

Изменение влажности пшеницы при хранении в зернохранилище с применением охлаждения

Ялпачик В.Ф., доктор технических наук, Верхоланцева В.А., аспирантка, Таврический государственный агротехнологический университет

Работа посвящена изучению изменения влажности пшеницы в зернохранилище с применением охлаждения в процессе хранения.

Ключевые слова: зернохранилище, хранение, зерно, пшеница, влажность, температура, результирующие признаки, матрица коэффициентов корреляции, листинг.

The paper is devoted to a change in humidity wheat granary using cooling during storage.

Keywords: granary, storage, grain, wheat, humidity, temperature, the resulting symptoms, the matrix of correlation coefficients, listing.

Для повышения эффективности хранения зерна и максимального сохранения его потребительской ценности необходимо заранее в зависимости от температуры хранения прогнозировать ожидаемый выход зерна на момент снятия его с хранения.

Состояние по влажности используют для размещения и учёта зерна при хранении. Как известно, влажность зерна оказывает исключительно большое влияние на его сохранность. При хранении зерна влажность в нормальных условиях не подвергается резким изменениям; однако благодаря способности поглощать и отдавать влагу зерно может уменьшать или увеличивать влажность при хранении. Особенно значительные колебания влажности зерновой насыпи при хранении могут происходить в верхних слоях в зависимости от температуры и влажности наружного воздуха.

Анализируя причины потерь сельскохозяйственных продуктов, происходящих при хранении, академик А.И. Опарин писал, что они являются непосредственным свидетельством нашего невежества, нашего незнания физиологических и биологических процессов, происходящих в клетках и тканях зерна. Организация рационального хранения зерновых масс и сведение потерь продукции к минимуму становятся возможными лишь на основе знания биологических и биохимических процессов, протекающих в период созревания зерна, его послеуборочного дозревания, а также в период хранения урожая без потерь в количестве и качестве.

Влажность зерна при хранении определяют стандартными методами в соответствии с требованиями ГОСТа.

При закладке зерна на хранение, а также после очистки, сушки и перед отгрузкой проводят полный технический анализ зерна. Влажность хранящегося сухого, средней сухости и охлажденного зерна определяют один раз в месяц, влажного и сырого – один раз в 15 дней, а также после каждого перемещения и активного вентилирования по среднему образцу, отобранному от однородной партии.

Учитывая вышеизложенное, мы задались целью изучить возможность хранения пшеницы в зернохранилище с определенной средой, где основным фактором влияния является охлажденный воздух, найти оптимальные сочетания температуры и срока хранения, которые позволят сохранить количественные и качественные показатели пшеницы.

Для эксперимента использовались два зернохранилища (зернохранилище №1, зернохранилище №2), где применялось охлаждение, и третье зернохранилище (№3) без охлаждения. В зернохранилище №1 поддерживали температуру зерна в пределах 0-7°C, а в зернохранилище №2 температура зерна находилась в диапазоне 7-14°C.

При исследовании был использован стандарт Украины о технических условиях пшеницы ДСТУ 3768:2010, на основании которого определена влажность пшеницы.

В результате проведенных исследований в качестве факторов рассматривались срок хранения (фактор x_1) и средняя температура (фактор x_2), а влажность (Y).

Таким образом, представим матрицу коэффициентов корреляции для первого зернохранилища (табл. 1) и для второго зернохранилища (табл. 2).

■ Таблица 1. Матрица коэффициентов корреляции между факторами и результирующим признаком для первого зернохранилища

Факторы	Результирующие признаки		
	Сроки хранения (x_1)	Средняя температура зерна в зернохранилище	Влажность (Y)
Сроки хранения, месяц - x_1	1,0	-1,0	-0,8
Средняя температура зерна в зернохранилище, tср - x_2	-1,0	1,0	0,8
Влажность, % Y	-0,8	0,8	1,0
Среднее	3,5	3,2	12,3
Стандартное отклонение	1,9	2,8	0,4
Влажность, % Y	-0,8	0,8	1,0
Среднее	3,5	3,2	12,3
Стандартное отклонение	1,9	2,8	0,4

Для данных первого зернохранилища можно сделать вывод согласно полученным числовым характеристикам, что влажность пшеницы (Y) колеблется в пределах $12,3\% \pm 0,4$, то есть 11,9-12,7%, при этом наблюдается сильная убывающая связь со сроком хранения (фактор x_1) и сильная связь, возрастающая со средней температурой зерна (фактор x_2).

Уравнения модели линейной и нелинейной зависимости имеют вид:

Линейная $Y = 12,2 - 0,04x_1 + 0,08x_2$

Криволинейная $Y = -17,5 + 10,65x_1 + 7,3x_2 - 0,95x_1^2 - 1,33x_1x_2 - 0,43x_2^2$

Поверхности линейной и криволинейной зависимости математической модели для влажности пшеницы – зернохранилище №1 – представлены на рис. 1 и рис. 2.

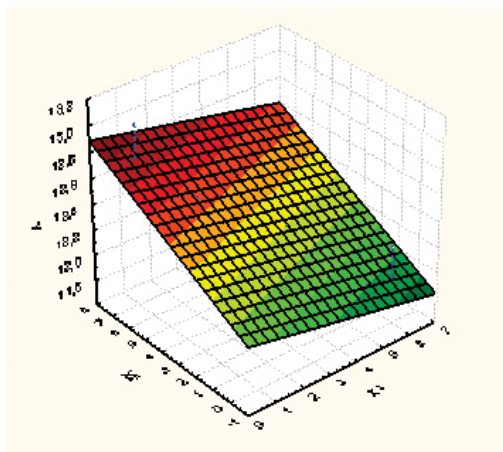


Рис. 1. Поверхность линейной зависимости влажности пшеницы для зернохранилища №1: x_1 – срок хранения; x_2 – средняя температура зерна в зернохранилище; Y – влажность пшеницы

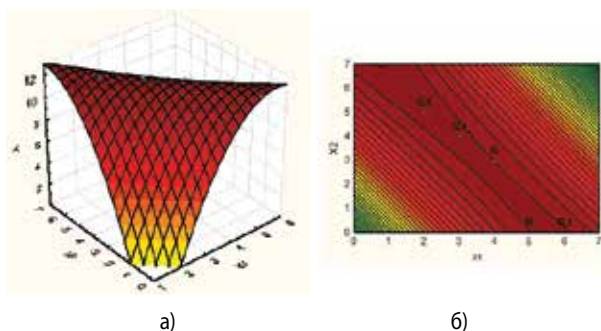


Рис. 2. Поверхность (а) и линии уровней параболы зависимости (б) влажности пшеницы для зернохранилища №1: x_1 – срок хранения; x_2 – средняя температура зерна в зернохранилище; Y – влажность пшеницы.

Вычисления и построение исследуемых изменений влажности пшеницы проводили с помощью программы MATHCAD.

Можно сделать вывод, что при температуре 0°C влажность будет 12,35%, а срок хранения составит 5,6 мес.

Представим для примера рекомендуемые параметры при реализации в пакете MATHCAD:

```

x1 := 0      x2 := 0

y(x1,x2) := -17.5 + 10.65x1 + 7.3x2 - 0.95x1^2 - 1.33x1 * x2 - 0.43x2^2

Given
x1 ≤ 6      x2 ≥ 0      y(x1,x2) < 14
x1 ≥ 1      x2 ≤ 7
             x2 ≥ 0

R := Maximize(y,x1,x2)

R = ( 5.605
      0 )

y(5.605,0) = 12.348
    
```

Рис. 3. Листинг вычислительного блока для зернохранилища №1

■ Таблица 2. Матрица коэффициентов корреляции между факторами и результирующим признаком для второго зернохранилища

Факторы	Результирующие признаки		
	Сроки хранения (x_1)	Средняя температура зерна в зернохранилище	Влажность (Y)
Сроки хранения, месяц - x_1	1,00	-0,97	-0,84
Средняя температура зерна в зернохранилище, tср - x_2	-0,97	1,00	0,76
Влажность, % Y	-0,84	0,76	1,00
Среднее	3,50	10,97	12,47
Стандартное отклонение	1,87	1,73	0,56
Влажность, % Y	-0,8	0,8	1,0
Среднее	3,5	3,2	12,3
Стандартное отклонение	1,9	2,8	0,4

Для данных второго зернохранилища можно сделать вывод согласно полученным числовым характеристикам, влажность пшеницы (Y) – колеблется в пределах $12,47 \pm 0,56$, то есть 11,97-13,03%, при этом наблюдается сильная убывающая связь со сроком хранения (фактор x_1) и сильная возрастающая связь со средней температурой зерна в зернохранилище (фактор x_2).

Уравнения модели линейной и нелинейной зависимости имеют вид:

$$\begin{aligned}
 \text{Линейная} & Y = 17,41 - 0,51x_1 - 0,29x_2 \\
 \text{Криволинейная} & Y = 108,71 - 13,46x_1 - 13,15x_2 + 0,53x_1^2 + 0,86x_1x_2 + 0,46x_2^2
 \end{aligned}$$

С помощью полученных экспериментальных данных и уравнений модели линейной и нелинейной зависимости были построены поверхности, благодаря которым определены наилучшие значения при хранении пшеницы с применением охлаждения. А также можно спрогнозировать последующие изменения в ходе хранения зерна.

Поверхности линейной и криволинейной зависимости математической модели для влажности пшеницы – зернохранилище № 2, представлены на рис.4 и рис.5.

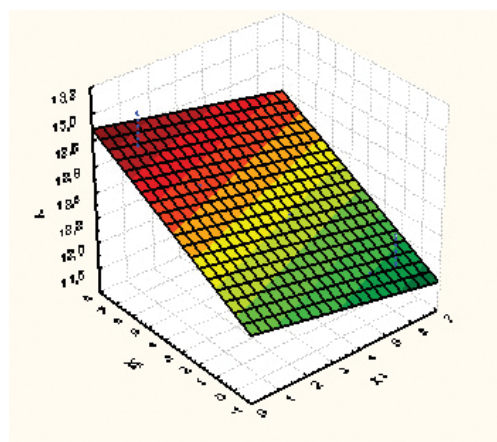


Рис. 4. Поверхность линейной зависимости влажности пшеницы для зернохранилища №2: x_1 – срок хранения; x_2 – средняя температура зерна в зернохранилище; Y – влажность пшеницы

Таким образом, допустимые параметры для факторов x_1 , x_2 : срок хранения до 6 месяцев при температуре не более 12,4°C и не менее 9,1°C.

Полученные зависимости дают возможность прогнозировать изменения влияния условий хранения на влажность, а также рекомендовать оптимальные параметры хранения для получения удовлетворительных показателей пшеницы. Результаты исследования свидетельствуют о перспективности использования зернохранилищ с применением охлаждения.

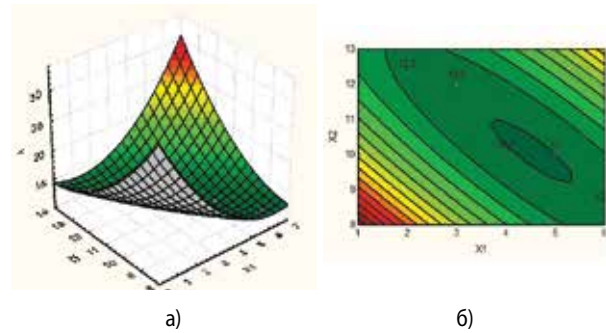


Рис. 5. Поверхность (а) и линии уровней параболической зависимости (б) – влажности пшеницы для зернохранилища №2: x_1 – срок хранения; x_2 – средняя температура в зернохранилище; Y – влажность пшеницы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тихонов Н.И. Хранение зерна [Текст]: учеб. пособие / Н.И. Тихонов, А. М. Беляков; ФГОУ ДПОС «ВИПККА», Каф. инновац. технологий. – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2006. – 108 с.
2. Хранение зерна и зерновых продуктов / Пер. с англ. В. И. Дашевского, Г.А. Закладного; Предисл. Л.А. Трисвятского. – М.: Колос, 1978. – 472 с..
3. ДСТУ 3768:2010 Технічні вимоги пшениці.
4. Кудрявцев Е.М. MathCAD 2000 Pro. / Е.М. Кудрявцев – М.: ДМК «Пресс», 2001. – 576 с.
5. Ялпачик В.Ф. Исследования влияния условий хранения на изменения клейковины пшеницы / В.Ф. Ялпачик, В.А. Верхованцева // Праці ТДАТУ. – Мелітополь, 2014. Вип. 14. –Т.2. – С. 128 – 131.
6. Спосіб вентилявання сільськогосподарської продукції в сховищах: пат. 72101 UA / В.О. Верхованцева, В.Ф. Ялпачик, О.В. Гвоздев. – Заяв. 03.01.2012; опубл. 10.08.2012, Бюл. №15.
7. Томашевський В. М. Моделювання систем. / В. М. Томашевський – К.: Видавнича група BHV, 2005. – 349 с.

УДК 339.138:658.628:664.696.1.

Маркетингові дослідження кон'юнктури попиту на зернові продукти оздоровчого призначення

Мардар М.Р., доктор технічних наук, Національний університет харчових технологій

Представлені результати маркетингових досліджень споживчих переваг при виборі хліба та хлібобулочних виробів. Виявлені найбільш популярні джерела інформації про продукти оздоровчого призначення, а також встановлена перспективність розробки та виводу на ринок хліба на основі цільного зерна пшениці.

Ключові слова: маркетингові дослідження, споживач, зернові продукти, хліб з цільного зерна пшениці, споживчі переваги.

На сучасному ринку боротьба за споживчий попит придбала широкий розмах. Виробнику доводиться використовувати будь-які можливості, щоб викликати позитивну реакцію покупця на новий продукт. В умовах жорсткої конкуренції успіх більшою мірою залежить від здатності швидко розробляти й випускати продукти, що відповідають очікуванням споживачів. Зростаюча різноманітність нових продуктів не залишає місця для помилок на стадії розробки, виробництва й реалізації продукції. Сьогодні для успіху товару повинні бути забезпечені не тільки безпечність й органолептичні властивості продуктів, але і його оздоровча дія [1].

Для визначення відношення споживачів до товарів, а також споживчих властивостей і ступеня їх значущості застосовують різні методи маркетингових досліджень. Одним з найбільш доцільних і доступних методів для дослідження споживчих переваг відносно продовольчих товарів, у тому числі зернових продуктів, є маркетингове опитування населення.

Нами була розроблена анкета для опитування потенційних покупців, що складається з інформаційних блоків, спрямованих на рішення наступних завдань: вивчення переваг споживачів при купівлі зернових продуктів (на прикладі хліба на основі цільного зерна пшениці); визначення ступеня значущості ряду споживчих властивостей; соціально-демографічна характеристика респондентів; виявлення найбільш популярних джерел інформації про збагачені продукти; визначення відношення споживачів до існуючого асортименту традиційних продуктів; виявлення перспективності випуску на ринок нових збагачених продуктів. При розробці анкети враховували основні фактори, які впливають на прийняття рішення споживачів при виборі продуктів харчування.

Дослідження проводили у формі тестового опитування. Обсяг вибірки – 538 осіб (доросле населення м. Одеса у віці 18 років і більше). Метод формування вибірки – квотний апріорний відбір (квотування за параметрами статі й віку), на основі демографічних