

УДОСКОНАЛЕННЯ РЕЖИМІВ ПРОПАРЮВАННЯ ЗА ВИРОБНИЦТВА КРУПИ ПЛЮЩЕНОЇ ІЗ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ

Г. М. Господаренко, доктор сільськогосподарських наук
С. П. Полторецький, доктор сільськогосподарських наук
В. В. Любич, кандидат сільськогосподарських наук
В. В. Желєзна, кандидат сільськогосподарських наук
Уманський національний університет садівництва

Встановлено, що збільшення тривалості пропарювання та відволожування підвищує вихід готового продукту та знижує тривалість його варіння. Тому на основі економічних розрахунків рекомендовано під час виробництва крупи плющеної з пшениці спельти використовувати крупу з пшениці спельти № 1, проводити її пропарювання впродовж 10 хв і відволожувати 5–10 хв з тривалістю луцення 120–140 с, що відповідає індексу луцення 11–13 %.

***Ключові слова:** пшениця спельта, режими, пропарювання, відволожування, крупа плющена.*

Постановка проблеми. Зернові продукти забезпечують біля 60 % добової потреби організму в білках і 40 % калорійності раціону. При цьому крупа у харчовому раціоні людини складає від 8 до 13 % від загального споживання зернових [1, 3, 7, 8].

Нині серед населення нашої країни все більшу популярність здобувають «каші швидкого приготування» [10, 16]. Сировиною для такої продукції є крупи. На круп'яних підприємствах переробляють різні види круп'яних культур. Асортимент круп'яної продукції достатньо широкий – це крупа із цілого або дробленого ядра, пластівці і т.д. [20]. Зерно круп'яних культур дуже різне за формою, розміром, будовою. Воно складається з трьох частин: ендосперму, зародка та різних плівок. Зазвичай, ендосперм і зародок розглядають як єдине ціле – ядро.

Масовий попит вітчизняних споживачів на сухі сніданки, швидкорозварювані крупи і крупи плющені спонукає до пошуку нових джерел сировини. Ними може бути зерно пшениці спельти, з якого одержують крупи плющені з підвищеним вмістом білка. Технологічний процес отримання плющеної крупи з високим виходом і харчовою цінністю, крім звичайних операцій з очищення від домішок і поверхні зерна, передбачає попереднє зволоження із відволожуванням, пропарюванням, плющенням і сушінням [2, 6, 9, 13].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Значному зменшенню тривалості приготування крупи сприяє її плющення. Під час плющення

частково руйнується структура ядра, завдяки цьому збільшується їхня поверхня, проте і зменшується товщина, що полегшує поглинання води під час приготування каші [5, 17].

Водотеплова обробка покращує технологічні властивості зерна, полегшує відділення оболонок за лушіння, знижує ступінь подрібнення зерна, покращує споживні властивості крупи, знижує тривалість варіння, збільшується термін зберігання крупи внаслідок інактивації ферментів [6].

Режими пропарювання крупи встановлюють залежно від її виду та вихідної вологості. Використовуючи технічні можливості пропарювача безперервної дії, можна регулювати його продуктивність у широкому діапазоні (0,5–2 т/год), а наявність надлишкового тиску пари дозволяє змінювати технологічні та фізико-хімічні властивості отриманого продукту впливом на білок і крохмаль. У результаті пропарювання відбувається денатурація білка, часткова клейстеризація крохмалю, а також утворення декстринів та інших низькомолекулярних продуктів гідролізу крохмалю. Завдяки цьому зростає засвоєння продукту [6, 9].

Встановлено [4], що найбільше впливає на вихід плющеної крупи вологість зерна перед водотепловим обробленням – зі збільшенням вологості зерна їхній вихід зростає. При цьому збільшення виходу плющеної крупи спостерігається за зменшеною тривалості відволожування та збільшення часу пропарювання. Це можна пояснити наявністю мінімально вільної вологи на поверхні ядер зерна після пропарювання перед плющенням, що покращує пластифікацію.

Отже, круп'яні культури, що є предметом досліджень, мають високий вміст поживних речовин, які повинні входити до раціону людини, а виробництво крупи плющеної з пшениці спельти суттєво розширює асортимент страв із цієї сировини.

Матеріали і методи. Експериментальну частину роботи проводили в лабораторії «Оцінювання якості зерна та зернопродуктів» кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського національного університету садівництва. Крупу плющену отримували із пшениці спельти сорту Зоря України індексом луцення 0–12 %. Пропарювання проводили за схемою, наведеною на рис. 1.



Рис. 1. Схема дослідження «Вплив пропарювання та відволожування на вихід крупи плющеної із зерна пшениць»

Лущене зерно (початкова вологість 14,1 %) пропарювали за сталого тиску насиченої пари $0,15\pm 0,01$ МПа у лабораторному пропарнику періодичної дії (ППД-1), спроектованого та виготовленого на кафедрі технології зберігання і переробки зерна Уманського НУС (рис. 2).

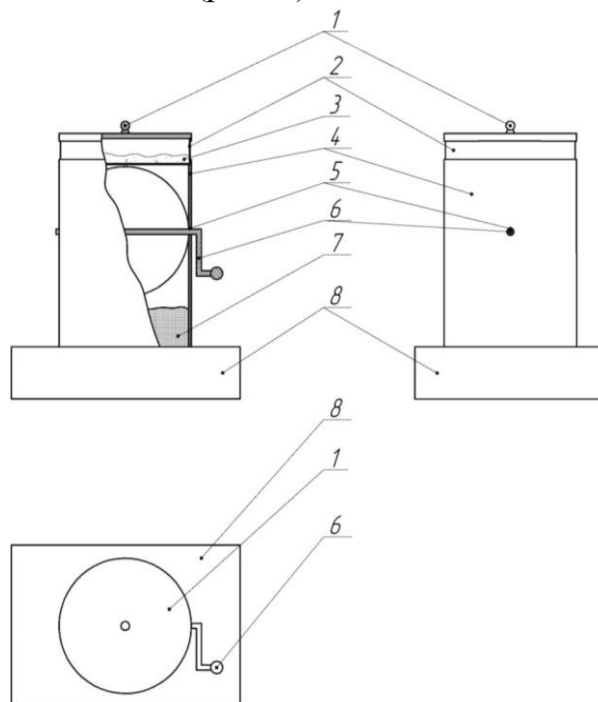


Рис. 2. Лабораторний пропарник періодичної дії (ППД–1):

1 – герметична кришка; 2 – сито; 3 – шар зерна; 4 – корпус пропарювача; 5 – манжетне ущільнення; 6 – механізм контролю подачі пари; 7 – шар води; 8 – нагрівальний елемент.

Пропарник ППД-1 складається з нагрівального елемента (8), на якому нерухомо встановлено корпус апарата (4). У нижній частині корпусу розміщено шар рідини (7). Для запобігання втрат тиску пари, у механізмі регулювання подачі пари (6), передбачено манжетне ущільнення (5). Досліджуваний зразок (3) розміщують у нижній частині сита (2), що герметизується кришкою (1).

Принцип роботи пропарника періодичної дії полягає в тому, що нижня частина робочої зони апарату заповнюється водою до мітки максимального рівня. Ручка механізму контролю подачі пари встановлюється в горизонтальне положення, що поділяє робочу зону на дві частини. Нагрівання продовжують до встановлення робочого тиску насиченої пари у нижній частині робочої камери. Після цього переводять ручку механізму контролю подачі пари у максимально вертикальне положення, що призводить до миттєвого вирівнювання тиску в обох камерах ($0,15\pm 0,01$ МПа).

Циліндр з дослідним зразком уміщується в робоче положення перед подачею пари для запобігання попереднього нагрівання зерна. Час

пропарювання контролюється електронним секундоміром з точністю до 0,5 с.

Після пропарювання циліндр разом із герметичною кришкою демонтується, досліджуваний зразок вивантажується та відволожується в термоізованому бункері. Вологість зерна перед плющенням доводять до 25 % висушуванням у сушильній установці за сталої температури 90 °С. Потім механізм контролю подачі пари переключають у закриті положення, цикл повторюють. Через 2–3 цикли рівень води контролюється, а після досягнення мінімального значення – воду поповнюють.

Плющення крупи проводили на вальцьовій плющилці марки ВПК–200 (рис. 3). Установка складається зі здавлювального вузла на рамі у вигляді двох провідних паралельних валків (4 і 5), що приводяться в дію електродвигуном (7) через ремінно-клинопасову передачу. Зверху здавлювального вузла встановлено бункер із шибером (1), знизу – розвантажувальний лоток (9).

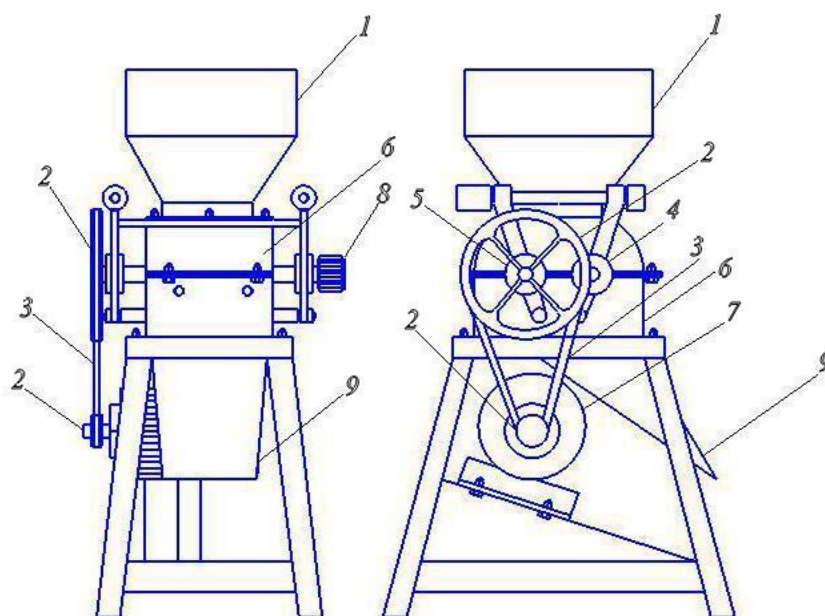


Рис. 3. Вальцьова плющилка ВПК – 200:

1 – бункер з шибером; 2 – шків; 3 – клиновий ремінь; 4 і 5 – вальці; 6 – кожух; 7 – електродвигун; 8 – шестерня; 9 – розвантажувальний лоток.

Принцип роботи плющильної машини полягає у деформації сировини вальцями, що кріпляться до рами через корпус підшипників з можливістю регулювання зазору між валками від 0 до 50 мм. Обидва валки – нарізні, для виключення прослизання зерна. Шибер, встановлений у направляючому завантажувальному бункері дозує подачу сировини. Під час попадання зерна між валками відбувається захоплення та втягування його в щілину між ними. У зіткненні з валками постійно перебувають щітки, що знімають налиплий продукт.

Валки обладнано страхувальним пружинним механізмом для пропускання крізь них твердих предметів більшого розміру, що випадково потрапили, без значної деформації валків і для попередження заклинювання агрегату.

Потужність електродвигуна верстата становить 1,1–2,2 кВт/год, частота обертання валу електродвигуна – 1500 об/хв, тип передачі – клинопасова, вал нарізний, частота обертання – 350–450 об/хв, продуктивність машини 100–200 кг/год.

Вихід крупи цілої наведено у відсотках до зерна, плющеної – до відповідної маси лущеної крупи, подрібненої – до цілої крупи.

Варіння крупи з пшениць та кулінарне оцінювання каші проводили за вдосконаленою методикою, описаною в патенті на корисну модель «Спосіб кулінарної оцінки круп'яних продуктів із зерна тритикале і пшениці» (№ 104152) [19]. У зерні й продуктах пшениць визначали: вміст білка – за ДСТУ 4117:2007; крохмалю – за ГОСТ 10845–98; золи – за ДСТУ 4252:2003.

План повного факторного експерименту містив усі можливі комбінації чинників, що повторювалися на кожному рівні однаково кількість разів. Кожний чинник мав зумовлену межу вимірювання, всередині якої він дискретно або перервно. Метод повного факторіального експерименту базується на тому положенні, що будь-яку неперервну досліджувану функцію $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, що має всі похідні в заданій точці з координатами $x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0n}$, можна розкласти в ряд Тейлора:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_H x_H + \beta_{21} x_1 x_2 + \beta_{(n-1)} x_{(n-1)} x_n + \beta_{11} x_1^2 + \beta_{22} x_2^2 + \dots + \beta_{nn} x_n^2, \quad (1)$$

де β_0 – значення функції відклику на початку координат $x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0n}$ [15, 18].

Результати досліджень. У результаті проведених досліджень встановлено, що вихід крупи плющеної за початкової вологості крупи № 1 14 % залежав від тривалості лушення, пропарювання та відволожування (рис. 4).

Найбільший вихід крупи плющеної з пшениці спельти, незалежно від тривалості пропарювання, отримано за тривалості лушення зерна 20 с, що відповідало індексу лушення 2,9 %, а за тривалості пропарювання 10 хв та відволожування впродовж 5 хв він становив 97,5 %, 10 хв – 97,9 і 15 хв – 98,2 %. Відволожування впродовж 5 і 15 хв істотно зменшувало вихід крупи плющеної до 95,4–97,3 %.

Збільшення тривалості лушення істотно змінювало вихід крупи плющеної з пшениці спельти. Так, найменший вихід крупи (97,9–92,3 %) був за пропарювання та відволожування впродовж 5 хв і тривалості лушення 180 с, що відповідає індексу лушення 15,6 %. Проте за тривалості лушення 100–160 с (індекс лушення 9–15 %) зростала роль пропарювання зерна.

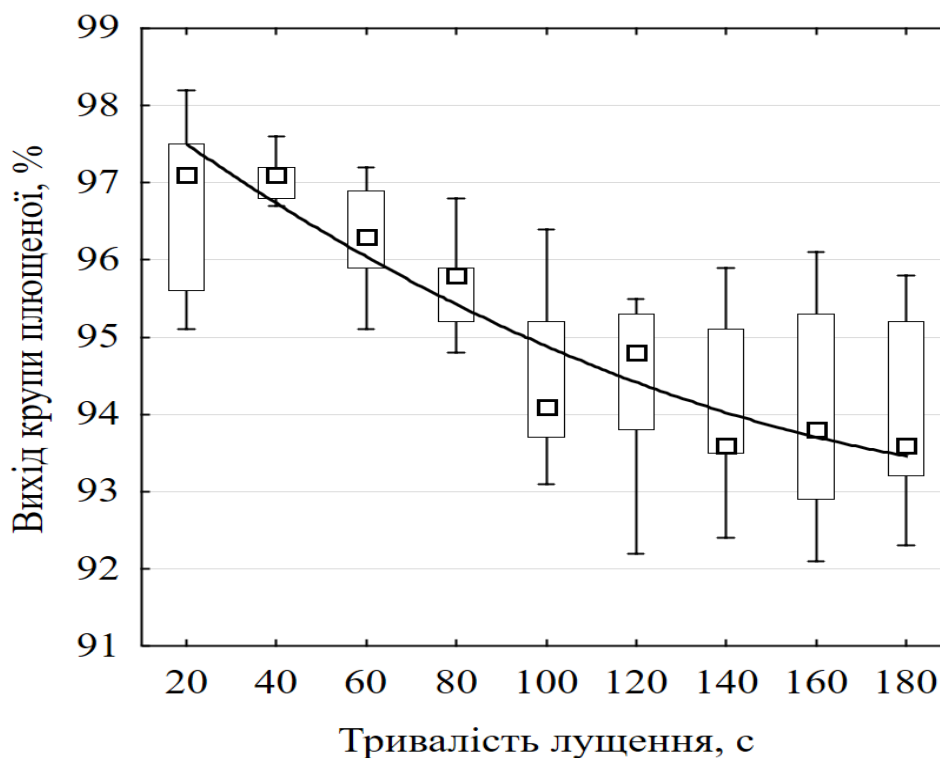


Рис. 4. Вихід крупки плющеної з пшениці спельти сорту Зоря України залежно від індексу лушення (2015 р.), %

За тривалості лушення 120 с (індекс лушення 11 %), вихід крупки за пропарювання впродовж 5 хв становив 92,2–93,3 %, за 10-хвилинного пропарювання – 94,4–95,5, а за 15 хв – 94,8–95,4 % залежно від тривалості відволожування. Подібну тенденцію отримано і за вищого індексу лушення (12,5–15,6 %).

Підвищення індексу лушення зерна знижувало вихід готового продукту завдяки зменшенню вмісту оболонки, що утримували часточки ендосперму. Видалення оболонки лушенням зерна зумовлює крихкість готового продукту після сушіння.

Під час плющення крупки важливим етапом технологічного процесу переробки є видалення мучки кормової. Вона містить відносно велику кількість жиру, часточок крохмалю та білка, що сприяють утворенню клейстеру.

Встановлено, що зі збільшенням тривалості лушення від 20 до 180 с, вихід мучки кормової зростав від 1,3 до 7,9 % залежно від режиму водотеплового оброблення. Найвищий вихід мучки кормової за пропарювання зерна впродовж 5 хв та тривалості лушення 160 с (індекс лушення 13,7 %) становив 7,1–7,9 % – за 5–15-хвилинного відволожування. У результаті збільшення тривалості пропарювання та відволожування кількість мучки кормової зменшувалась внаслідок вищого ступеню клейстеризації крохмалю. Ця тенденція залишалась незмінною і не залежала від тривалості лушення. Встановлено, що найменша кількість мучки кормової була за

пропарювання та відволожування крупи упродовж 5 хв.

Важливим показником виробництва крупи плющеної є її вологість перед плющенням [17]. Якщо вологість пропареного круп'яного продукту вища за базисну (23–25 %), сучасні технології передбачають його сушіння.

Встановлено, що вологість крупи плющеної істотно залежала від тривалості луцення, пропарювання та відволожування. Найвища вологість крупи перед плющенням була за тривалості луцення 160–180 с, пропарювання впродовж 15 хв – 24,1–25,7 % за відволожування 5–15 хв. Найменша – за тривалості пропарювання впродовж 5 хв, луцення – 20–60 с – 15,6–17,4 % за відволожування 5–15 хв. Проте, за тривалості луцення 120–140 с, що відповідає індексу луцення 10,9–12,5 %, вологість крупи знаходилась у межах від 18,4 до 24,7 % залежно від режиму водотеплового оброблення. Це означає, що продукт додаткового сушіння не потребує, що зменшує енерговитрати.

У процесі пропарювання в зерні відбуваються біохімічні процеси, які викликають не тільки зміну хімічного складу, але й структурно-механічних його властивостей. Під впливом пари спрямовано змінюються властивості крупи, крім цього, поліпшуються її поживні властивості – смакові та харчові, зовнішній вигляд, підвищується стійкість під час зберігання [12].

Тривалість варіння каші з крупи плющеної з пшениці спельти істотно залежала від тривалості луцення (рис. 5).

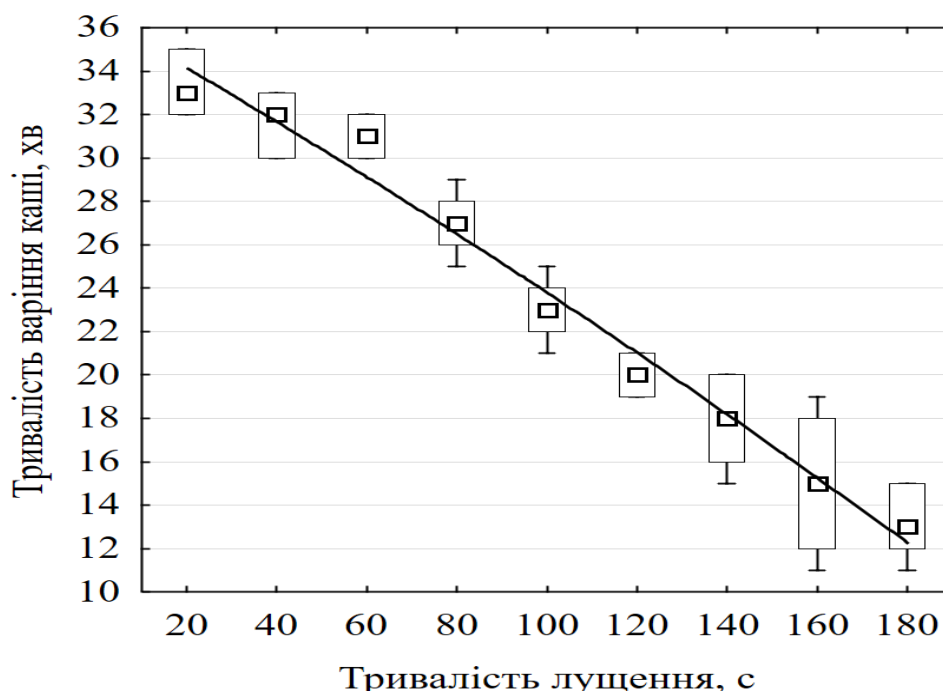


Рис. 5. Тривалість варіння каші з крупи плющеної з пшениці спельти сорту Зоря України (2015 р.), хв

Варіння каші відбувалось від 11 до 35 хв за різної тривалості луцення,

проте не залежало від режиму відволожування й істотно не зменшувалось унаслідок збільшення тривалості пропарювання. Дослідженнями В. В. Новікова [14] встановлено, що оболонки гальмують процес передачі тепла, що знижує рівень денатурації білків і клейстеризації крохмальних зерен.

За 20–60 с луцення зерна, що відповідало індексу 2,9–4,7 %, тривалість варіння каші була найдовша – 30–35 хв. Збільшення тривалості його луцення істотно змінювало період варіння крупи плющеної з пшениці спельти. Так, за тривалості луцення 80–120 с цей показник становив від 19 до 29 хв, а за 140–180 с – 11–20 хв.

За встановленого оптимального індексу луцення зерна 11–13 %, що відповідає тривалості луцення 120–140 с, тривалість варіння каші з крупи плющеної з пшениці спельти становила 21 хв, що відповідає вимогам [11], де передбачено варіння крупи плющеної з зерна пшениці не більше 25 хв.

Коефіцієнт розварювання каші з крупи плющеної з пшениці спельти залежав від тривалості луцення зерна. Зі збільшенням тривалості луцення з 20 до 180 с (індекс луцення 2,9–15,6 %), коефіцієнт розварювання каші підвищувався від 4,7 до 6,2. Тривалість пропарювання та відволожування крупи на цей показник не впливали.

Отже, крупа плющена з пшениці спельти відповідає регламентованим нормам якості. Для більш повного встановлення її якості доцільно проводити органолептичне оцінювання.

Встановлено, що на колір каші з крупи плющеної істотний вплив мала тривалість луцення, тоді як тривалість пропарювання та відволожування взагалі не змінювали цей показник. За тривалості луцення зерна 20–40 с (індекс луцення 2,9–3,8 %) каша мала кремовий колір з оцінкою 5 балів. Збільшення тривалості луцення зерна до 60–100 с (індекс луцення 4,7–9,1 %) зумовлювало появу темнішого кремового кольору каші з оцінкою 7 балів, що пояснюється відмінністю забарвлення ендосперму й оболонок. Проте найвищу оцінку каші (9 балів) отримано за тривалості луцення зерна 120–180 с.

Консистенція каші від нерозсипчастої до слабо-розсипчастої залежала від тривалості луцення, що пояснюється відмінністю фізико-хімічних властивостей оболонок і ендосперму зерна пшениці. Встановлено, що параметри водотеплового оброблення не впливали на цей показник. Незалежно від тривалості пропарювання та відволожування зерна, найгіршу консистенцію мала каша з тривалістю луцення зерна 20–40 с. Її консистенція була жорсткою з хрустом під час розжовування й утворювала грудки (3 бали).

Крупа плющена з пшениці спельти характеризувалась високою органолептичною оцінкою (рис. 6).

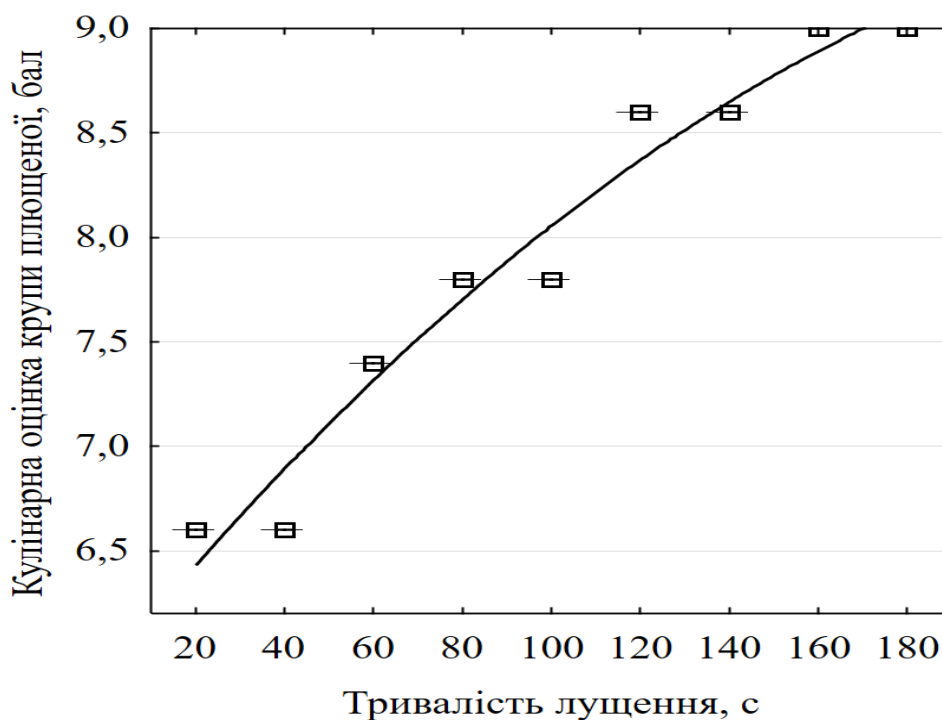


Рис. 6. Кулінарна оцінка крупи плющеної з пшениці спельти сорту Зоря України (2015 р.), бал

Найнижчу загальну органолептичну оцінку мала крупа, отримана за тривалості лушення зерна 20–40 с (індекс лушення 2,9–3,8 %) – 6,6 бала. Зі збільшенням тривалості лушення зерна, органолептична оцінка крупи становила 7,4–9,0 бали.

Підвищення тривалості лушення до 100 с сприяло покращенню консистенції, проте каша була жорсткувата, утворювала невеликі грудки і мала слабкий хруст (5 бала). Досить ніжна, добре розжовувалась і без хрусту каша отримана за тривалості лушення 120–140 с (індекс лушення 10,9–12,5 %) – 7 бала. Максимального значення (9 балів) мали зразки каші з лушенням зерна впродовж 160–180 с, що відповідало індексу лушення 13,7–15,6 %.

Каша з крупи пшениці спельти характеризувалась сильно вираженим запахом, який не залежав від параметрів лушення та режимів водотеплового оброблення. Запах каші всіх досліджуваних зразків оцінювався в 9 балів.

Смак каші з крупи плющеної з пшениці спельти не залежав від режиму її водотеплового оброблення, проте залежав від тривалості лушення.

Отже, крупа з низьким індексом лушення (2,9–3,8 %) характеризувалась низькою загальною органолептичною оцінкою (6 бала). Це пояснюється тим, що каша із високим вмістом оболонок мала дуже грудкувату, з сильним хрустом і занадто жорстку консистенцією під час розжовування та темно-коричневий колір. Проте загальна органолептична оцінка крупи зростала до дуже високої (9 балів) за тривалості лушення 160–180 с, що відповідає

індексу лущення 13,7–15,6 % і не залежала від режимів водотеплового оброблення.

Ефективність виробництва крупи плющеної з зерна пшениці спельти оцінена за виходом крупи, мучки кормової, вологістю крупи перед плющенням, загальною органолептичною оцінкою та тривалістю варіння каші. Параметрами удосконалення були тривалість лущення, пропарювання та відволожування, рівні та кроки яких вказані в табл. 1.

Табл. 1. Рівні та крок варіювання

Показник/параметр	Позначення	X ₁	X ₂	X ₃
Нульовий рівень	X ₀	90	10	10
Верхній рівень	X ₊	180	15	15
Нижній рівень	X ₋	20	5	5
Інтервал вимірювань	λ	20	5	5

У загальному вигляді функції представляли так:

$$F = f(X_1, X_2, X_3), \quad (2)$$

$$M = f(X_1, X_2, X_3), \quad (3)$$

$$W = f(X_1, X_2, X_3), \quad (4)$$

$$O = f(X_1, X_2, X_3), \quad (5)$$

$$TB = f(X_1, X_2, X_3), \quad (6)$$

де F – вихід крупи, %;

M – вихід мучки кормової, %;

W – вологість крупи перед плющенням, %;

O – загальна органолептична оцінка, бал;

TB – тривалість варіння, хв;

X₁ – тривалість лущення, %;

X₂ – тривалість пропарювання, хв;

X₃ – тривалість відволожування, хв.

Рівняння отримували, попередньо передбачивши справедливність моделей відповідно до теорії Тейлора.

Було проведено перевірку моделей на адекватність, відсутність автокореляції, встановлено істотні коефіцієнти регресії та побудовано такі залежності:

$$F = 97,28111 - 0,06709X_1 + 0,00008X_1^2 - 0,01193X_2^2 + 0,00263 X_1X_2; \quad (7)$$

$$M = 2,718889 + 0,067086 X_1 - 0,000075X_1^2 + 0,011933X_2^2 - 0,002629X_2X_3; \quad (8)$$

$$W = 14,10556 - 0,17409$$

$$X_2 + 0,23585X_3 + 0,000012X_1^2 + 0,03027X_2^2 + 0,00043X_1X_2 - 0,00550X_2X_3; \quad (9)$$

$$TB = 36,78081 - 0,06492 X_1 + 0,00024 X_1^2; \quad (10)$$

$$O = 6,098182 + 0,022303 X_1 - 0,000030 X_1^2. \quad (11)$$

Порівняльною характеристикою крупи плющеної та зерна пшениці спельти встановлено, що в результаті оброблення зерна кількість крохмалю зменшувалась на 4,4 %, клітковини – 0,7, жиру – 0,4, золи – 0,55 і загального вмісту білка – на 1,1 % (табл. 2). Проте, таке зниження неістотне і вказує на високу харчову цінність і засвоюваність отриманого продукту.

Табл. 2. Біохімічний склад зерна пшениці спельти та крупи плющеної з пшениці спельти (2015 р.), %

Показник	Зерно	Крупа плющена
Білок	20,6	19,5
Крохмаль	57,6	53,2
Клітковина	2,2	1,5
Жир	2,1	1,7
Зола	1,76	1,21

Висновки. Збільшення тривалості пропарювання та відволожування підвищує вихід готового продукту та знижує тривалість його варіння. Тому під час виробництва крупи плющеної з пшениці спельти рекомендовано використовувати крупу з пшениці спельти № 1, проводити її пропарювання впродовж 10 хв і відволожувати 5–10 хв з тривалістю лушення 120–140 с, що відповідає індексу лушення 11–13 %.

Крупа плющена з пшениці спельти, що отримана за рекомендованого режиму характеризується високою органолептичною оцінкою (8,6 бала) та низькою тривалістю варіння (20 хв).

Вихід крупи плющеної більше залежить від тривалості лушення зерна пшениці спельти, ніж від режимів пропарювання. Проте це не впливає на кулінарну якість каші. За тривалості лушення 120–140 с (індекс лушення 11–13 %) доцільно проводити пропарювання впродовж 10 хв з тривалістю відволожування 5–10 хв, що забезпечує вихід готового продукту 94,5–95,5 %. Тривалість варіння крупи плющеної зменшується до 17–18 хв.

Література

1. Батурич А. К., Мендельсон Г. И. Питание и здоровье: проблемы XXI века. *Пищевая промышленность*. 2005. № 5. С. 105–107.
2. Бутковский В. А., Мерко А. И., Мельников Е. М. Технологии зерноперерабатывающих производств. Москва : Интерграфсервис, 1999. 472 с.
3. Деренжи П. Свойства зерна, используемого в питании человека. *Хлебопродукты*. 2001. № 3. С. 13–15.

4. Егоров Г. А. Управление технологическими свойствами зерна. Воронеж: Воронежский государственный университет. 2000. 348 с.
5. Егоров Г. А. Технология муки. Технология крупы. Москва. 2005. 296 с.
6. Жигунов Д. А. Режимы влаготепловой обработки зерна пшеницы различных типов. *Хранение и переработка зерна*. 2012. № 10. С. 53–57.
7. Зверев С. В. Функциональные зернопродукты. Москва : ДеЛи принт., 2006. 119 с.
8. Иунихина В. Крупяные продукты – источник пищевых волокон. *Хлебопродукты*. 2009. № 5. С. 44–46.
9. Кирдяшкин В. В., Мельников Е. М., Ушакова А. В. Производство зерновых хлопьев быстрого приготовления. Индустрия продуктов зернового питания – третье тысячелетие. *Тезисы докладов*. Москва: МГУПП, 1999. С. 58.
10. Климова Е. В. Разработка обогащенных зерновых каш быстрого приготовления для учащейся молодежи. *Пищевая и перерабатывающая промышленность*. 2009. № 1. С. 210–212.
11. Крошко Г. Д., Левченко В. І., Назаренко Л. Н. та ін. Правила організації і ведення технологічного процесу на круп'яних заводах. Київ: Віола, 1998. 163 с.
12. Кулешов Н. Н. Процесс зернообразования в связи с технологическими качествами урожая. *Вестник сельскохозяйственной науки*. 1964. № 5. С. 28–33.
13. Мардар М. Р. Товарознавча оцінка формованих круп, збагачених біологічними добавками: автореф. дис....канд. техн. наук: 05.18.15. Харківська державна академія технології та організації харчування. Харків. 1999. 18 с.
14. Новіков В. В. Удосконалення технології виробництва круп'яних продуктів із зерна тритикале: автореф. дис....канд.техн. наук: 05.18.02. Національний університет харчових технологій. Київ. 2016. 20 с.
15. Остапчук Н. В. Математическое моделирование технологических процессов хранения и переработки зерна. Москва: Колос, 1977. 240 с.
16. Паньковский Г. А. Обогащение микронутриентами пищевых концентратов на зерновой основе. *Пищевая и перерабатывающая промышленность*. 2005. № 3. С. 98.
17. Пригитильська Н. В. Ідентифікація продовольчих товарів: теорія і практика: монографія. Київ: НТЕУ, 2007. 193 с.
18. Руденко В. М. Математична статистика. Київ : Центр учбової літератури, 2012. 304 с.
19. Чеботарев О. Н. Технология муки, крупы и комбикормов. Москва : ИКЦ«МарТ», 2004. 688 с.

References

1. Baturyn, A. K., Mendelson, H. Y. (2005). Nutrition and health: problems of the XXI century. *Food industry*, 2005, no. 5, pp. 105–107 (in Russian).
2. Butkovskiy, V. A., Merko, A. Y., Melnykov, Ye. M. (1999). *Technologies of grain processing industries*. Moscow: Interhrafsservis, 1999. 472 p. (In Russian).
3. Derenzhy, P. (2001). Properties of grain used in human nutrition. *Bread products*, 2001, no. 3, pp. 13–15 (in Russian).
4. Yegorov, H. A. (2000). *Management of technological properties of grain*. Voronezh: Voronezh State University, 2000. 348 p. (In Russian).
5. Yegorov, H. A. (2005). *Technology of flour. Technology of cereals*. Moscow, 2005. 296 p. (In Russian).
6. Zhygunov, D. A. (2012). Modes of moisture-thermal processing of wheat grain of various types. *Grain storage and processing*, 2012, no. 10, pp. 53–57 (in Russian).
7. Zverev, S. V. (2006). *Functional grain products*. Moscow: DeLi print., 2006. 119 p. (In Russian).
8. Iunihina, V. (2009). Cereals are a source of dietary fiber. *Bread products*, 2009, no. 5, pp.44–46 (in Russian).
9. Kirdyashkin, V. V., Melnikov, Ye. M., Ushakova, A. V. (1999). *Production of instant cereals. The food industry is the third millennium: abstracts*. Moscow: MHUPP, 1999. pp. 58 (in Russian).
10. Klymova, E. V. (2009). Development of enriched instant cereals for schoolchildren. *Food and processing industry*, 2009, no. 1, pp. 210–212 (in Russian).
11. Kroshko, H. D., Levchenko, V. I., Nazarenko, L. N. et al. (1998). *Rules for organizing and conducting the technological process at the cereals factories*. Kyiv: Viola, 1998. 163 p. (In Ukrainian).
12. Kuleshov, N. N. (1964). Process of grain formation in connection with technological qualities of a crop. *Herald of Agricultural Science*, 1964, no. 5, pp. 28–33 (in Russian).
13. Mardar, M. R. (1999). Commodity evaluation of molded cereals, enriched with biological additives. *Author. of dis. to obtain the degree of Ph.D.* Kharkiv, 1999. 18 p. (In Ukrainian).
14. Novikov, V. V. (2016). Improving the technology of production of grain cereal products from triticale. *Author. of dis. to obtain the degree of Ph.D.* Kyiv, 2016. 20 p. (In Ukrainian).
15. Ostapchuk, N. V. (1977). *Mathematical modeling of technological processes of storage and processing of grain*. Moscow: Kolos, 1977. 240 p. (In Russian).
16. Pankovskiy, H. A. (2005). Enrichment with micronutrients of food

concentrates on a cereal basis. *Food and processing industry*, 2005, no. 3, pp. 98 (in Russian).

17. Prytul'ska, N. V. (2007). *Identification of food products: theory and practice: monograph*. Kyiv: NTEU, 2007. 193 p. (In Ukrainian).

18. Rudenko, V. M. (2012). *Mathematical statistics*. Kyiv: Center for Educational Literature, 2012. 304 c. (In Ukrainian).

19. Chebotarev, O. N. (2004). *Technology of flour, cereals and mixed fodders*. Moscow: IKTs «MarT», 2004. 688 p. (In Russian).

Аннотация

Господаренко Г. М., Полторецкий С. П., Любич В. В., Железная В. В.

Совершенствование режима пропаривания во время производства крупы плющеной из зерна пшеницы спельты

В результате проведенных исследований установлено, что выход крупы плющеной при начальной влажности крупы №1 14 % зависит от продолжительности шелушения, пропарки и отволаживания. Наибольший выход крупы плющеной из пшеницы спельты, независимо от продолжительности пропаривания, получено при шелушение зерна 20 с, что соответствовало индекса шелушения 2,9 %, а при пропаривании 10 мин и отволаживании в течение 5 мин он составлял 97,5 %, 10 мин – 97,9 и 15 мин – 98,2 %. Отволаживание в течение 5 и 15 мин существенно уменьшало выход крупы плющеной на 2–3 %.

Увеличение продолжительности шелушения изменяет выход крупы плющеной из пшеницы спельты. Наименьший выход крупы (97,9–92,3 %) был при пропаривании и отволаживании в течение 5 мин и продолжительности шелушение 180 с, что соответствует индексу шелушения 15,6 %.

Установлено, что продолжение шелушения с 20 до 180 с, выход муки кормовой увеличивается с 1,3 до 7,9 % в зависимости от режима водотепловой обработки.

Самая высокая влажность крупы перед прокаткой была при шелушении в течении 160–180 с, пропаривании в течение 15 мин – 24,1–25,7 % с отволаживанием 5–15 мин, а наименьшая – при пропаривании в течении 5 мин, шелушении – 20–60 с – 15,6–17,4 % с отволаживанием 5–15 мин. Однако, при шелушении 120–140 с, что соответствует индексу шелушения 10,9–12,5 %, влажность крупы находилась в пределах от 18,4 до 24,7 % в зависимости от режима водотепловой обработки. Это означает, что продукт дополнительной сушки не требует, что уменьшает энергозатраты.

Варка каши происходила от 11 до 35 мин при различной продолжительности шелушения, однако не зависела от режима отволаживания и существенно не уменьшалось вследствие увеличения продолжительности пропаривания.

Коэффициент разваривания каши из крупы плющеной из пшеницы спельты зависит от продолжительности шелушения зерна. С его увеличением с 20 до 180 с (индекс шелушения 2,9–15,6 %), коэффициент разваривания каши повышался от 4,7 до 6,2. Продолжительность пропарки и отволаживания крупы на этот показатель не влияли.

Крупа с низким индексом шелушения (2,9–3,8 %) характеризовалась низкой общей органолептической оценкой (6 баллов). Это объясняется тем, что каша с высоким

содержанием оболочек имела очень комковатую, с сильным хрустом и слишком жесткую консистенцию при разжевывании и темно-коричневый цвет. Однако общая органолептическая оценка крупы возростала до очень высокой (9 баллов) при шелушении 160–180 с, что соответствует индексу шелушения 13,7–15,6 % и не зависела от режимов водотепловой обработки.

Ключевые слова: пшеница спельты, режимы, пропаривания, отволаживания, крупа плющенная.

Annotation

Hospodarenko G. M., Poltoretskyi S. P., Liubych V. V., Zheliezna V. V.

Improvement of the parcooking mode for the rolled groats production of spelt wheat

As a result of the research it is established that yield of rolled groats at the initial moisture content of groats №1 of 14 % depended on the duration of peeling, parcooking and softening. Regardless of the parcooking duration, the largest yield of rolled groats made of spelt wheat was obtained for the duration of peeling of 20 s which corresponded to the peeling index 2.9 %. For the duration of parcooking of 10 minutes and softening for 5 minutes it was 97.5 %, 10 minutes it was 97.9 and 15 minutes 98.2 %. Softening for 5 and 15 minutes significantly reduced the yield of rolled groats (by 2–3 %).

The increase in the duration of peeling significantly changed the yield of rolled groats made of spelt wheat. Thus, the smallest yield of groats (97.9–92.3 %) was for parcooking and softening for 5 minutes and peeling time of 180 s which corresponds to 15.6 % peeling index.

It is found that with an increase in the duration of peeling from 20 to 180 s, the yield of polished meal increased from 1.3 to 7.9 % depending on the mode of water-heat treatment.

The highest moisture content of groats before rolling was for the duration of peeling of 160–180 s, parcooking for 15 minutes (24.1–25.7 %) and for softening of 5–15 minutes. The smallest one is the duration of parcooking for 5 minutes, peeling for 20–60 s (15.6–17.4 %) and for softening for 5–15 minutes. However, for the duration of peeling of 120–140 s which corresponds to the peeling index of 10.9–12.5 %, the moisture content of groats was in the range of 18.4 to 24.7 %, depending on the mode of water-heat treatment. This means that the product does not need extra drying which reduces energy costs.

The porridge was cooked from 11 to 35 minutes at different times of peeling but did not depend on the softening regime and did not significantly decrease as a result of prolongation of parcooking.

Grain cooking coefficient for rolled groats porridge depended on the duration of peeling. Thus, with an increase in peeling duration from 20 to 180 s (peeling index of 2.9–15.6%), grain cooking coefficient increased from 4.7 to 6.2. Duration of parcooking and softening of groats did not depend on this indicator.

Groats with a low peeling index (2.9–3.8 %) was characterized by a low overall organoleptic score (6 points). This is due to the fact that the porridge with high husk content was very lumpy, with strong crunching and hard consistency during chewing and dark brown color. However, the overall organoleptic evaluation of groats increased to a very high one (9 points) for the peeling period of 160–180 s which corresponded to the peeling index of 13.7–15.6 % and did not depend on modes of water-heat treatment.

Keywords: spelt wheat, modes, parcooking, softening, rolled groats.