was shortest and 4 days earlier compere to plants from cell 6 × 6 cm or direct sowing. Longest growth period from transplanting to budding of plants was 30 days due to cassettes with cells 2,5 × 2,5 cm. Plants from seedlings longer formed first yield. It was 44 days which was 7 days longer compere with direct sowing. The most active growth of foliage of the Basil plant observed before transplanting to open soil due to cells 6x6 cm. The leaves surface was high. Plants which grown in cassettes with cells 4x4 and 6x6 cm had better biometric data.

It was indicated then with increasing of substrate volume seedling quality indicators increased as well. Most active process of leaf surface growth in basil plants took place, which were grown in cassettes with a cell volume of 6 × 6 cm and before planting it in open ground, the leaf surface area was high. Regardless of the time of sowing seeds and planting seedlings in the open ground, the best biometric indicators were plants grown in cassettes with a cell volume of 6×6 cm, that is, with increasing food area per plant and seedling quality indicators increased. The longest peduncle (10,1 cm) had plants of second term of transplanting due to cells 4×4 and 6x6 cm . Higher yield had plants grown from cells 4 × 4 and 6 × 6 cm. Their yield was from 24,6 to 27,2 t/ha. Yield increase according to control was from 0,6 to 2,2 t/ha. Lowest yield shown plants which were grown in cassettes with volume of cells 2,5 × 2,5 cm from 20,9 to 24,3 t/ha.

***Key words**: sweet basil, seedlings, cassette, planting date, yield.*

УДК 664.743:633.11:641.53:683.958
DOI 10.31395/2415-8240-2021-99-1-146-161

КРУП'ЯНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ

В. В. ЛЮБИЧ, *доктор сільськогосподарських наук*
Уманський національний університет садівництва

Стаття присвячена вивченню круп'яних властивостей зерна пшениці спельти залежно від сорту. Встановлено, що високим вмістом білка характеризуються сорти Зоря України, Schwabenkorn, NSS 6/01, Австралійська 1 і лінія LPP 3218. Загальна кулінарна оцінка каші з плющеної крупи пшениці спельти змінюється в межах 6,8–9,0 бала. Зерно сорту Зоря України має найвищу кулінарну оцінку, що дає можливість використовувати його для одержання круп'яних продуктів.

***Ключові слова:** сорт, пшениця спельта, плющена крупа, склоподібність, білок.*

Якість зерна, що переробляється на борошномельних заводах, є досить нестабільною. За останні роки вміст білка знизився від 15 % до 10–11 %, що призвело до зниження кількості та якості клейковини і, таким чином, до зміни якості хлібобулочних виробів. Зміни у структурі харчування в напрямку органічної продукції викликають необхідність корекції раціону, в тому числі

білком [1, 2]. До основних круп'яних властивостей зерна пшениці відносять масу 1000 зерен, крупність і вирівняність, твердість ендосперму, вміст плівок (для плівчастих культур), склоподібність. Крім цього, харчову цінність крупи визначають вміст білка, його амінокислотний склад, вміст вітамінів, мінеральних елементів, харчових волокон тощо [3]. Відомо [4], що вміст білка впливає на формування кулінарної якості крупи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Нині однією з перспективних малопоширених у виробництві видів пшениці є спельта (*Triticum spelta* L.) [5, 6]. Встановлено [7], що зерно сортів пшениці спельти Hercule, Rouquin та Ostro, вирощені в Альпах Італії, містили більше білка та харчових волокон порівняно з іншими видами пшениці (м'яка, тверда). Вищий вміст білка в зерні впливав на формування харчової цінності готових продуктів. Хліб, отриманий з вищого сорту борошна пшениці спельти, мав вищий вміст засвоюваного крохмалю і коефіцієнт його перетравлення порівняно з хлібом пшениці м'якої. Проте в хлібі з обойного борошна пшениці спельти ці показники були достовірно нижчими порівняно з пшеницею м'якою. У макаронах та екструдованих продуктах із обойного борошна зі спельти був вищий вміст білка, золи і харчових волокон порівняно з такими продуктами, виготовленими з борошна вищого сорту пшениці спельти. Зерно пшениці спельти є перспективною сировиною для виробництва сухої клейковини і спирту, що вимагає специфічних технологічних властивостей зерна [8]. Проте вони змінюються залежно від умов вирощування і сорту [9], але ці дослідження не стосуються круп'яних властивостей зерна пшениці спельти.

Нині отримують продукти із зеленого зерна пшениці спельти. Вченими встановлено [10], що таке зерно містить достовірно вищий вміст N, P, K, Ca, Zn, Fe, Na, Mn і B, жирних кислот, а також амінокислот (Lys, Met, Ala, Tyr) порівняно із зерном, зібраним у фазу повної стиглості. У фазу повної стиглості зерна зростає частка замінних амінокислот.

Інтерес споживачів до функціональних продуктів харчування і харчових продуктів із добавлянням зерна пшениці спельти продовжує зростати, тим більше, що її зерно є джерелом багатьох цінних поживних речовин, а продукти можуть бути дієтичною складовою, альтернативною іншим злакам [11]. Крім цього, функціональна їжа, крім своїх поживних властивостей, має також зміцнювальні здоров'я властивості, що виникають внаслідок присутності біологічно активних речовин [12, 13]. Зерно спельти містить у середньому від 40 % до 68 % крохмалю, від 10 % до 16 % білка та від 1 % до 5 % жиру [14]. У своєму складі жирних кислот переважає лінолева кислота, за якою йдуть олеїнова та пальмітинова кислоти [15]. Вміст макро- та мікроелементів у зерні спельти значною мірою визначається генетичним чинником [16].

У дослідженнях W. Biel [17] вміст білка в зерні пшениці спельти не змінювався від генотипу і становив 13,0 %. Очевидно, що різні сорти пшениці спельти мають специфічні властивості, що впливає на якість готового продукту.

Незважаючи на те, що продуктивність пшениці спельти нижча порівняно з пшеницею м'якою, для формування високобілкового зерна ця культура

використовує менше азоту. Здатність пшениці спельти формувати високий вміст білка в зерні за низьких доз добрив свідчить про очевидний потенціал систем виробництва цієї культури у багатьох країнах Європи [18].

Основними круп'яними культурами України є гречка, просо, овес і рис. Пшеничних круп виготовляють найменше. Проведений огляд літератури свідчить, що перспективною круп'яною культурою є пшениця спельта. Проте основна кількість досліджень стосується вивчення питання щодо формуванню хлібопекарських і макаронних властивостей зерна цієї культури. Тому дослідження формування круп'яних властивостей зерна пшениці спельти залежно від сорту є актуальними.

Мета досліджень – встановити особливості формування круп'яних властивостей зерна пшениці спельти залежно від сорту та лінії.

Методика досліджень. Експериментальну частину роботи проводили в лабораторії «Оцінювання якості зерна та зернопродуктів» кафедри технології зберігання і переробки зерна Уманського національного університету садівництва впродовж 2013–2014 рр. Взято сорти спельти, отримані методом добору з місцевих сортів Schwabenkorn, NSS 6/01, Frankenkorn, Шведська 1, Австралійська 1, лінії, отримані в результаті гібридизації *Triticum aestivum / Triticum spelta* – LPP 3218, LPP 1305, LPP 3132, LPP 3124, LPP 1197, LPP 3435, LPP 1224, LPP 3117, які вирощувалися в умовах Правобережного Лісостепу України (навчально-науково-виробничий комплекс Уманського НУС). Контролем (стандартом) був районований у цій зоні сорт пшениці спельти Зоря України. У зерні пшениці спельти визначали склоподібність за ДСТУ 3768:2019, вміст білка – за ДСТУ 4117:2007.

Технологічна схема отримання круп'яних продуктів у лабораторних умовах була сформована відповідно вимог правил організації і ведення технологічного процесу на круп'яних заводах. Крупу плющену отримували із крупи цілої за індексу лущення 10 %. Цілу крупу (початкова вологість 12,1 %) пропарювали упродовж 10 хв за сталого тиску насиченої пари 0,15±0,01 МПа у лабораторному пропарнику періодичної дії (ППД-1), спроєктованого та виготовленого на кафедрі технології зберігання і переробки зерна Уманського НУС (рис. 1).

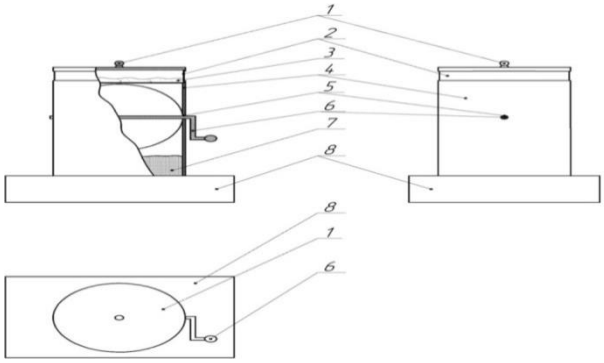

Рис. 1. Лабораторний пропарник періодичної дії (ППД–1):
1 – герметична кришка; 2 – сито; 3 – шар зерна; 4 – корпус пропарника; 5 – манжетне ущільнення; 6 – механізм контролю подачі пари; 7 – шар води; 8 – нагрівальний елемент.

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±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 термоізольованому бункері впродовж 5–10 хв. Вологість зерна перед плющенням доводять до 25 % висушуванням у сушильній установці за сталої температури 90 °С. Потім механізм контролю подачі пари переключають у закрите 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. 2).

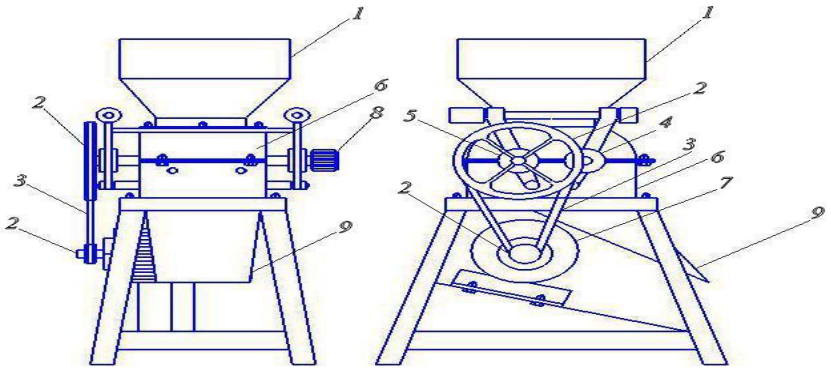

Рис. 2. Вальцьова плющилка ВПК – 200:
1 – бункер з шибером; 2 – шків; 3 – клиновий ремінь; 4 і 5 – вальці; 6 – кожух; 7 – електродвигун; 8 – шестерня; 9 – розвантажувальний лоток.

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).

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 пшениці, тритикале та ячменю » (№ 129205) (табл. 1).

Табл. 1. Кулінарне оцінювання каші із зерна пшениці, тритикале та ячменю

Показник	Бал				
	9	7	5	3	1
Запах	сильно виражений	виражений	слабо виражений	відсутній, злегка змінений	нетиповий, з сильно вираженим стороннім запахом
Колір	жовтий, світло-кремовий з жовтим відтінком або без нього	злегка темніший або світліший, кремовий	кремовий з світло-коричневим відтінком	коричневий, світло сірий	темно коричневий або темно сірий
Смак	сильно виражений	виражений	слабо виражений	відсутній	нетиповий, з сильно вираженим стороннім смаком
Консистенція	розсипчаста	слабо розсипчаста	слабо розсипчаста з комками	не розсипчаста	неоднорідна, рідка

Дослідження мали три аналітичні повторення. Результати аналітичних повторювань обробляли методами описової статистики за допомогою програм Microsoft Excel 2010 та STATISTICA 10. Для якісного оцінювання сили зв'язку використовували коефіцієнт кореляції (r) за шкалою Чеддока: 0,1–0,3 – незначний зв'язок; 0,3–0,5 – помірний; 0,5–0,7 – істотний; 0,7–0,9 – високий; 0,9–0,99 – дуже високий; 1 – функціональний. Індекс стабільності визначали за такою формулою:

$$SE = \frac{HE}{LE},$$

де HE – найбільший прояв ознаки;

LE – найменший прояв ознаки.

Дослідна ділянка розміщувалась у Маньківському природно-сільськогосподарському районі Середньо-Дніпровсько-Бузького округу Лісостепової Правобережної провінції зони Лісостепу з географічними координатами за Гринвічем 48° 46'56,47" північної широти і 30° 14'48,51" східної довготи.

Висота над рівнем моря – 245 м. Ґрунт дослідного поля – чорнозем

опідзолений. Погодні умови за період проведення досліджень були нестабільними порівняно із середньобагаторічними показниками. За період квітень–липень 2013 і 2014 рр., погодні умови яких характеризувались достатньою кількістю опадів, випало відповідно 394,6 і 184,7 мм опадів, що перевищує середньобагаторічний показник. Проте 2014 р. характеризувався нижчою температурою та вищою відносною вологістю повітря, що негативно вплинуло на формування якості зерна спельти.

Результати досліджень. Важливим показником, що визначає придатність зерна для переробки у крупу, є склоподібність [18, 19]. Дослідження показали, що склоподібність зерна спельти варіювала дуже широко – від 32 до 87 % (табл. 2).

Табл. 2. Склоподібність зерна спельти та індекс її стабільності залежно від сорту та лінії, %

Сорт, лінія	Рік дослідження		Середнє	Індекс стабільності
	2013	2014		
Зоря України (st)	80	87	84	1,1
Австралійська1	67	79	73	1,2
NSS 6/01	55	81	68	1,5
Schwabenkorn	62	72	67	1,2
Frankenkorn	54	64	59	1,2
Шведська 1	34	40	37	1,2
LPP 3218	61	66	64	1,1
LPP 3132	56	62	59	1,1
LPP 1305	53	60	57	1,1
LPP 1197	51	59	55	1,2
LPP 1224	50	54	52	1,1
LPP 3124	47	53	50	1,1
LPP 3435	47	52	50	1,1
LPP 3117	32	37	35	1,2
$НІР_{05}$	*3*	*4*	–	–

Проте цей показник змінювався залежно від умов року досліджень. Так, сорти, отримані методом добору, у 2013 р. характеризувались меншою склоподібністю, що була в межах 32–80 %, тоді як у 2014 р. – 37–87 %. У середньому за два роки досліджень найвищу склоподібність мало зерно сортів Австралійська 1 і Зоря України (73–84 %). Сорти, отримані методом гібридизації *Triticum aestivum / Triticum spelta*, мали склоподібність від 35 % (лінія LPP 3117) до 64 % (LPP 3218).

Відповідно до рівнів-параметрів [18], склоподібну консистенцію ендосперму мали сорти Зоря України та Австралійська 1, напівсклоподібну – сорти NSS 6/01, Schwabenkorn, Frankenkorn та лінії LPP 3218, LPP 3132, LPP 1305, LPP 1197, LPP 3124, LPP 3435, напівборошнисту – Шведська 1 і LPP 3117.

Найвищий індекс стабільності формування вмісту білка був у сорту Зоря України – 1,1. У сорту NSS 6/01 він був найнижчим – 1,5, що зумовлено його генетичними особливостями. У ліній пшениці спельти цей показник мав високу стабільність – 1,1–1,2.

Вченими [20–22] встановлено, що вміст білка в зерні пшениці спельти може становити від 10 до 28 %. Вважають, що здатність формувати таку кількість білка обумовлена високою нормою реакції цього виду пшениці, яка визначається погодними умовами.

У дослідженнях вміст білка в зерні пшениці спельти змінювався в середньому в межах 11,0–21,3 % залежно від сорту та лінії (табл. 3).

Табл. 3. Вміст білка в зерні спельти та індекс його стабільності залежно від сорту та лінії, %

Сорт, лінія	Рік дослідження		Середнє	Індекс стабільності
	2013	2014		
Зоря України (st)	20,7	21,9	21,3	1,1
Schwabenkorn	16,8	18,3	17,6	1,1
NSS 6/01	14,3	20,2	17,3	1,4
Австралійська 1	15,8	17,5	16,7	1,1
Frankenkorn	13,6	16,4	15,0	1,2
Шведська 1	10,7	11,3	11,0	1,1
LPP 3218	16,5	16,9	16,7	1,0
LPP 1305	15,1	15,9	15,5	1,1
LPP 3124	13,8	14,7	14,3	1,1
LPP 3132	13,8	14,6	14,2	1,1
LPP 1197	13,6	14,7	14,2	1,1
LPP 3435	12,3	13,8	13,1	1,1
LPP 1224	12,4	13,5	13,0	1,1
LPP 3117	11,2	11,7	11,5	1,0
$НІР_{05}$	*0,8*	*0,9*		

Усі досліджені форми пшениці спельти, крім сорту NSS 6/01, мали високий індекс стабільності формування вмісту білка в зерні. Відповідно до рівнів-параметрів [18], дуже високий вміст білка в зерні (більше 18,0 %) має сорт спельти Зоря України, досить високим (16,0–17,9 %) він є у сортів Schwabenkorn (17,6 %), NSS 6/01 (17,3 %), Австралійська 1 (16,7 %), лінії LPP 3218 (16,7 %), низький вміст (12,0–13,9 %) – у ліній LPP 3435 (13,1 %), LPP 1224 (13,0 %) і дуже низький – у сорту Шведська 1 (11,0 %) та лінії LPP 3117 (11,5 %), в решти сортів цей показник на рівні середнього (14,0–15,9 %).

Слід відзначити, що походження сорту не впливало на вміст білка, оскільки у різних сортів і ліній буває зерно з високим і низьким його вмістом. Висока температура повітря під час достигання зерна пшениці спельти у 2014 р. сприяла більшому накопиченню білка.

Вміст білка у 2014 р. змінювався в межах 11,3–21,9 % і був істотно вищим порівняно з 2013 р. – 10,7–20,7 % (*НІР*$_{05}$ = *0,7*). За допомогою регресійного аналізу встановлено дуже сильний кореляційний зв'язок (r = 0,92) між вмістом білка та склоподібністю зерна спельти, що описується таким рівнянням регресії:

Y = 4,6746X – 12,729,

де Y – вміст білка, %;

X – склоподібність, % (рис. 3).

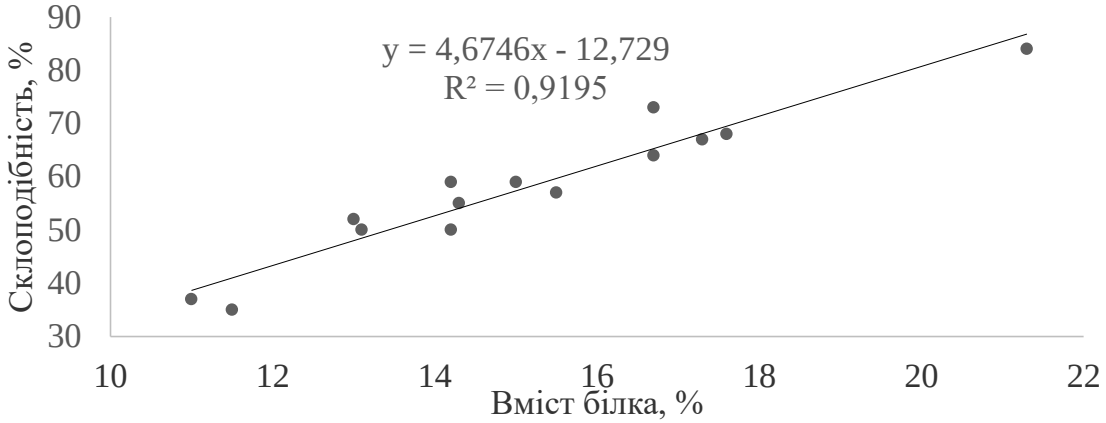

Рис. 3. Кореляційна залежність між вмістом білка та склоподібністю зерна, 2013–2014 рр.

Порівняно зі звичайною пшеницею, пшениця спельта характеризується більшою стійкістю до стресів навколишнього природного середовища і сприймається як вид, який дає стабільний урожай в екстенсивних умовах землеробства [18].

Одним зі способів поліпшення кулінарних властивостей крупи є плющення, завдяки якому зменшується тривалість варіння каші та істотно поліпшується її консистенція [23, 25]. У процесі досліджень із зерна спельти виготовляли плющену крупу. Встановлено, що запах каші з плющеної крупи спельти був різним залежно від сорту. Так, серед 14 сортів і ліній пшениці спельти каша із 10 з них мала сильно виражений запах (8,4–8,9 бала) (табл. 4).

Виражений запах каші (7,4–7,5 бала) мали лінії LPP 3435 і LPP 1224, а каша з сорту Шведська 1 і LPP 3117 мала слабко виражений запах. Слід зазначити, що походження сорту не впливало на показник запаху каші.Смак каші з плющеної крупи спельти змінювався аналогічно показникам запаху. Найвищу оцінку за цим показником мали сорти Зоря України, NSS 6/01, Schwabenkorn, Австралійська 1, Frankenkorn та лінії LPP 3218, LPP 1305, LPP 1197, LPP 3132, LPP 3124. Найгірший смак мала каша зі спельти Шведська 1 і LPP 3117. Колір, консистенція та розжовування каші, отриманої із плющеної крупи пшениці спельти були високими, проте змінювались залежно від сорту. Так, колір звареної каші з плющеної крупи пшениці спельти незалежно від походження сорту був світло-кремовим з жовтим відтінком у 12 сортів і ліній та лише лінії LPP 3124, LPP 3435 і LPP 1224 мали злегка темніший відтінок.

Табл. 4. Кулінарна оцінка крупи плющеної із зерна пшениці спельти залежно від сорту та лінії (2013–2014 рр.), бал

Сорт, лінія	Показник*			
	Запах	Колір	Смак	Консистенція
Зоря України (st)	8,9 ± 0,2	9,0 ± 0,1	9,0 ± 0,2	8,9 ± 0,2
Австралійська 1	8,9 ± 0,2	9,0 ± 0,1	8,9 ± 0,2	8,3 ± 0,2
NSS 6/01	8,8 ± 0,3	9,0 ± 0,1	8,8 ± 0,2	7,2 ± 0,3
Frankenkorn	8,4 ± 0,3	9,0 ± 0,1	8,6 ± 0,2	8,8 ± 0,2
Schwabenkorn	8,3 ± 0,3	9,0 ± 0,1	8,4 ± 0,3	8,3 ± 0,2
Шведська 1	5,2 ± 0,4	9,0 ± 0,1	5,4 ± 0,2	7,4 ± 0,3
LPP 3132	8,8 ± 0,3	9,0 ± 0,1	8,9 ± 0,2	8,8 ± 0,2
LPP 1197	8,7 ± 0,2	9,0 ± 0,1	8,8 ± 0,2	8,8 ± 0,2
LPP 3218	8,5 ± 0,2	9,0 ± 0,1	8,6 ± 0,2	7,3 ± 0,3
LPP 1305	8,3 ± 0,2	9,0 ± 0,1	8,2 ± 0,2	8,2 ± 0,2
LPP 3124	8,3 ± 0,2	7,0 ± 0,1	8,3 ± 0,2	8,7 ± 0,2
LPP 1224	7,5 ± 0,2	7,0 ± 0,2	7,3 ± 0,3	8,9 ± 0,2
LPP 3435	7,4 ± 0,3	7,0 ± 0,2	7,5 ± 0,3	8,8 ± 0,2
LPP 3117	5,2 ± 0,3	9,0 ± 0,1	5,1 ± 0,2	8,9 ± 0,2

Примітка: – коефіцієнт варіювання незначний (V = 6–8 %), p=0,03.*

Розсипчасту консистенцію каші (8,3–8,9 бала) мали сорти Зоря України (стандарт), Schwabenkorn, Австралійська 1, Frankenkorn та лінії LPP 1305, LPP 1197, LPP 3132, LPP 3124, LPP 3435, LPP 1224, LPP 3117. Лише сорти NSS 6/01, Шведська 1 і LPP 3218 мали слабко розсипчасту консистенцію каші. За показником розжовування каші з плющеної крупи лише чотири сорти спельти мали найвищу оцінку – 8,3–8,9 бала, що відповідало дуже ніжній консистенції без хрусту. Решта сортів і ліній мали досить ніжну консистенцію під час розжовування без хрусту, що відповідало 7,3–7,4 бала.

Дослідженнями В. С. та О. В. Голіків [24] встановлено, що підвищення вмісту білка в зерні твердої пшениці поліпшує запах і смак готового продукту.

За допомогою регресійного аналізу встановлено істотний кореляційний зв’язок (r = 0,64) між вмістом білка в зерні та смаком каші з плющеного зерна спельти (рис. 4).

Ця залежність описується таким рівнянням регресії:

Y=1,4037x+3,9706,

де Y – вміст білка, %;

X – смак каші, бал.

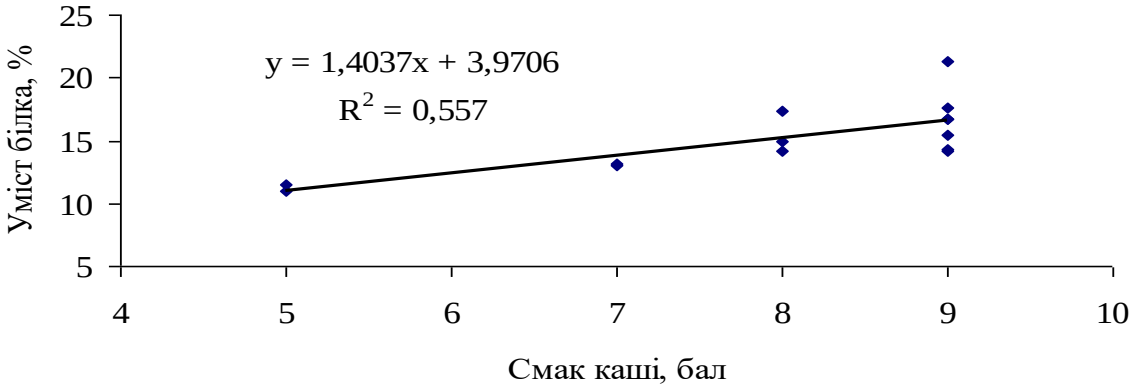

Рис. 4. Кореляційна залежність між вмістом білка в зерні спельти і смаком каші з плющеної крупи, 2013–2014 рр.

Результати досліджень свідчать, що каша із пшениці спельти має високу кулінарну оцінку, проте вона змінюється залежно від сорту та лінії (рис. 5).

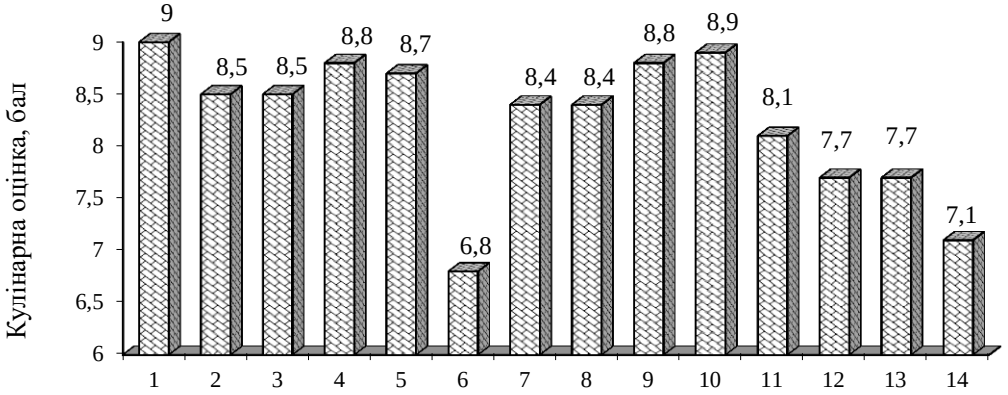

Рис. 5. Загальна кулінарна оцінка каші з плющеної крупи спельти різних сортів (2013–2014 рр.), бал:

1 – Зоря України (стандарт); 2 – NSS 6/01; 3 – Schwabenkorn; 4 – Австралійська 1; 5 – Frankenkorn; 6 – Шведська 1; 7 – LPP 3218; 8 – LPP 1305; 9 – LPP 1197; 10 – LPP 3132; 11 – LPP 3124; 12 – LPP 3435; 13 – LPP 1224; 14 – LPP 3117

Так, найвищу кулінарну оцінку (8,8–9,0 бала) мала каша із сортів Зоря України, Австралійська 1, Frankenkorn і ліній LPP 1197, LPP 3132, найнижчу – із сортів Шведська 1, LPP 1224 і LPP 3117 (6,8–7,7 бала). У решти сортів кулінарна оцінка була на рівні 8,1–8,5 бала.

За допомогою регресійного аналізу встановлено помірний кореляційний зв’язок (r = 0,45) між вмістом білка в зерні спельти і загальною кулінарною оцінкою каші з плющеної крупи (рис. 6).

Ця залежність описується таким рівнянням регресії:

Y=3,9395x–17,542,

де Y – вміст білка, %;

X – загальна кулінарна оцінка каші, бал.

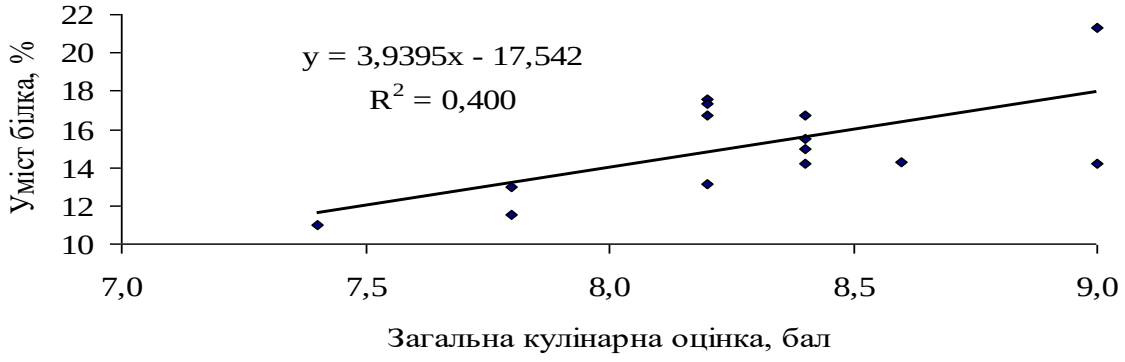

Рис. 6. Кореляційна залежність між вмістом білка в зерні спельти та загальною кулінарною оцінкою каші з плющеної крупи, 2013–2014 рр.

Вважається, що загальна кулінарна оцінка з показником 8,0–9,0 бала – дуже висока, 6,6–8,0 – висока, 5,4–6,6 – середня, 4,0–5,4 – низька, < 4,0 бала – дуже низька [18]. Відповідно до цього зерно сортів пшениці спельти Зоря України, NSS 6/01, Schwabenkorn, Австралійська 1, Frankenkorn, LPP 3218, LPP 1305, LPP 1197, LPP 3132, LPP 3124 має високі круп'яні властивості. Ці сорти рекомендується використовувати у селекційних програмах для створення або поліпшення сортів пшениць круп'яного напрямку використання.

Отже, зерно пшениці спельти має високі круп'яні властивості й може використовуватися для виробництва високоякісних круп'яних продуктів або поліпшення крупи низької якості.

Висновки. Технологічні властивості зерна істотно змінюються залежно від сорту спельти і погодних умов. Високим вмістом білка характеризуються сорти Зоря України, Schwabenkorn, NSS 6/01, Австралійська 1 і лінія LPP 3218. Склоподібну консистенцію ендосперму мали сорти Австралійська 1 та Зоря України, в яких склоподібність відповідно становить 73 і 84 %.

Кулінарна оцінка крупи плющеної із зерна спельти істотно змінюється залежно від сорту. Походження сорту спельти не впливає на колір звареної каші. Загальна кулінарна оцінка каші з плющеного зерна спельти змінюється в межах 6,8–9,0 бала. Зерно спельти Зоря України має найвищу кулінарну оцінку, що дає можливість використовувати його для одержання круп'яних продуктів. Для оцінювання кулінарних властивостей крупи спельти можна використовувати показник вмісту білка в зерні та його склоподібність.

Література

1. Schober T. J., Bean S. R., Kuhn M. Gluten proteins from spelt (*Triticum aestivum ssp. spelta*) cultivars: A rheological and size-exclusion high-performance liquid chromatography study. *Cereal Sci*. 2006. Vol. 44. P. 161–173.

2. Berti C., Riso P., Brusamolino A., Porrini M. Effect on appetite control of minor cereal and pseudocereal products. *British J. Nutr*. 2005. Vol. 94. P. 850–858.

3. Любич В. В. Вплив абіотичних та біотичних чинників на продуктивність сортів і ліній пшениці спельти. *Вісник Полтавської ДАА*. 2017. №3. С. 18–24.

4. Любич В. В. Продуктивність сортів і ліній пшениць залежно від абіотичних і біотичних чинників. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Вип. 95. С. 146–161.

5. Твердохліб О.В., Богуславський Р.Л. Видове різноманіття пшениці, напрямки і перспективи його використання. *Зб. наук. праць Уманського НУС*. 2012. Вип. 80. С. 37–47.

6. Rozenberg R., Ruibal-Mendieta N.L., Petitjean G. Phytosterol analysis and characteri-sation in spelt (*Triticum aestivum ssp. spelta* L.) and wheat (*T. aestivum* L.) lipids by LC/APCI-MS. *J. Cereal Sci*. 2003. Vol. 38. P. 189–197.

7. Bonafaccia G., Galli V., Francisci R., Mair V. Characteristics o spelt wheat products and nutritional value of spelt wheat-based bread. *Food Chemistry*. 2019. Vol. 68(4). P. 437–441.

8. Любич В. В. Ознаки якості хліба різного борошна сортів і ліній пшениць. *Збірник Уманського НУС*. Умань. 2018. Вип. 92. С. 64–76.

9. Любич В. В. Біологічна цінність білка пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. Умань. 2016. Вип. 89. С. 199–206.

10. Andruszczak S., Kraska P., Marcin D., Paweł S., Różyło G. Green grain of spelt (*Triticum aestivum ssp. spelta*) harvested at the stage of milk-dough as a rich source of valuable nutrients. Emirates Journal of Food and Agriculture. 2019. Vol. 31(4). P. 263–270.

11. Świeca M., Dziki D., Gawlik-Dziki U., Różyło R., Andruszczak S., Kraska P., Kowalczyk D., Pałys E., Baraniak B. Grinding and nutritional properties of six spelt (*Triticum aestivum ssp. spelta* L.) cultivars. Cereal Chem. 2014. Vol. 91(3). P. 247–254.

12. Shewry P., Hey S. Do "ancient" wheat species differ from modern bread wheat in their contents of bioactive components? *J. Cereal Sci*. 2015. Vol. 65. P. 236–243.

13. Biel W., Jaroszewska A., Sadkiewicz J., Bośko P. Effects of genotype and weed control on the nutrient composition of winter spelt (*Triticum aestivum ssp. spelta* L.) and common wheat (*Triticum aestivum ssp. vulgare*). *Acta Agric. Scand. B Soil Plant Sci*. 2016. Vol. 66(1). P. 27–35.

14. Andruszczak S. Reaction of winter spelt cultivars to reduced tillage system and chemical plant protection. Zemdirbyste Agric. 2017. Vol. 104(1). P. 15–22.

15. Kraska P., Andruszczak S., Kwiecińska-Poppe E., Pałys E. Effect of chemical crop protection on the content of some elements in grain of spelt wheat (*Triticum aestivum ssp. spelta*). *J. Elementol*. 2013. Vol. 1. P. 79–90.

16. Rachoń L., Szumiło G., Brodowska M., Woźniak A. Nutritional value and mineral composition of grain of selected wheat species depending on the intensity of a production technology. *J. Elementol*. 2015. Vol. 20(3). P. 705–715.

17. Biel W., Stankowski S., Jaroszewska A., Pużyński S., Bośko P. The infuence of selected agronomic factors on the chemical composition of spelt wheat (*Triticum aestivum ssp. spelta* L.) grain. *Journal of Integrative Agriculture*. 2016. Vol. 15(8). P. 1763–1769.

18. Пшениця спельта. Г. М. Господаренко, П. В. Костогриз, В. В. Любич, Ф. М. Парій, С. П. Полторецький, І. О. Полянецька, Л. О. Рябовол, Я. С. Рябовол, О. Г. Сухомуд. За заг. ред. Г. М. Господаренка. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА»,

2016. 312 с.

19. Cacak-Pietrzak G., Gondek E., Jończyk K. Comparison of internal structure and milling properties of spelt and bread wheat from ecological farming. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*. 2013. Vol. 574. P. 3–10.

20. Escarnot E., Jacquemin J. M., Agneessens R., Paquot M. Comparative study of the content and pro□les of macronutrients in spelt and wheat, a review. *Biotechnology Agronomy, Society and Environment*. 2012. Vol. 16. P. 243–256.

21. Chandler J. D., Day B. J. Thiocyanate: a potentially useful therapeutic agent with host defense and antioxidant properties. *Biochemical Pharmacology*. 2012. Vol. 84. P. 1381–1387.

22. Magistrali A., Vavera R., Janovská D., Rempelos L. Evaluating the effect of agronomic management practices on the performance of differing spelt (*Triticum spelta*) cultivars in contrasting environments. *Field Crops Research*. 2020. Vol. 255 P. 107–115.

23. Чоні І. В. Дослідження хімічного складу та піноутворюючих властивостей вівсяного та перлового борошна залежно від ступеня помелу круп. *Вісник НТУ «ХПІ»*. 2009. №37. С. 99–103.

24. Голик В. С., Голик О. В. Селекция *Triticum durum*. Харків: Магда ЛТД, 2008. 519 с.

25. Andruszczak S. Spelt wheat grain yield and nutritional value response to sowing rate and nitrogen fertilization. J. Anim. Plant Sci. 2018. Vol. 28(5). P. 1476–1484.

References

1. Schober, T. J., Bean, S. R., Kuhn, M. (2006). Gluten proteins from spelt (*Triticum aestivum ssp. spelta*) cultivars: a rheological and size-exclusion high-performance liquid chromatography study. *Cereal Sci*., 2006, no. 44, pp. 161–173.

2. Berti, C., Riso, P., Brusamolino, A., Porrini, M. (2005). Effect on appetite control of minor cereal and pseudocereal products. *British J. Nutr*., 2005, no. 94, pp. 850–858.

3. Liubych, V. V. (2017). The influence of abiotic and biotic factors on the productivity of varieties and spelled wheat lines. Bulletin of Poltava SAA, 2017, no. 3, pp. 18–24. (in Ukrainian).

4. Liubych, V. V. (2017). Productivity of varieties and lines of wheat depending on abiotic and biotic factors. Ukrainian Black Sea region agrarian science, 2047, no. 95, pp. 146–161. (in Ukrainian).

5. Tverdokhlib, O. V., Boguslavskyi, R. L. (2012). Species diversity of wheat, trends and prospects of its use. Collected Works of Uman National University of Horticulture, 2012, no. 80, pp. 37–47. (in Ukrainian).

6. Rozenberg, R., Ruibal-Mendieta, N.L., Petitjean, G., Cani, P. et al. (2003). Phytosterol analysis and characteri-sation in spelt (*Triticum aestivum ssp. spelta* L.) and wheat (*T. aestivum* L.) lipids by LC/APCI-MS. *J. Cereal Sci*., 2003, no. 38, pp. 189–197.

7. Bonafaccia, G., Galli, V., Francisci, R., Mair, V. (2019). Characteristics of spelt wheat products and nutritional value of spelt wheat-based bread. *Food Chemistry*, 2019, no. 68(4), pp. 437–441.

8. Liubych, V. V. (2018). Quality features of bread made of different flour of wheat varieties and strains. Collected Works of Uman National University of Horticulture, 2018, no. 92, pp. 64–76. (in Ukrainian).

9. Liubych, V. V. (2016). Biological value of spelt wheat protein depending on the origin of the variety and strain. Bulletin of Uman NUH, 2016, no. 89, pp. 199–206. (in Ukrainian).

10. Andruszczak, S., Kraska, P., Marcin, D., Paweł, S., Różyło G. (2019). Green grain of spelt (*Triticum aestivum ssp. spelta*) harvested at the stage of milk-dough as a rich source of valuable nutrients. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 2019, no. 31(4), pp. 263–270.

11. Świeca, M., Dziki, D., Gawlik-Dziki, U., Różyło, R. et al. (2014). Grinding and nutritional properties of six spelt (*Triticum aestivum ssp. spelta* L.) cultivars. *Cereal Chem*., 2014, no. 91(3), pp. 247–254.

12. Shewry, P., Hey, S. (2015). Do "ancient" wheat species differ from modern bread wheat in their contents of bioactive components? *J. Cereal Sci*., 2015, no. 65, pp. 236–243.

13. Biel, W., Jaroszewska, A., Sadkiewicz J., Bośko, P. (2016). Effects of genotype and weed control on the nutrient composition of winter spelt (*Triticum aestivum ssp. spelta* L.) and common wheat (*Triticum aestivum ssp. vulgare*). *Acta Agric. Scand. B Soil Plant Sci*., 2016, no. 66(1), pp. 27–35.

14. Andruszczak, S. (2017). Reaction of winter spelt cultivars to reduced tillage system and chemical plant protection. *Zemdirbyste Agric*., 2017, no. 104(1), pp. 15–22.

15. Kraska, P., Andruszczak, S., Kwiecińska-Poppe, E., Pałys, E. (2013). Effect of chemical crop protection on the content of some elements in grain of spelt wheat (*Triticum aestivum ssp. spelta*). *J. Elementol*, 2013, no. 1, pp. 79–90.

16. Rachoń, L., Szumiło, G., Brodowska, M., Woźniak, A. (2015). Nutritional value and mineral composition of grain of selected wheat species depending on the intensity of a production technology. *J. Elementol*, 2015, no. 20(3), pp. 705–715.

17. Biel, W., Stankowski, S., Jaroszewska, A., Pużyński, S., Bośko, P. (2016). The infuence of selected agronomic factors on the chemical composition of spelt wheat (*Triticum aestivum ssp. spelta* L.) grain. *Journal of Integrative Agriculture*, 2016, no. 15(8), pp. 1763–1769.

18. Hospodarenko, G. M., Kostogryz, V. P., Liubych, V. V. (2016). Wheat spelt. Kyiv: Sik group Ukraine, 2016. 412 p. (in Ukrainian).

19. Cacak-Pietrzak, G, Gondek, E, Jończyk, K. (2013). Comparison of internal structure and milling properties of spelt and bread wheat from ecological farming. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 2013, no. 574, pp. 3–10.

20. Escarnot, E., Jacquemin, J. M., Agneessens, R., Paquot, M. (2012). Comparative study of the content and proles of macronutrients in spelt and wheat, a review. *Biotechnology Agronomy, Society and Environment*, 2012, no. 16, pp. 243–256.

21. Chandler, J. D., Day, B. J. (2012). Thiocyanate: a potentially useful therapeutic agent with host defense and antioxidant properties. *Biochemical Pharmacology*, 2012, no. 84, pp. 1381–1387.

22. Magistrali, A., Vavera, R., Janovská, D., Rempelos, L. (2020). Evaluating the

effect of agronomic management practices on the performance of differing spelt (*Triticum spelta*) cultivars in contrasting environments. *Field Crops Research*, 2020, no. 255, pp. 107–115.

23. Choni, I. V. (2009). Investigation of chemical composition and foaming properties of oatmeal and barley flour, depending on the degree of grinding cereals. *Scientific Papers of "Vestnik NTU "KPI"*, 2009, no. 37, pp. 99–103.

24. Golyk, V. S., Golyk, O. V. (2008). Selection of *Triticum durum*. Kharkiv: Magda LTD, 2008. 519 p.

25. Andruszczak, S. (2018). Spelt wheat grain yield and nutritional value response to sowing rate and nitrogen fertilization. *J. Anim. Plant Sci*., 2018, no. 28(5), pp. 1476–1484.

Аннотация

Любич В. В.

Крупяные свойства зерна пшеницы спельты в зависимости от сорта

Цель. *Изучить кулинарные свойства крупы из зерна спельты и влияние содержания белка на эти показатели в зависимости от сорта.*

Методы. *Лабораторные, математико-статистические, физико-химические.*

Результаты. *Установлено, что технологические свойства зерна существенно изменяются в зависимости от сорта спельты и погодных условий. Содержание белка в зерне спельты изменяется от 11,0 % до 21,3 % в зависимости от сорта. Очень высокое содержание белка в зерне спельты (более 18,0 %) отмечено у сорта Заря Украины, довольно высокое (16,0–17,9 %) – у сортов Schwabenkorn (17,6 %), NSS 6/01 (17,3 %), Австралийская 1 (16,7 %), LPP 3218 (16,7 %), низкое содержание (12,0–13,9 %) – у линий LPP 3435 (13, 1%), LPP 1 224 (13 0 %) и очень низкое – у сорта Шведская 1 (11,0 %) и линии LPP 3117 (11,5 %). У остальных сортов этот показатель на уровне среднего – 14,0–15,9 %. Стекловидную консистенцию эндосперма имеет зерно сортов Заря Украины и Австралийская 1, полустекловидную – сортов NSS 6/01, Schwabenkorn, Frankenkorn и линий LPP 3218, LPP 3132, LPP 1305, LPP 1197, LPP 3124, LPP 3435, полумучнистую – Шведская 1 и LPP 3117. Общая кулинарная оценка каши из плющеного зерна спельты изменяется в пределах 6,8–9,0 баллов. Наивысшую кулинарную оценку (8,9–9,0 баллов) имеет каша из зерна сорта Заря Украины и линии LPP 3132, низкую оценку каши имеет сорт Шведская 1 и линии LPP 1424 и LPP 3117 (6,8–7,7 балла). У остальных сортов оценка каши была на уровне 8,1–8,8 балла.*

Выводы. *В результате проведенных исследований установлено, что высоким содержанием белка характеризуются сорта Заря Украина, Schwabenkorn, NSS 6/01, Австралийская 1 и линия LPP 3218. Стекловидную консистенцию эндосперма имеет зерно сортов Австралийская 1 и Заря Украины, в которых стекловидность составляет соответственно 73 и 84 %. Происхождение сорта пшеницы спельты не влияет на цвет сваренной каши. Общая кулинарная оценка каши с плющеное крупы пшеницы спельты изменяется в пределах 6,8–9,0 балла. Зерно спельты Заря Украина имеет самую высокую кулинарную оценку, что позволяет использовать его для получения крупяных продуктов. Для оценки кулинарных свойств крупы спельты*

можно использовать показатель содержания белка в зерне и его стекловидность.

Ключевые слова: *сорт, пшеница спельта, плющенная крупа, стекловидность, белок.*

Annotation

Liubych V. V.

Cereal properties of spelt wheat grains depending on the variety

Purpose. *To investigate the formation of cereal properties of spelt wheat grain depending on variety and line.*

Methods*. Laboratory, mathematical and statistical, physicochemical.*

Results*. As a result of studies it is found that technological properties of grain significantly vary depending on spelt variety and weather conditions. The protein content in spelt grain ranges from 11.0 to 21.3 % depending on the variety. A very high protein content in spelt grain (over 18.0 %) is in variety Zoria of Ukraine; rather high protein content (16.0–17.9 %) is in varieties Schwabenkorn (17.6 %), NSS 6/01 (17.3 %), Avstraliiska 1 (16.7 %) and LPP 3218 (16.7 %); low protein content (12.0–13.9 %) is in varieties LPP 3435 (13.1 %)and LPP 1224 (13.0 %); very low protein content is in varieties Shvedska 1 (11.0 %) and LPP 3117 (11.5 %); the rest of varieties has this indicator at the level of average – 14.0–15.9 %. Vitreous consistency of the endosperm has corn of varieties Zoria of Ukraine and Avstraliiska 1, semi vitreous consistency has grain of varieties NSS 6/01, Schwabenkorn, Frankenkorn and lines LPP 3218, LPP 3132, LPP 1305, LPP 1197, LPP 3124, LPP 3435, semi floury consistency has Shvedska 1 and LPP 3117. Culinary assessment of rolled spelt grains varies significantly depending on the variety. Total culinary assessment of rolled grain porridge of the spelt ranges from 6,8 to 9,0 points. Origin of spelt variety does not affect this indicator. The highest culinary assessment (8.9–9.0 points) has porridge obtained from grain of the variety Zoria of Ukraine and LPP 3132 line which makes it possible to use its grain to obtain cereal products. The lowest assessment of the porridge has variety Shvedska 1 and lines LPP 1224, LPP 3117 – 6.8–7.7 points. The other varieties have a culinary assessment of the porridge at a level of 8.1–8.8 points. For spelt grain indicator of protein content and grain vitreuesness can be used to evaluate the culinary properties of cereals.*

Conclusions. *As a result of the conducted researches, it is established that Zoria Ukrainy, Schwabenkorn, NSS 6/01, Australian 1 varieties and LPP 3218 line are characterized by high protein content. Hard consistency of endosperm has the grain of Australian 1 and Zoria Ukrainy varieties in which the grain hardness is 73 and 84%, respectively. The origin of spelt wheat variety does not affect the color of cooked porridge. The general culinary evaluation of rolled spelt wheat porridge ranges from 6.8 to 9.0 points. Zoria Ukrainy spelt grain has the highest culinary evaluation which makes it possible to use it to produce cereals. To evaluate the culinary properties of spelt cereals, grain protein content and its hardness can be used.*

Key words: *variety, spelt wheat, flattened groats, vitreous, protein.*