зробити висновок згідно отриманих числових характеристик, ІДК пшениці (Y) -

коливається: $63,83\% \pm 3,71$, тобто $65,66 - 66,0\%$. При цьому спостерігається сильний спадний зв'язок з терміном зберігання (фактор x_1), і сильний зростаючий зв'язок з середньою температурою зерна (фактор x_2)[1].

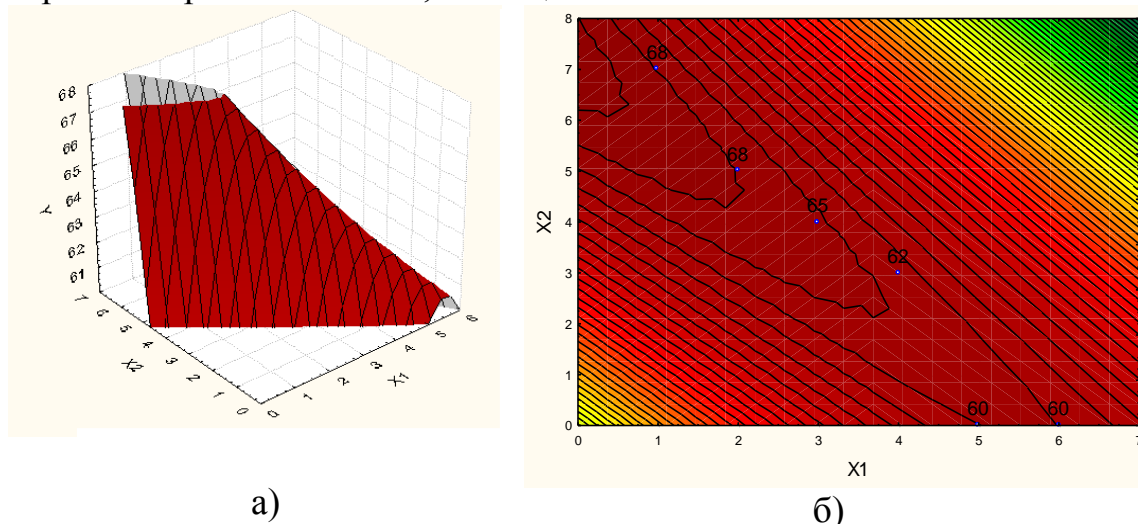
Рівняння моделі лінійної та нелінійної залежності мають вигляд для лінійної характеристики $Y = 68,7955 - 1,61x_1 - 0,04x_2$, для криволінійної - $Y = -45 + 38,5x_1 + 33,5x_2 - 3,5x_1^2 - 5,8571x_1x_2 - 2,3571x_2^2$



x_1 - термін зберігання; x_2 - середня температура зерна в зерносховищі; Y - ІДК пшениці.

Рис. 2. Поверхня лінійної залежності - індексу деформації клейковини пшениці для зерносховища № 1.

Індекс деформації клейковини $60,9\%$, температурі 0°C при терміні зберігання після $5,5$ місяців.



а)

б)

x_1 - термін зберігання; x_2 - середня температура зерна у зерносховищі; Y - ІДК пшениці.

Рис. 3. Поверхня і лінії рівня параболічної залежності (а), лінії рівнів (б) - індексу деформації клейковини пшениці для зерносховища № 1.

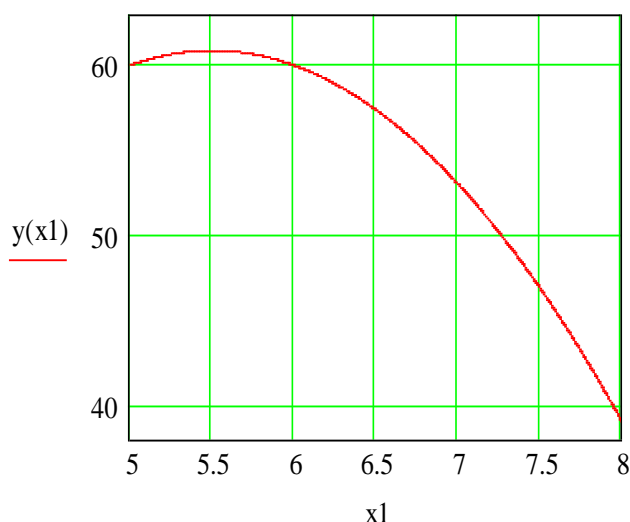


Рис. 4. Графік залежності ІДК після 5,5 місяців зберігання при температурі 0⁰С (зерносховище № 1).

Для визначення індексу деформації клейковини в другому зерносховищі побудуємо матрицю.

Таблиця 2- Значення індексу деформації клейковини пшениці при зберіганні в другому зерносховищі із застосуванням охолодження

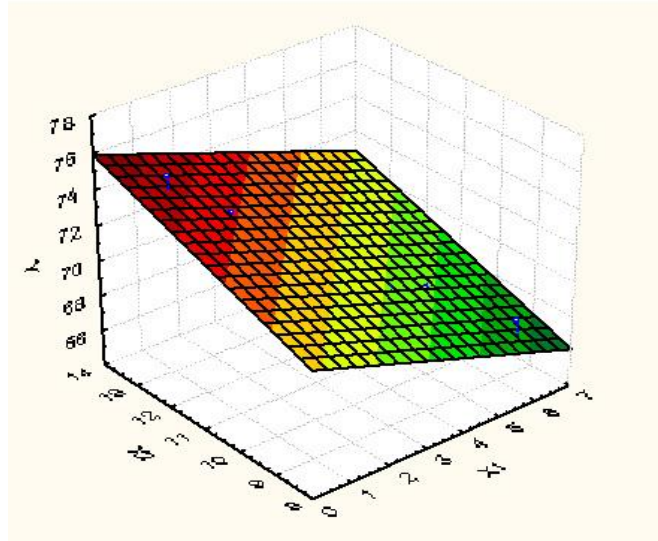
Терміни зберігання, місяць	Середня температура зерна в зерносховищі, $t_{cp}, ^\circ C$	ІДК, %
1	13	75
2	12,3	73
3	12	72
4	10	69
5	10	69
6	8,5	68

За допомогою значень, отриманих під час експерименту, створюємо матрицю.

Для даних другого зерносховища можна зробити висновок згідно отриманих числових характеристик, ІДК пшениці по другому складу (Y) - коливається: $71,0\% \pm 2,76$, тобто 68,24 - 73,76%. При цьому спостерігається сильний спадний зв'язок з терміном зберігання (фактор x_1), і сильний зростаючий зв'язок з середньою температурою зерна у зерносховищі(фактор x_2)[1,5].

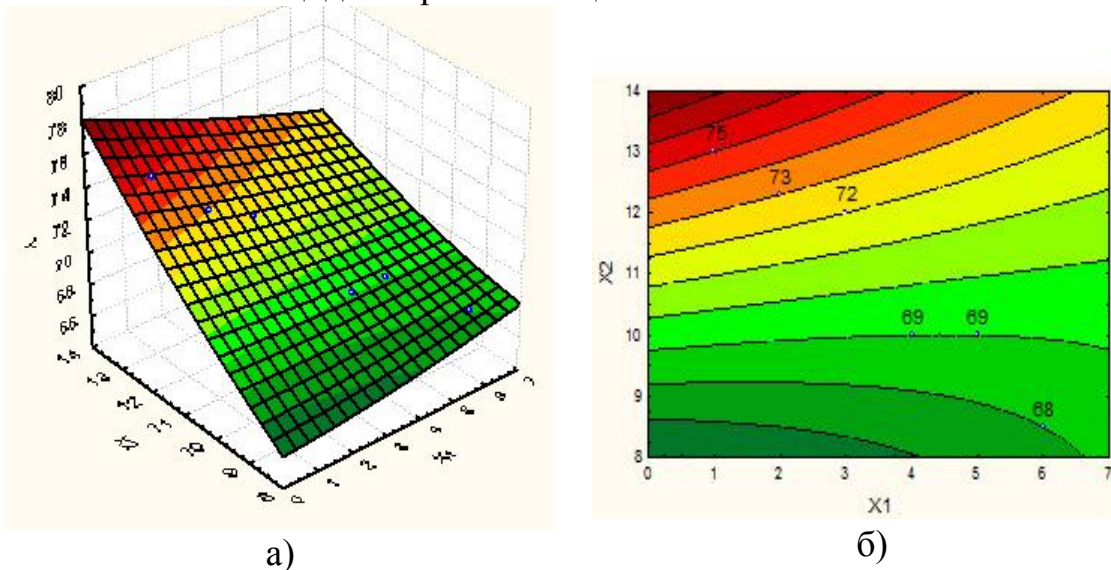
Рівняння даної моделі лінійної та нелінійної залежності набудуть вид для лінійної характеристики - $Y = 64,83 - 0,72x_1 + 0,79x_2$, для криволінійної -

$$Y = 57,32 + 1,61x_1 + 0,55x_2 + 0,0235x_1^2 - 0,18x_1x_2 + 0,067x_2^2$$



x_1 - термін зберігання; x_2 - середня температура зерна в зерносховищі;
 Y - ІДК пшениці.

Рис. 5. Поверхня лінійної залежності - індексу деформації клейковини пшениці для зерносховища № 2.



x_1 - термін зберігання; x_2 - середня температура зерна в зерносховищі;
 Y - ІДК пшениці.

Рис. 6. Поверхня і лінії рівнів параболічної залежності (а), лінії рівнів (б) - індексу деформації клейковини пшениці для зерносховища № 2.

Зберігання після 3 місяців при температурі не нижче 8,5 градусів (ІДК - 70%). Зберігання 6 місяців при температурі 8,5 градусів (ІДК - 75%).

У результаті проведених досліджень у якості факторів розглядали термін зберігання (фактор x_1) і середню температуру (фактор x_2). Отримано лінійну і параболічну залежності для клейковини пшениці (Y) (таблиця 3).

Таблиця 3 - Лінійна і параболічна залежності для результуючої ознаки.

Індекс деформації клейковини(Y)		
Зерносховище №1	Лінійна	Криволінійна
t=0 – 7 ⁰ C	$Y = 68,7955 - 1,61x_1 - 0,04x_2$	$Y = -45 + 38,5x_1 + 33,5x_2 - 3,5x_1^2 - 5,8571x_1x_2 - 2,3571x_2^2$
Зерносховище №2		
t=7 – 14 ⁰ C	$Y = 64,83 - 0,72x_1 + 0,79x_2$	$Y = 57,32 + 1,61x_1 + 0,55x_2 + 0,0235x_1^2 - 0,18x_1x_2 + 0,067x_2^2$

Висновки. Таким чином, можна зробити висновок, що для зерносховища №1 (у якому температура знаходилась у діапазоні від 0-7⁰C) та для зерносховища №2 (температура якого знаходилась у діапазоні від 7 – 14⁰C) спостерігається незначне зміння індексу деформації, тому підтримка такого режиму є більш актуальною.

Література:

1. *Верхоланцева, В.О.* Обґрунтування режимних параметрів охолодження зернової сировини у процесі зберігання: дис. кандидата техн. наук : 05.18.12 / Верхоланцевої Валентини Олександрівни. – Вінниця, 2016. – 200 с.

2. *Ялпачик, В.Ф.* Визначення індексу деформації клейковини пшениці за допомогою програми MathCad./ В.Ф. Ялпачик, С.В. Кюрчев, В.О. Верхоланцева // Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності: Міжнародна науково-практична конференція, 8-11 вересня 2015р.: [тези] / редкол.: Кюрчев В.М., Черевко О.І. [та ін..]. – Харків: ХДУХТ, 2015. – С. 345 –346..

3. *Кюрчев, С.В.* Визначення параметрів оптимізації процесу охолодження зерна./ С.В. Кюрчев, В.О. Верхоланцева // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. – Харків: ХНТУСГ ім.Петра Василенка, 2015. – Вип. 163. – С. 228 – 239.

4. *Вобликов, Е.М.* Технологія хранения зерна /Е.М. Вобликов. Учебн.для вузов. Под ред. Е.М. Вобликова. – СПб.: Издательство «Лань»,2003. – 448с.

5. Системи та засоби захисту зернових запасів: навч. посібник / *Чурсінов Ю.О, Черних С.А., Кошулько В.С.* – Дніпропетровськ: ДДАУ, 2009. –313 с.

6. *Kiurchev, S.* Linear and nonlinear relationship of wheat storage characteristics. / *S. Kiurchev, V. Vercholantseva* // Canadian Scientific Journal, ISSUE 1. 2015: VOLUME 2, 10 – 15pp.

7. Скалецька, Л.В. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва. Практикум :Навчальний посібник / Л.В. Скалецька, Т.М. Духовська, А.М.Сеньков. – К.: Вища школа, 1994. – 303с.: ил.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВАЖНОГО ФАКТОРА ПШЕНИЦЫ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ

Кюрчев С.В., Кюрчева Л.М., Верхоланцева В.А.

Аннотация - в статье рассматривается прибор для измерения индекса деформации клейковины и определение параметров оптимизации для хранения зерна в охлажденном состоянии .В результате проведенных исследований в качестве факторов рассматривали срок хранения и средняя температура. Это дает возможность прогнозировать технологические показатели, определяющие хлебопекарные свойства зерна пшеницы, в частности, индекс деформации клейковины. Представленные линейные и параболические зависимости для каждого из показателей с помощью программы MathCad. Анализировались условия для двух зернохранилищ и температуры от 0 ... 7⁰С и 7 ... 14⁰С.

DETERMINATION OF THE IMPORTANT FACTOR OF QUALITY OF WHEAT IN THE PROCESS OF STORAGE WITH COOLING APPLICATION

S. Kiurchev, L. Kiurcheva, V. Verkholantseva

Summary

In the article the device for measuring the gluten deformation index is considered and the optimization parameters for the storage of grain in the cooled state are considered. As a result of the conducted investigations, the storage time and the average temperature were considered as factors. This provides an opportunity to predict the technological parameters that determine the bread-making properties of wheat grain, in particular the gluten-deformation index. Represented linear and parabolic dependencies for each of the indicators using the MathCad program. The conditions for two grain storage and temperature from 0 ... 7⁰С and 7 ... 14⁰С were analyzed.