

**Рис. 4 – Зміна кінематичної в'язкості борошняної суспензії зерна пшениці під час пророщування**

Зменшення кінематичної в'язкості борошняної суспензії зерна пшениці під час пророщування показує глибину ферментативних процесів крохмалю. Отримані дані підтверджують розмір змін відносної деформації стискання зерна. Так за першу добу відбувається 77 % всіх змін кінематичної в'язкості борошняної суспензії.

Для оцінки точності запропонованого методу визначення показника відносної деформації стискання зерна проводили вимірювання показників у 30-кратній повторності. Встановлено, що величина відносної помилки не перевищує 5 %. Це дозволяє вважати результати вимірювань достовірними.

Запропонований метод визначення відносної деформації стискання дозволяє характеризувати структурно-механічні властивості зерна пшениці під час пророщування. Вимірювання абсолютної деформації не дає змогу узагальнення та порівняння отриманих результатів, оскільки залежить від початкових властивостей зерна. Тому на підставі дослідженого встановлено, що відносна деформація стискання, при постійному навантаженні, відповідним чином характеризує структурно-механічні властивості зерна під час пророщування.

#### Література

1. [Електронний ресурс]./ – Склад та властивості зерна – Режим доступу: <<http://poteme.com.ua/tehnologueskie-temy/tehnologiya-i-obladnannya-pererobki-ta-zberigannya-silskogopodarskoji-produksiji/2125-sklad-ta-vlastivosti-zerna.html>>
2. [Електронний ресурс]./ – Структурно-механические свойства. Прочность зерна (часть 1) – Режим доступу: <<http://girls4girls.ru/tehnologiya-muki/1749-strukturno-mehanicheskie-svoystva-prochnost-zerna-chast-1.html>>
3. Фоміна І.М, Парфірова О.В. Використання капілярних віскозиметрів ВПЖ для вимірювання в'язкості клейстеризованої борошняної суспензії пшениці під час її пророщування // «Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв», ХНТУСГ ім. П. Василенка, 10-11 листопада 2011 р. – С. 173-178.

УДК 632.7/477.7

## ВПЛИВ ВОЛОГОСТІ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО ТА ТРИВАЛОСТІ ВІДВОЛОЖУВАННЯ НА ВИХІД ЯДРА

Дмитрук Є.А., д-р техн. наук, Любич В.В., канд. с.-г. наук, Новіков В.В., аспірант,  
Полянецька І.О., канд. с.-г. наук  
Уманський національний університет садівництва, м. Умань

*Досліджено зміну виходу ядра за луціння зерна тритикале впродовж 20 – 160 с вологістю 12 – 15 % і тривалістю відволожування 30 – 120 хв. У результаті проведених досліджень встановлено, що вихід ядра змінюється залежно від вологості зерна та тривалості його луціння. Найменший вихід ядра був за*

лушіння зерна тритикале вологістю 12 % впродовж 160 с, а найбільший – за вологості 15 % із відволоженням 90 хв і тривалістю лушіння 20 с. Доведено, що зерно тритикале необхідно лущити за вологості 13 – 14 % без застосування воднотеплової обробки, що сприяє зменшенню енергозатрат, вартості основних фондів і збільшує ефективність виробництва порівняно із стандартною технологією.

*The paper considers the change of the kernel release on peeling of triticale for 20–160 s with humidity 12 – 15 % and duration of removal of moisture 30 – 120 minutes as a result of studies it is established that the output of the kernel changes depending on the humidity of grain and duration of its peeling. The least kernel release was peeling triticale grain humidity of 12 % over 160 s, and the highest humidity 15 % to dolagobinda 90 minutes and the duration of peeling 20 s. It is proved that the grain of triticale, you need to click of humidity 13 – 14 % without the use of water-thermal treatment, which helps to reduce power inputs, the value of fixed assets and increases production efficiency compared to standard technology.*

Ключові слова: тритикале, режим, воднотеплова обробка, лушіння, вихід ядра.

Останнім часом виникає потреба забезпечення людини повноцінними та безпечними продуктами харчування. Альтернативою є розробка круп'яних продуктів із зерна тритикале, що характеризується високим вмістом вітамінів, мікроелементів, ненасичених жирних кислот, харчових волокон і незамінних амінокислот, збалансованих за основними компонентами. Останнім часом спостерігається зростання попиту на зерно тритикале та продукти його переробки, але сучасні технології не оптимізовано для цієї культури. Тому наукові дослідження у цьому напрямку актуальні, оскільки підпорядковуються одному з основних напрямків державної політики – створення технології якісно нових харчових продуктів.

Злакові культури є основною сировиною для виробництва хліба та круп, споживання яких задовольняє потребу вуглеводами на 50 % і на 30 % білками, вітамінами групи В та мінеральними речовинами [1].

Розширення сировинної бази круп'яної промисловості передбачає вирощування таких культур, які здатні формувати стабільно високі врожаї зерна з меншими витратами на одиницю продукції [2].

За збільшення ступеня очищення зерна від оболонки та алейронового шару зменшується кількість незамінних амінокислот і вітамінів у готовому продукті. Дослідженнями встановлено, що нині зростає попит на продукти, одержані з цілого зерна, які мають меншу калорійність, вищий вміст вітамінів і мінеральних речовин [3].

Зернові продукти з підвищеним вмістом периферичних частин зерна містять більше лізину на 25 – 30 %, на 0,5 – 1,0 % макро- і мікроелементів порівняно з шліфованими крупами. Вміст вітаміну В<sub>1</sub> у 1,3 – 2,2 рази, В<sub>2</sub> – у 1,5 – 2,0, В<sub>6</sub> – у 1,3 – 2,8 і РР – у 1,2 – 2,2 рази більше порівняно з борошном [4].

Воднотеплова обробка покращує технологічні властивості зерна, полегшує відділення оболонки під час лушіння, знижує ступінь подрібнення зерна, покращує споживні властивості крупи, знижує тривалість варіння, збільшує термін зберігання крупи внаслідок інактивації ферментів [5].

Гідротермічною обробкою можна досягти послаблення структури ендосперму внаслідок часткового гідролізу його міжклітинних перегородок, що складаються з клітковини, геміцелюлози та пектинових речовин [6].

В основі оптимізації круп'яного виробництва є вдосконалення лушіння зерна. Значний вплив на процес лушіння зерна має характер зв'язків між оболонками та ендоспермом. Підвищення склоподібності зерна від 40 до 98 % зволоженого на 3 % і відволоженого впродовж 3 і 12 хв обумовлює зростання питомого зусилля з 99 до 135 Н/м і з 92 до 122 Н/м. Міцність зв'язків насінневої оболонки з ядром зростає відповідно з 173 до 185 Н/м і з 205 до 210 Н/м.

Зволоження зерна пшениці склоподібністю 40 і 98 % від 2 до 3, 4 і 5 % обумовлює послаблення зв'язків між плодовими оболонками та ядром з 99 до 93, 89 і 86 Н/м і з 136 до 126, 115 і 104 Н/м. На відміну від цього міцність зв'язків насінневих оболонки та ядра зростала відповідно з 176 Н/м до 188, 195 і 205 Н/м і з 189 до 195, 203 і 121 Н/м. Одержані результати свідчать про недоцільність застосування технології мокрої лушіння зерна в агрегатних установках і підтверджують раціональність принципового вибору сухої обробки поверхні зерна та створення устаткування, придатного для сумісної реалізації операцій лушіння та шліфування [7].

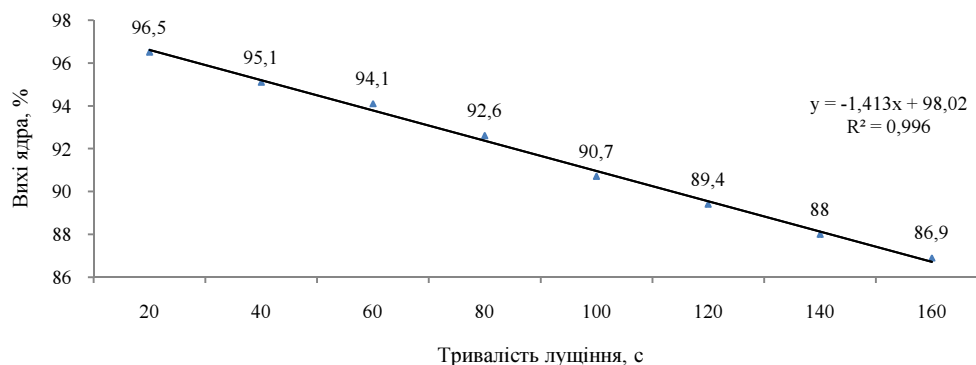
Для раціонального використання потенціалу зерна тритикале необхідно розробити оптимальні технології його переробки. Однією з основних технологічних операцій, які впливають на економічну ефективність виробництва та якість готового продукту, є воднотеплова обробка перед лушінням зерна.

**Метою роботи** є дослідження режимів воднотеплової обробки зерна тритикале озимого перед лушінням.

**Методика дослідження.** Дослідження проводилися в лабораторії кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського НУС. Для експерименту використано зерно сорту Арес, вирощеного в умовах Правобережного Лісостепу. Лушіння зерна здійснювали на лабораторному лущильнику УШЗ-1 із швидкістю обертання робочого органу 3000 об/хв. Математичну обробку, кореляційний та регресійний

аналіз експериментальних матеріалів здійснювали, використовуючи пакет стандартних програм «Microsoft Excel 2007».

**Результати дослідження.** У результаті проведених досліджень встановлено, що вихід ядра змінювався залежно від вологості зерна тритикале та тривалості лушіння. Так, за вологості зерна 12 % вихід ядра знижувався з 96,5 % за лушіння впродовж 20 с до 86,9 % за лушіння впродовж 160 с (рис. 1).



**Рис. 1 – Вихід ядра із зерна тритикале вологістю 12 % залежно від тривалості лушіння, %**

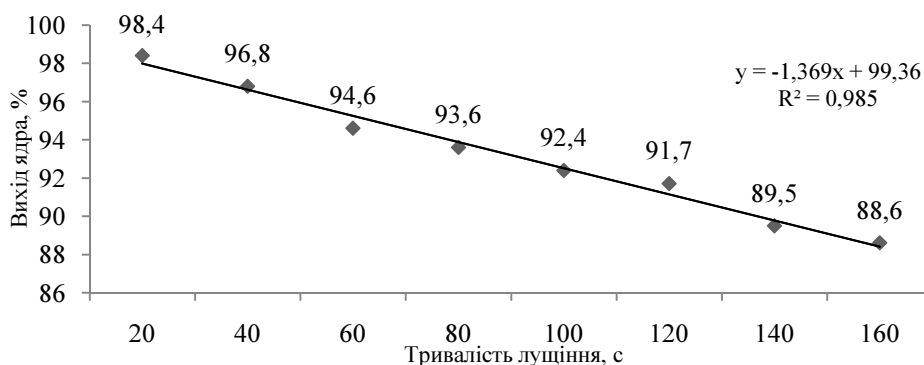
Встановлено тісний кореляційний зв'язок між виходом ядра та тривалістю лушіння зерна вологістю 12 %, який описується рівнянням регресії:

$$y = -1,4131x + 98,021, \text{ де}$$

$y$  – вихід ядра, %;

$x$  – тривалість лушіння, с.

Підвищення вологості зерна до 13% сприяло збільшенню виходу ядра. Лушіння зерна 13-відсоткової вологості тривалістю 20 с підвищувало вихід ядра до 98,4 % або на 2 % порівняно з 12-відсотковою вологістю зерна, що було істотно за  $HIP_{0,5}=1,5$  (рис. 2). Подальше збільшення тривалості лушіння зерна тритикале сприяло зниженню виходу ядра, який коливався в межах 88,6 – 96,8 % залежно від тривалості перебування в машині.



**Рис. 2 – Вихід ядра із зерна тритикале вологістю 13 % залежно від тривалості лушіння**

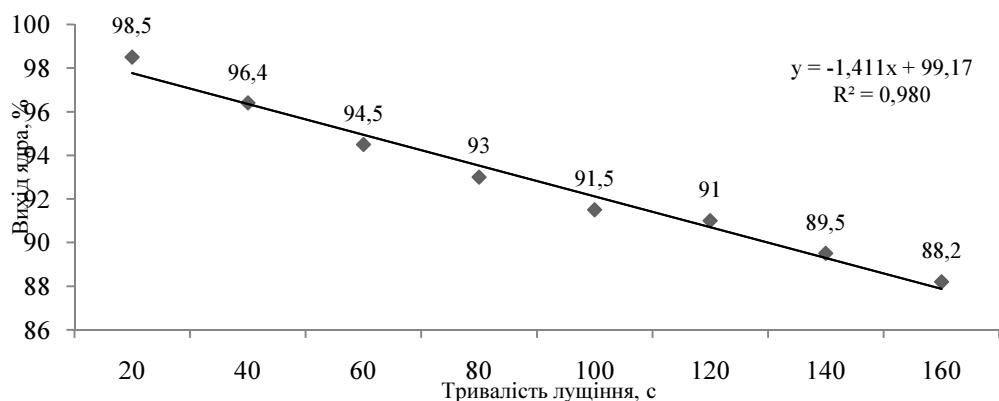
Встановлено тісний кореляційний зв'язок між виходом ядра та тривалістю лушіння зерна вологістю 13 %, який описується рівнянням регресії:

$$y = -1,369x + 99,36, \text{ де}$$

$y$  – вихід ядра, %;

$x$  – тривалість лушіння, с.

Підвищення вологості зерна до 14 % під час лушіння не змінювало вихід ядра порівняно з лушінням зерна вологістю 13 % (рис. 3).



**Рис. 3 – Вихід ядра із зерна тритикале вологістю 14 % залежно від тривалості лушіння**

Встановлено тісний кореляційний зв'язок між виходом ядра та тривалістю лушіння зерна вологістю 14 %, який описується рівнянням регресії:

$$y = -1,411x + 99,17,$$

де  $y$  – вихід ядра, %;

$x$  – тривалість лушіння, с.

Показник достовірності апроксимації для даних залежностей становить відповідно 0,996, 0,985 і 0,980, що доводить високу достовірність статистичних даних.

Із наведених результатів випливає, що ступінь лушіння зростає за вологості зерна тритикале 12 %. Лушіння зерна вологістю 13 % і 14 % не впливає на вихід готового продукту завдяки структурно-механічним властивостям зернівки, оскільки має вищу міцність та в'язкість, внаслідок чого підвищується стійкість до механічної обробки.

Зерно тритикале порівняно з твердою пшеницею має меншу твердість та більш еластичне, що дозволяє проводити лушіння без додаткового зволоження та відволоження. Тому вихід лущеного ядра за вологості зерна 13, 14, 15 і 16 % однаковий.

Встановлено, що зволоження зерна до 15 % і відволоження впродовж 30 – 120 хв не підвищувало вихід ядра порівняно з сухим зерном (табл. 1).

**Таблиця 1 – Вихід ядра із зерна тритикале озимого вологістю 15 % залежно від тривалості відволоження та лушіння, %**

Тривалість відволоження (фактор В), хв	Тривалість лушіння (фактор А), с							
	20	40	60	80	100	120	140	160
Контроль (зерно вологістю 14 %)	98,5	96,4	94,5	93,0	91,5	91,0	89,5	88,2
30	98,5	96,0	94,0	93,3	91,7	91,2	90,7	88,2
60	98,9	90,2	94,6	93,8	91,9	91,6	89,9	88,7
90	99,0	96,3	94,4	94,0	92,2	91,7	89,7	88,8
120	98,9	96,2	94,1	93,5	92,4	91,2	90,3	88,9

$HIP_{05}$

A

1,4

B

1,5

Так, за відволоження зерна впродовж 30 хв вихід ядра становив 88,2 – 98,5 % залежно від тривалості лушіння, 60 хв – 88,7 – 98,9, 90 хв – 88,8 – 99 і за відволоження зерна впродовж 120 хв – 88,9 – 98,9 %.

**Висновки.** Дослідженнями встановлено, що найбільший ступінь зняття оболонки у зерна тритикале за вологості 12 %, який становить 3,5 – 13,1 % залежно від тривалості лушіння. Підвищення вологості зерна до 13 % і 14 % істотно підвищує вихід ядра на 2 пункти, що становить відповідно 88,6 – 98,4 і 88,2 – 98,5 % проти 86,9 – 96,5 % за вологості 12 %. Для тритикале зволоження зерна та його відволоження проводити недоцільно, оскільки цей прийом не впливає на вихід цілого ядра.

## Література

1. Костецька К.В. Порівняльна оцінка технологічних властивостей зерна озимої пшениці та ярого тритикале / К.В. Костецька // Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених. – Частина 1. – Умань, 2012. – С. 192–195.
2. Жегалюк О.В. Розробка технології виробництва круп'яних продуктів із зерна соризу: воднотеплова обробка автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.02 “Технологія зернових, бобових, круп'яних продуктів та комбікормів” / Жегалюк Олена Володимирівна ; Одеса. Державна академія харчових технологій. – Одеса, 2000. – 21 с.
3. Швецова И.А. Хлебопекарские свойства муки повышенной дисперсности из цельно смолотого зерна пшеницы / И.А. Швецова, Б.М. Максимчук, Н.А. Попов // Хлебопекарская и кондитерская промышленность. – 1985. – № 6. – С. 32 – 35.
4. Моргун В.О. Наукові основи технології виробництва пшеничного борошна і крупї підвищеної харчової цінності: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня док. техн. наук : спец. 05.18.02 “Технологія зернових, бобових, круп'яних продуктів та комбікормів” / Моргун Валентина Олексіївна; Одеса. Державна академія харчових технологій. – Одеса, 1999. – 23 с.
5. Бутковский В.А. Технология мукомольного, крупяного и комбикормового производства / В.А. Бутковский, Е.М. Мельников. – М.: Агропромиздат, 1989. – 464 с.
6. Генин С.А. Крупьяные концентраты, не требующие варки / С.А. Генин, Е.Т. Дмитриева, И.В. Каурцева. – М.: «Пищевая промышленность», 1975. – 153 с.
7. Гросул Л.Г. Механіко-технологічні основи процесів та агрегатного устаткування для виробництва круп : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.18.12 «Процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв» / Гросул Леонід Гнатович; Одеса. Державна академія харчових технологій. – Одеса, 2002. – 35 с.

УДК 632.7/477.7

## ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ЙОГО РОЗМІРІВ

Любич В.В., канд. с.-г. наук, Полянецька І.О., канд. с.-г. наук, Новіков В.В., аспірант  
Уманський національний університет садівництва, м. Умань

*Зерно тритикале в повній мірі може задовольнити сучасну потребу розширення асортименту готової продукції, вимоги до екологічної безпеки, зниження собівартості та витрат на виробництво. Але попри зростання попиту на нову сировину, її потенціал залишається незрозумілим. Одним із способів раціонального використання зерна є вивчення його фракційного складу. Щільність укладання зернової маси тритикале озимого та забезпечення її повітрям істотно не залежить від геометричних розмірів зернівки. Проте площа зовнішньої поверхні зернівки тритикале озимого істотно залежить від її розмірів. Виведені рівняння регресії дають можливість використовувати результати для визначення площі зовнішньої поверхні зернівки тритикале озимого.*

*Triticale grain can extend the range of finished products. Triticale meets environmental cleanliness, reduces the cost of production. But technological properties of triticale grain not study today. Separation of triticale grain for different sizes of the rational method of grain processing. The paper found that the geometric dimensions of the grain and grade significantly affect its physical properties. The density of stacking grain mass winter triticale and ensuring its air does not essentially depend on the geometrical sizes of grains. However, the surface area of the weevil winter triticale essentially depends on its size. Equations of regression give the opportunity to use the results to determine the surface area of the weevil winter triticale.*

Ключові слова: тритикале, щільність укладання, об'єм повітря, площа зовнішньої поверхні.

В Україні тритикале вирощують на площі понад 350 тис. га [1]. Завдяки цілому ряду господарсько-цінних ознак культура тритикале набуває всезростаючого значення у вирішенні білкової і зернової проблем. Тритикале може бути більш ефективним джерелом продуктів харчування. Зерно тритикале є перспективною сировиною для виробництва хліба, хлібобулочних, кондитерських, макаронних виробів, продуктів дитячого та дієтичного харчування, сухих сніданків, для промислового отримання крохмалю, солову, спирту і комбікормів [2].