УДК 664.7.004.12:633.111:631.526.3

DOI 10.31395/2415-8240-2020-96-1-606-620

КРУПОУТВОРЮВАЛЬНА ЗДАТНІСТЬ ПОМЕЛЬНИХ ПАРТІЙ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ І ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ

В. В. ЛЮБИЧ, *доктор сільськогосподарських наук*

В. В. ЖЕЛЄЗНА, *кандидат сільськогосподарських наук*

О. А. ЄРЕМЕЄВА, *кандидат технічних наук*

Уманський національний університет садівництва

В. І. ВОЙТОВСЬКА, *кандидат сільськогосподарських наук*

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

У статті наведені результати дослідження впливу добавляння пшениці спельти до помельних партій зерна пшениці м'якої на крупоутворювальну здатність при помелі в борошно.

На основі отриманих результатів можна зробити висновки, що введення зерна пшениці спельти в кількості 15 % до помельних партій пшениці м'якої позитивно впливає на утворення круподунстових продуктів і вилучення борошна. Подальше підвищення частки пшениці спельти призводить до таких змін помельних партій, при яких ці показники знижуються.

Ключові слова: *пшениця спельта, пшениця м'яка, борошно, композиційні суміші, помельні партії, вихід проміжних продуктів, крупоутворення.*

Постановка проблеми. Борошно є одним із важливих харчових продуктів, що одержують у процесі розмелювання різних видів зерна і зазвичай використовують для виробництва хлібобулочних, макаронних та кондитерських виробів.

На борошномельних заводах борошно пшеничне вищого сорту займає перше місце за обсягами виробництва. Будучи продуктом повсякденного харчування населення, воно має низьку біологічну цінністю. Тому нині необхідна оптимізація хімічного складу борошняних сумішей, використовуваних для приготування хліба, що дозволить створити хлібобулочні вироби нового покоління [1, 2]. Досягається це завдяки використанню різних видів традиційної і нетрадиційної для хлібопечення сировини, що дозволяє цілеспрямовано змінювати поживну та енергетичну цінність для кожного конкретного виду виробів і надавати їм функціональні властивості [3].

Проведений аналіз складу борошняних виробів показав, що всі вони перевантажені вуглеводами і містять недостатню кількість білка. Серед можливих шляхів вирішення цієї проблеми центральне і вирішальне місце належить залученню резерву протеїнів рослинного походження [1, 3]. У країнах Європи та США в останнє десятиріччя зростає інтерес споживачів до хлібобулочних виробів, виготовлених з борошна пшениці спельти *Triticum spelta* L. – напівдикого виду пшениці, відомого з доісторичних часів [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо, що борошно пшеничне вищого ґатунку повинно містити 72–75 % вуглеводів і 10–11 % білків, тоді як за даними [5] борошно з пшениці спельти за вмістом вуглеводів суттєво не відрізняється, але містить особливий тип розчинних вуглеводів – мукополісахариди (mucopolysaccharides), які здатні зміцнювати імунну систему, знижують рівень холестерину, регулюють процеси згортання крові [6]. Пшениця спельта містить менше редукувальних цукрів і має низьку цукроутворювальну здатність порівняно з традиційними видами пшениці [7].

Вміст білка в зерні пшениці спельти доходить до 25,0 % [8, 9]. Вони містять близько 20 % альбумінів і глобулінів [6]. Засвоюваність її білків краща, а саме: спельти – 80,1 %, пшениці – 78,9 % [5, 7]. Також борошно відрізняється високим умістом клейковини – у середньому 40 %, але за якістю вона може бути оцінена, як слабка [10]. У пшениці спельти, порівняно з традиційної

пшеницею, більше гліадину і менше глютеніну. Тому клейковина, м'яка і менш пружна. Поживні речовини спельти мають високий рівень розчинності, тому вони легше та швидше засвоюються організмом. Зерно спельти, порівняно із зерном пшениці, містить меншу кількість води (11 г/100 г) і жирів (1,7 г/100 г) [11]. До її складу входить майже у сім разів більше моно- і дисахаридів, ніж до відомих типів пшениці і в чотири рази більше харчових волокон.

Важливе значення для здоров'я має забезпеченість організму вітамінами. Слід також зазначити, що переробка зерна в сортове борошно призводить до збідніння його вітамінами, що знижує харчову цінність продукту. Використання борошна з пшениці спельти дозволяє збагатити боршно калієм, фосфором і вітамінами PP, B_5, B_c, E, K. [12, 13]. Більш багатий вітамінний і мінеральний склад пшенці спельти можна пояснити її специфічною здатністю – краще за голозерну пшеницю засвоювати поживні речовини із ґрунту [14]

Глютен пшениці спельти відрізняється за структурою від глютену сучасних пшениць, що викликає алергію в 0,9 % дорослих та 0,6 % дітей. Внаслідок слабкості клейковини, борошно зі спельти зазвичай використовується як додаткова складова під час випікання хліба, а завдяки високій вологоутримувальній здатності борошна – хліб довго не черствіє [10, 15].

Встановлено [16], що хліб з композиційної суміші з пшеничного та спельтового борошна має більший на 13 % питомий об'єм, на 9 % більшу пористість і на 26 % кращу формостійкість порівняно з хлібом лише з спельтового борошна.

До нині не вивчено вплив добавляння пшениці спельти у різних пропорціях до помельних партій зерна пшениці м'якої на крупоутворювальну здатність при помелі в борошно, тому ці дослідження є актуальними.

Методика досліджень. Дослідження проводили у лабораторії «Оцінювання якості зерна та зернопродуктів» кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського національного університету садівництва.

Для проведення досліджень було взято зразок пшениці м'якої сорту

Центилівка та пшениці спельти Attergauer Dinkel. У пробі пшениці спельти вміст зернової домішки був 3,68 %. Вміст смітної домішки, а саме битих зерен у пробі пшениці м'якої сорту Центилівка складав 0,11 %. Склоподібність спельти була 57 %, а пшениці сорту Центилівка – 71 %. Отже, обидва зразки відносяться до напівсклоподібного зерна, тому що їх значення були у межах норми – 40–75 %. Розмелювали зерно пшениці спельти, пшениці м'якої та композиційні суміші пшениця м'яка : пшениця спельта у відношенні 95 : 5; 90 : 10; 85 : 15; 80 : 20; 75 : 25. Зерно зволожували до вологості 16,5 %.

Необхідну кількість води для зволожування зерна визначали за формулою

$$X = \frac{G \cdot (W_1 - W_2)}{100 - W_1},$$

де X – необхідна кількість води, мл;

G – маса зерна, г;

W_1 – кінцева вологість суміші, %;

W_2 – початкова вологість суміші, %.

Зволоження проводили крапельним зрошуванням. Зерно висипали в велику ємкість, зрошували його необхідною кількістю теплої води, перемішували та відволожували упродовж 24 годин.

Перед подрібненням зерно пропускали через оббивальну машину в якій на виході каналу повітряного сепаратора встановлено магнітний сепаратор для відбирання із зернової маси металомагнітних домішок.

Подрібнення проводили на борошномельному комплексі ММ-1-20. Борошномельно-круп'яний комплекс призначений для виробництва сортового борошна з зерна пшениці та переробки інших зернових і бобових культур у борошно. Комплекс складається з трьох модулів.

Схема досліджень крупоутворення показана на рис. 1.

I др.с., II др.с., III др.с.

Рис. 1. Схема проведення досліджень

Для дослідження крупоутворення відбирали продукти подрібнення після I, II та III драної системи у розмірі 100 г. Визначали вихід продуктів подрібнення просіюванням на ситах (табл. 1) та вилучення проміжних продуктів помелу.

Табл. 1. Класифікація продуктів подрібнення за крупністю

Продукти	Номер сит, капронові
Сходові продукти	- /7
Крупа:	
Крупна	7/12
Середня	12/17
Дрібна	17/23
Дунсти:	
Жорсткий	23/29
м’який	29/43
Борошно	43/-

Результати досліджень. Дослідженнями встановлено, що залежно від складу помельної партії вихід проміжних продуктів істотно змінюється. Так, крупної крупки після I, II, III др.с найбільше отримано з пшениці спельти – 29,0 %, а найменше з пшениці м’якої – 23,54 %. У композиційних сумішей

найбільший цей показник у зразках 80 : 20 та 75 : 25 – відповідно 28,68 та 28,41 %, а найменший – 85 : 15 (рис. 2).

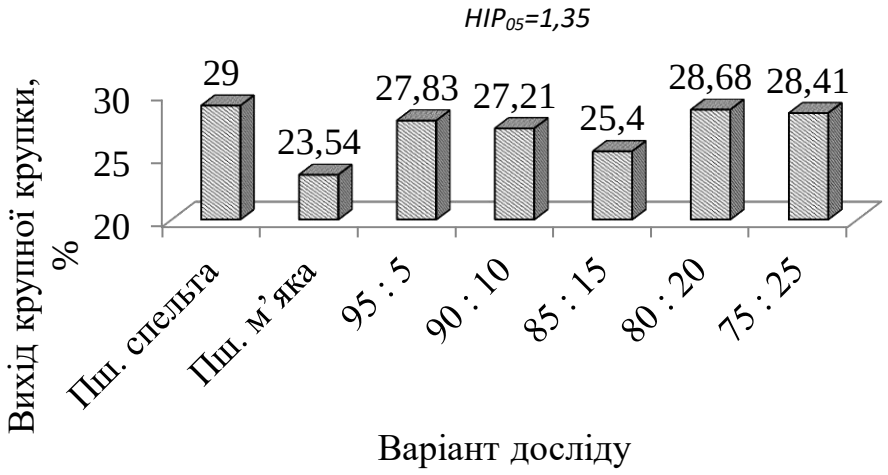

Рис. 2. Вихід крупної крупки після I, II, III драної системи при різному співвідношенні зерна пшениці спельти і м'якої

Встановлено, що найбільший вихід середньої крупки після драних систем у пшениці м'якої – 2,63 % (рис. 3).

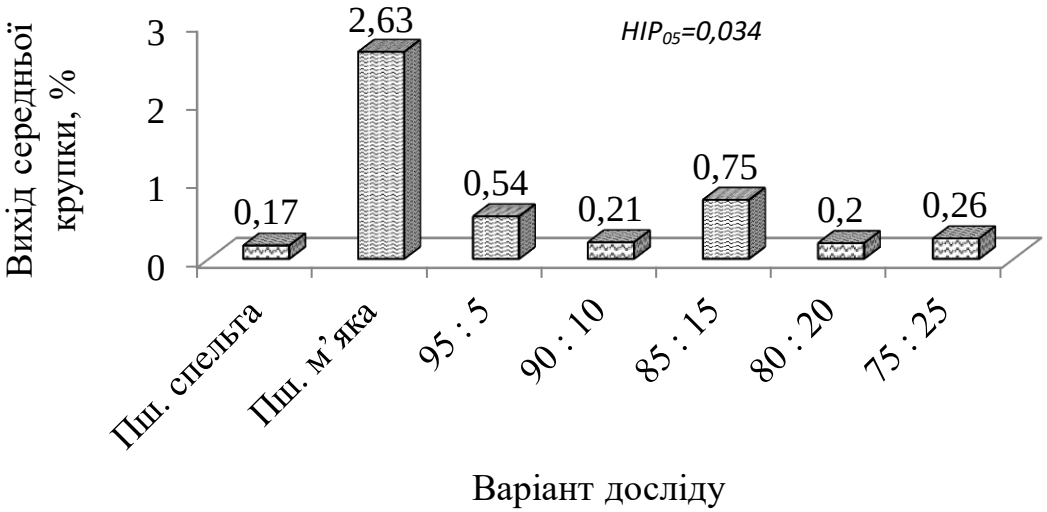

Рис. 3. Вихід середньої крупки після I, II, III драної системи при різному співвідношенні зерна пшениці спельти і м'якої

Найменшим цей показник був при помелі композиційних сумішей 90 : 10, 80 : 20 та 75 : 25 та у пшениці спельти – 0,17 %.

Вихід дрібної крупки після I, II, III драної системи був у межах 14,5–16,0 % залежно від варіанту досліду (рис. 4).

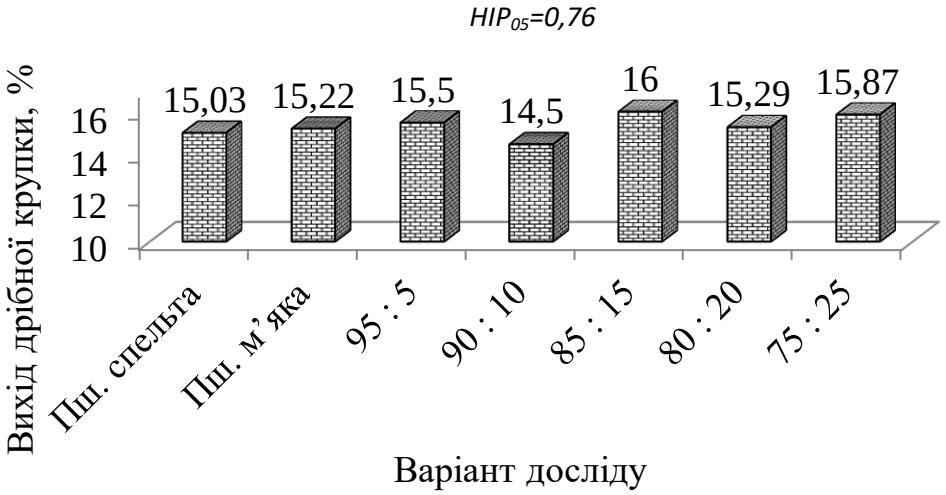

Рис. 4 Вихід дрібної крупки після I, II, III драної системи при різному співвідношенні зерна пшениці спельти і м'якої

Найбільший цей показник у композиційних сумішах 75:25 та 85 : 15 – відповідно 15,87 та 16,0 %, найменший – у зразку 90 : 10 – 14,15 %, а в решти – на рівні 15,03–15,50 %.

Вихід жорсткого та м'якого дунстів істотно змінювався залежно від варіанту досліду (рис. 5).

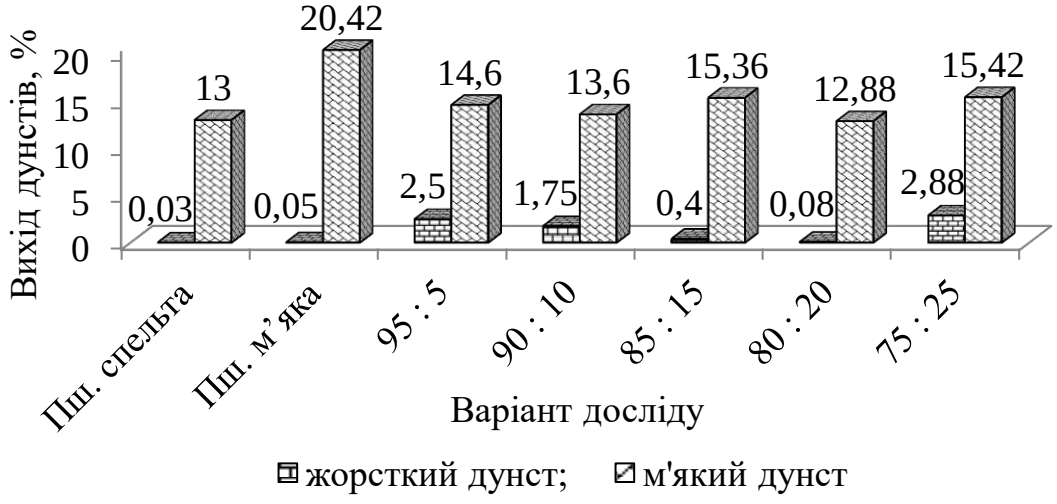

Рис. 5. Вихід жорсткого та м'якого дунстів після I, II, III драної системи при різному співвідношенні зерна пшениці спельти і м'якої

Так, найменший вихід жосткого дунсту був у пшениці спельти та м'якої – відповідно 0,03 та 0,05 %, найбільший у композиційних сумішах 95 : 5 та 75 : 25 і становив відповідно 2,50 та 2,88 %. Вихід м'якого дунсту змінювався в межах 13,0–20,42 %.

Вихід борошна залежно від складу помельної партії у зразках змінювався в межах від 5,22 % до 14,09 % (рис. 6).

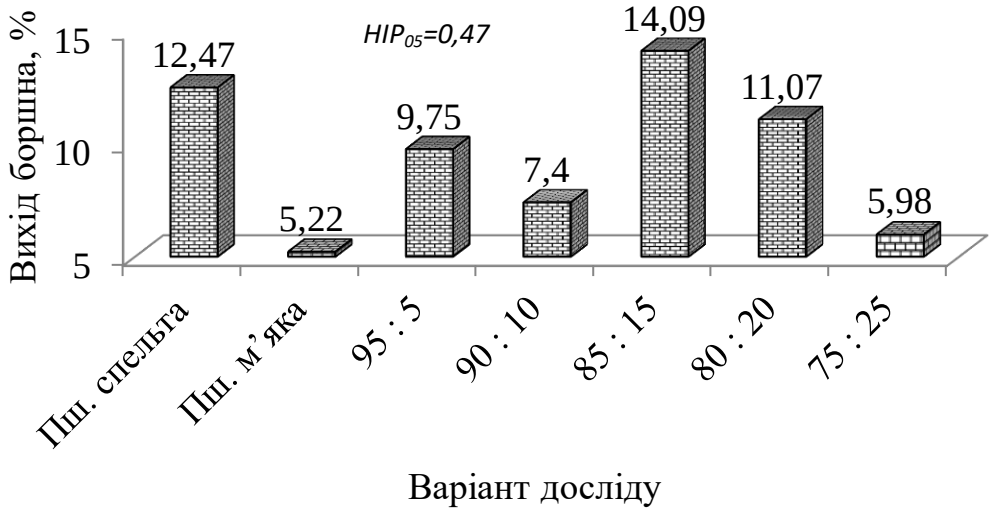

Рис. 6. Вихід борошна після I, II, III драної системи при різному співвідношенні зерна пшениці спельти і м'якої

Найменший вихід борошна був у пшениці м'якої – 5,22 %, тоді як у пшениці спельти 12,47 %, що в 2,4 рази більше. У композиційних сумішах цей показник також істотно змінювався від 5,98 до 14,09 %.

Встановлено, що вилучення проміжних круподунстових продуктів помелу становить 64,3 %–72,0 % залежно від варіанту досліду (рис. 7). Найбільше їх вилучалось зі зразка 85 : 15 – 72 %, що перевищує цей показник при помелі пшениці м'якої на 1,63 %. Найменший показник вилучення мав зразок 90:10 – 64,33 %.

Отже, введення зерна пшениці спельти у кількості 10–15 % до помельних партій пшениці м'якої позитивно впливає на утворення круподунстових продуктів і вилучення борошна.

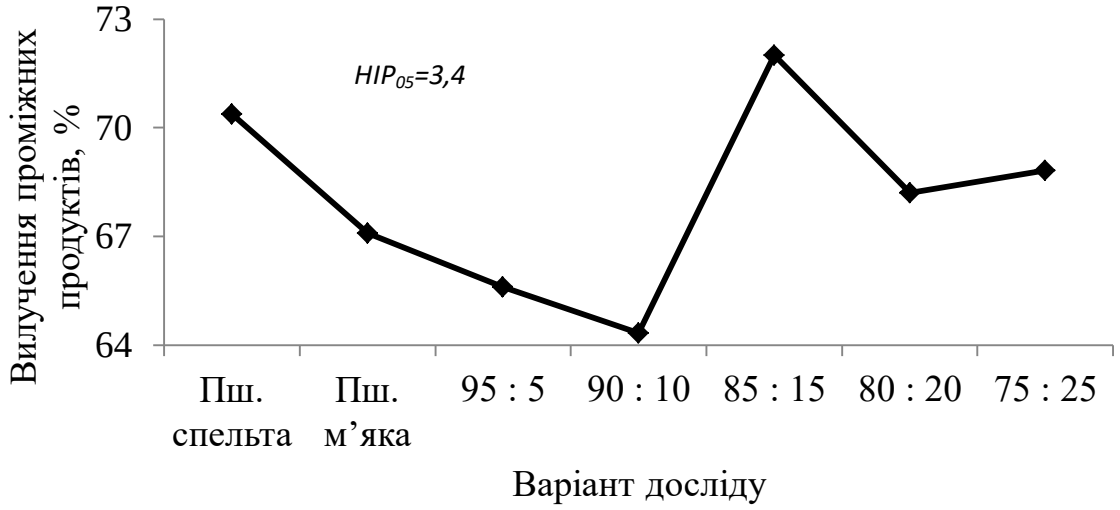

Рис. 7. Загальне вилучення круподунстових продуктів після І, ІІ, ІІІ драної системи при різному співвідношенні зерна пшениці спельти і м'якої

Подальше підвищення частки вмісту пшениці спельти призводить до таких змін помельних партій, при яких ці показники йдуть на спад.

Висновки. Вихід проміжних продуктів істотно змінюється залежно від вмісту пшениці спельти і пшениці м'якої в помельних партіях. Найвищий показник виходу борошна після І, ІІ, ІІІ др.с., який істотно відрізняється від інших, має зразок, з вмістом пшениці спельти 15 % – 14,09 г.

Отримані результати досліджень обґрунтовують доцільність добавляння пшениці спельти у помельні партії пшениці м'якої у кількості 15 % для покращення борошномельних властивостей, оскільки при цьому отримано найбільше вилучення борошна.

Література

1. Mclntosh G., Noakes M., Royle P., Foster P. Whole-grain rye and wheat foods and markers of bowel health in overweight middle-aged men. *The American Journal of Clinical Nutrition.* 2003. № 77. P. 967 – 974.

2. Осокіна Н. М., Герасимчук О. П., Матвієнко Н.П. Технологія зберігання та переробки зерна. Умань. 2012. 320 с.

3. Жигунов Д. О., Ковальова В. П., Мороз А. І. Визначення показників

якості борошна з різних систем технологічного процесу при сортовому помелі пшениці. *Зернові продукти і комбікорми*. 2017. № 4. С. 30-36.

4. Алавердян Л. М., Юдічева О. П., Романенко О. В. Борошно зі спельти: визначення та обґрунтування тенденцій розвитку ринку, оцінка якості. *Товарознавчий вісник.* 2019. Випуск 12. С. 6–17.

5. Семенова А. Б., Писарець О. П. Застосування продуктів переробки спельти та полби: наявний досвід та перспективні напрями // Матеріали міжнародних науково-практичних конференцій «Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві» та «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі» Київ: НУХТ, 2017. С. 32 – 37.

6. Любич В. В., Желєзна В. В., Улянич І. Ф. Вплив зволожування та відволожування зерна пшениці спельти на вихід борошна. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка.* Харків. 2019. С. 101–108.

7. Bonafaccia G., Galli V., Francisci R. et al. Characteristics of spelt wheat products and nutritional value of spelt wheat-based bread. *Food Chemistry.* 2000. № 68. P. 437–441.

8. Любич В. В. Теоретичне обґрунтування формування якості зерна пшениць і продуктів його перероблення: автореф. дис … .докт. с.-г. наук: 06.01.15. Умань. 2018. 46 с.

9. Возіян В. В. Розробка технології виробництва круп’яних продуктів із зерна пшениці спельти: автореф. дис….к. с.-г. н: 06.01.15. Умань. 2017. 26 с.

10. Abdel-Aal E. S. M., Hucl P., Sosulski F. W. Compositional and nutritional characteristics of spring einkorn and spelt wheats. *Cereal Chem.* 1995. № 72. P. 621 – 624.

11. Bojňanská T., Frančáková H. The use of spelt wheat (*Triticum spelta L.*) for baking applications. *Rostl. Výr.* 2002. № 48. P. 141–147.

12. Господаренко Г. М., Любич В. В., Новіков В. В. Желєзна В. В. Білково-протеїназний комплекс зерна сортів пшениці спельти залежно від удобрення. *Збірник наукових праць Уманського НУС.* 2018. Вип. 1. С. 8–22.

13. Kohajdová Z., Karovičová J. Chemical characteristics and pasting properties of commercial slovak common and spelt wheat flours. *Agric. conspec. sci.* 2009. № 74. С. 313 – 317.

14. Escarnot E., Jacquemin J-M, Agneessens R., Paquot M. Comparative study of the content and profiles of macronutrients in spelt and wheat, a review. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment.* 2012. Vol. 16(2). P. 243–256

14. Дробот В. І., Семенова А. Б., Михонік Л. А. Порівняльна характеристика хімічного складу та технологічних властивостей суцільнозмеленого пшеничного борошна та борошна спельти. *Хранение и переработка зерна*. 2014. № 4. С. 37–39.

15.Kohajdová Z., Karovičová J. Nutritional value and baking applications of spelt. *Acta Scientiarium Polonorum, Technologia Alimentaria.* 2008. Vol. 7. P. 5–14.

16. Дробот В. І., Семенова А. Б., Михонік Л. А. Технологічні аспекти використання борошна спельти у хлібопеченні. *Продовольчі ресурси.* 2014. № 2. С. 15–17.

References

1. Mclntosh G., Noakes M., Royle P., Foster P. (2003). Whole-grain rye and wheat foods and markers of bowel health in overweight middle-aged men. *The American Journal of Clinical Nutrition,* no. 77. P. 967 – 974 (in English).

2. Osokina N. M., Herasymchuk O. P., Matviienko N. P. (2012). Tekhnolohiia zberihannia ta pererobky zerna. Uman. 320 p. (in Ukrainian).

3. Zhyhunov D. O., Kovalova V. P., Moroz A. I. (2017). Vyznachennia pokaznykiv yakosti boroshna z riznykh system tekhnolohichnoho protsesu pry sortovomu pomeli pshenytsi. *Zernovi produkty i kombikormy,* no. 4, pp. 30–36 (in Ukrainian).

4. Alaverdian L. M., Yudicheva O. P., Romanenko O. V. (2019). Boroshno zi spelty: vyznachennia ta obgruntuvannia tendentsii rozvytku rynku, otsinka yakosti. *Tovaroznavchyi visnyk,* no. 12, pp. 6–17 (in Ukrainian).

5. Semenova A. B., Pysarets O. P. (2017). Zastosuvannia produktiv pererobky spelty ta polby: naiavnyi dosvid ta perspektyvni napriamy. *Materialy mizhnarodnykh naukovo-praktychnykh konferentsii «Innovatsiini tekhnolohii u khlibopekarskomu vyrobnytstvi» ta «Zdobutky ta perspektyvy rozvytku kondyterskoi haluzi»,* Kyiv: NUKhT, pp. 32–37 (in Ukrainian).

6. Liubych V. V., Zheliezna V. V., Ulianych I. F. (2019). Vplyv zvolozhuvannia ta vidvolozhuvannia zerna pshenytsi spelty na vykhid boroshna. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu silskoho hospodarstva imeni Petra Vasylenk*, pp. 101–108 (in Ukrainian).

7. Bonafaccia G., Galli V., Francisci R. et al. (2000). Characteristics of spelt wheat products and nutritional value of spelt wheat-based bread. *Food Chemistry*, no. 68, pp. 437–441(in English).

8. Liubych V. V. (2018). Teoretychne obgruntuvannia formuvannia yakosti zerna pshenyts i produktiv yoho pereroblennia: avtoref. dys … .dokt. s.-h. nauk: 06.01.15. Uman. 46 s. (in Ukrainian).

9. Voziian V. V. (2017). Rozrobka tekhnolohii vyrobnytstva krupianykh produktiv iz zerna pshenytsi spelty: avtoref. dys. kand. s.-h. nauk: 06.01.15. Uman. 26 p. (in Ukrainian).

10. Abdel-Aal E. S. M., Hucl P., Sosulski F. W. (1995). Compositional and nutritional characteristics of spring einkorn and spelt wheats. *Cereal Chem.*, no. 72, pp. 621–624. (in English).

11. Bojňanská T., Frančáková H. (2002). The use of spelt wheat (*Triticum spelta L.*) for baking applications. *Rostl. Výr.*, no. 48, pp. 141–147.

12. Hospodarenko H. M., Liubych V. V., Novikov V. V. Zheliezna V. V. (2018). Bilkovo-proteinaznyi kompleks zerna sortiv pshenytsi spelty zalezhno vid udobrennia. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho NUS*, no. 1, pp. 8–22 (in Ukrainian).

13. Kohajdová Z., Karovičová J. (2009). Chemical characteristics and pasting properties of commercial slovak common and spelt wheat flours. *Agric. conspec. sci.*, no. 74, pp. 313–317 (in English).

14. Escarnot E., Jacquemin J-M, Agneessens R., Paquot M. (2012). Comparative study of the content and profiles of macronutrients in spelt and wheat, a review. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, vol. 16(2), pp. 243–256 (in English).

14. Drobot V. I., Semenova A. B., Mykhonik L. A. (2014). Porivnialna kharakterystyka khimichnoho skladu ta tekhnolohichnykh vlastyvostei sutsilnozmelenoho pshenychnoho boroshna ta boroshna spelty. *Khranenye y pererabotka zern*,. no. 4, pp. 37–39 (in Ukrainian).

15.Kohajdová Z., Karovičová J. (2008). Nutritional value and baking applications of spelt wheat. *Acta Scientiarium Polonorum, Technologia Alimentaria*, vol. 7(3), pp. 5–14 (in English).

16. Drobot V. I., Semenova A. B., Mykhonik L. A. (2014). Tekhnolohichni aspekty vykorystannia boroshna spelty u khlibopechenni. *Prodovolchi resursy*, no. 2, pp. 15–17 (in Ukrainian).

Аннотация

Любич В. В., Железная В. В., Еремеева Е. А., Войтовская В. И.

Крупообразующая способность помольных партий зерна пшеницы спельты и пшеницы мягкой

В статье приведены результаты исследования влияния добавления пшеницы спельты в помольных партий зерна пшеницы мягкой на крупообразующую способность при помоле в муку.

Исследованиями установлено, что крупной крупки после I, II, III др. с всего получено из пшеницы спельты – 29,0 %, а наименьшее из пшеницы мягкой – 23,54 %. В композиционных смесях наибольший этот показатель в образцах 80 : 20 и 75 : 25 – соответственно 28,68 и 28,41 %, а наименьший – 85 : 15.

Установлено, что наибольший выход средней крупки после драных систем в пшенице мягкой – 2,63 %. Наименьшим этот показатель был при помоле композиционных смесей 90 : 10, 80 : 20 и 75 : 25 и в пшенице спельты –

0,17 %. Выход мелкой крупки после I, II, III драной системы был в пределах 14,5–16,0 % в зависимости от варианта. Наименьший выход жесткого дунста был в пшенице спельты и мягкой – соответственно 0,03 и 0,05 %, наибольший в композиционных смесях 95 : 5 и 75 : 25 и составил соответственно 2,50 и 2,88 %. Выход мягкого дунста менялся в пределах 13,0–20,42 %.

Выход муки в зависимости от состава помольной партии в образцах изменялся в пределах от 5,22 % до 14,09 %. Наименьший выход муки был в пшенице мягкой – 5,22 %, тогда как у пшеницы спельты 12,47 %, что в 2,4 раза больше. В композиционных смесях этот показатель также существенно менялся от 5,98 до 14,09 %. Установлено, что изъятие промежуточных круподунстових продуктов помола составляет 64,3 % –72,0 % в зависимости от варианта опыта.

На основе полученных результатов можно сделать выводы, что введение зерна пшеницы спельты в количестве 15 % до помольных партий пшеницы мягкой положительно влияет на образование круподунстових продуктов и изъятия муки. Дальнейшее повышение доли пшеницы спельты приводит к таким изменениям помольных партий, при которых эти показатели снижаются.

Ключевые слова: *пшеница спельта, пшеница мягкая, мука, композиционные смеси, помольные партии, выход промежуточных продуктов, крупообразование.*

Annotation

Liubych V. V., Zheliezna V. V., Yeremeeva O. A., Voitovska V. I.

Grits formation ability of milling blends of spelt and soft wheat grain

The article presents the study results of the effect of spelt wheat adding to milling blendes of soft wheat grain on the grits-forming ability when milling into flour.

Studies have shown that large middligs after I, II, III break systems were most obtained from spelt wheat – 29,0 %, and the least from soft wheat – 23,54%. In composite mixtures, this indicator is the highest in samples 80:20 and 75:25 – 28,68 and 28,41 %, respectively, and the lowest – 85:15.

It was found that the highest yield of medium middlings after break systems in soft wheat – 2,63 %. This indicator was the lowest when milling composite mixtures 90:10, 80:20 and 75:25 and in spelt wheat – 0,17 %. The yield of fine middlings after the I, II, III break systems was in the range of 14,5–16,0 %, depending on the experiment variant. The lowest yield of hard dunst was in spelt and soft wheat – 0,03 and 0,05 %, respectively, the highest – in the composite mixtures of 95:5 and 75:25 and was 2,50 and 2,88 %, respectively. The yield of soft dust varied between 13,0 and 20,42 %.

Flour yield, depending on the composition of milling blend in samples varied from 5,22 % to 14, 09 %. The lowest flour yield was in soft wheat – 5,22 %, while in spelt wheat – 12,47 %, which is 2,4 times more. In composite mixtures, this figure also varied significantly from 5,98 to 14,09 %. It was found that the extraction of intermediate grits-dunst products of milling is 64,3–72,0 % depending on the experiment variant.

Based on the obtained results, it can be concluded that the introduction of 15 % spelt wheat grain into the milling blendes of soft wheat has a positive effect on the formation of grits-dunst products and flour extraction. Further increase in the share of spelt wheat leads to such changes in milling blendes, in which these figures are reduced.

Key words: *spelt wheat, soft wheat, flour, composite mixtures, milling blendes, yield of intermediate products, grits formation.*