

significant decline in plants, especially in denser stands. On sandy soil, after the second year of vegetation, from 74.1 to 87.5 % of plants remained. Biomass productivity in the first 3 years on peat-bog soil was 0.58–1.10 t/ha/year in 'Ternopil'ska' variety, 0.80 to 3.28 t/ha/year in 'Zbruch' variety, and from 0.62 to 0.96 t/ha/year. At the same time, the density of plantations and edaphic conditions significantly affected the productivity of the dry mass of plants. In particular, on sandy loam soil, 'Ternopil'ska' variety in the first 2 years had productivity from 0.77 to 3.21 t/ha/year, which is significantly higher than on rich of organic substances moistened peat-bog soils. The largest leaf area was in 'Ternopil'ska' variety on sandy loam soil, from 22.0 to 31.3 thousand m²/ha, and in 'Zbruch' variety (from 17.2 to 27.5 thousand m²/ha). The average photosynthetic potential according to the experimental options ranged from 1.67 to 5.06 million m²·day/ha, increasing with increasing planting density and leaf area. The highest net productivity of photosynthesis indicators are observed in 'Ternopil'ska' variety on sandy soil, from 0.98 to 1.62 g/m² per day and in 'Zbruch' variety (0.70–1.16 g/m² per day). At the same time, these indicators were maximum with a density of 15 thousand plants./ha. **Conclusions.** In floodplains of the Polissia, sandy loamy soils are more suitable for growing the willow energy biomass compared to peat-bog soils. Willow energy plantations have a large leaf surface area, high photosynthetic potential and net photosynthesis productivity, which provides relatively high biomass productivity indicators. On peat-bog soils from the studied varieties, it is advisable to use 'Zbruch' variety, which is characterized by high biomass productivity (3.28 t/ha/year), to create willow energy plantations.

Keywords: *Salix viminalis L.; Salix triandra L.; energy plantations; varieties 'Zbruch' and 'Ternopil'ska'; planting density of cuttings; biomass productivity; leaf area; photosynthetic potential; net productivity of photosynthesis.*

Надійшла / Received 17.01.2020

Погоджено до друку / Accepted 12.02.2020

УДК 664.7.004.12:633.111:631.526.3

Хлібопекарські властивості зерна пшениці м'якої з добавлянням пшениці спельти

О. А. Єремєєва¹, Є. І. Харченко², Г. В. Ткаченко¹, В. В. Любич¹

¹Уманський національний університет садівництва, вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20305, Україна, e-mail: LyubichV@gmail.com

²Національний університет харчових технологій, вул. Володимирська, 68, м. Київ, 01601, Україна, e-mail: info@nuft.edu.ua

Мета. Вивчити питання щодо формування хлібопекарських властивостей зерна пшениці м'якої з добавлянням пшениці спельти. **Методи.** Лабораторні, математично-статистичні, органолептичні, експертальні. **Результати.** Результати дослідження процесу подрібнення помельних партій з відсотковим вмістом спельти 5 %, 10, 15, 20, 25 %, вказують, що в третьому та п'ятому зразках високий вміст клейковини – 29,6 % і 29,04 %. Найменша кількість у четвертому зразкові – 24,8 %. За білизною всі зразки отриманого борошна відносяться до вищого сорту. Результати пробної випічки хліба показали добрі результати. Найкращими борошномельними та хлібопекарськими властивостями характеризувались зразки з відсотковим вмістом спельти у кількості 15, 20 і 25 %. Отримані результати досліджень науково обґрунтовують доцільність добавляння пшениці спельти у помельні партії пшениці м'якої в кількості 15 % для покращення борошномельних та хлібопекарських властивостей. При добавлянні 15 % пшениці спельти до помельної партії пшениці м'якої отримано найвищу якість борошна. **Висновки.** Хлібопекарські властивості

зерна пшениці спельти подібні пшениці м'якій. Зерно дослідженого сорту пшениці спельти поступається за об'ємом хліба. Встановлено, що добавляння 15–20 % зерна пшениці спельти до пшениці м'якої не знижує хлібопекарських властивостей борошна останньої. Вміст клейковини при цьому знаходиться на рівні пшениці м'якої. Об'єм хліба становить 495–506 см³. Пористість становить 73,0–74,1 %, формостійкість подового хліба – 0,30–0,32.

Ключові слова: пшениця спельта; пшениця м'яка; борошно; зерно; вміст клейковини; об'єм хліба.

Вступ

Найбільшого використання в раціоні харчування людини займають продукти, отримані шляхом перероблення зерна. Для цього є вагомі підстави, адже продукти переробки зерна мають високу енергетичну цінність, збагачені мікро- та макроелементами, вітамінами. У своєму складі вони містять велику кількість вуглеводів, що є одним із найбільших джерел енергії для людини [1].

Нині прагнуть до покращення свого здоров'я та умов життя. Перше і основне, що впливає на стан здоров'я, – харчування. Спостерігається тенденція до збільшення попиту на продукти дієтичного харчування. З появою проблем зі здоров'ям актуальним став перегляд свого раціону та вживання продуктів з покращеним складом, вищим вмістом поживних речовин і харчових волокон. Великою популярністю користується продукція, виготовлена з нетрадиційної сировини. Такою можна вважати й пшеницю спельту, яка активно використовується в сучасній промисловості завдяки підвищеному вмісту білка [2].

За ознакою «сили» зерно пшениці м'якої нормальної якості поділяють на три групи: сильне (відмінний, добрий, задовільний поліпшувач), цінне, філери (добрий, задовільний) і слабке. Встановлено, що при змішуванні сильної і слабкої пшениці відбувається істотне покращення хлібопекарських властивостей отриманого борошна. Під змішувальною цінністю сильної пшениці розуміють здатність сильної пшениці покращувати слабку, тобто доводити показники якості хліба до норми [3]. Тому дослідження впливу добавляння до помольної партії сильної пшениці спельти з високим вмістом білка для покращення хлібопекарських властивостей отриманого борошна є актуальними.

Активно впроваджується на ринок продукція, отримана шляхом помелу цілого зерна, без вилучення оболонки. У результаті отримують обойне борошно. Американськими вченими були проведені дослідження, які показали, що вживання продуктів з підвищеним вмістом харчових волокон сприяє покращенню роботи кишківника та метаболічного здоров'я людського організму [4]. Поширення використання обойного борошна пов'язане з тим, що поживні речовини у зернівці розподілено нерівномірно: клітковина, пентозани, геміцелюлоза (харчові волокна) розміщено в покривних тканинах; зародок містить цукри, жири і білок; в ендоспермі – крохмаль та основна кількість білків [5]. При виробництві сортового борошна зазвичай подрібнюється ендосперм, тобто більшість важливих речовин не потрапляє в масу борошна [6].

Крім обойного борошна великою популярністю користується продукція, виготовлена з нетрадиційної сировини. Наприклад, кокосове, рисове, гречане, горіхове, нутове та інші види борошна, крупи зі спельти або тритикале. В країнах Європи, США, Азії нині зростає попит на хлібобулочні вироби, виготовлені з борошна пшениці спельти. Борошно зі спельти може використовуватися при виготовленні усього асортименту хлібобулочних і кондитерських виробів з борошна [7]. Впродовж останнього десятиріччя значної популярності набувають стародавні плівчасті пшениці. Колись вони були основним продуктом харчування людства.

Пшениця спельта – стародавня європейська культура, яка вирощувалася століттями у Німеччині, Словенії, Австрії, Бельгії тощо. Відомо, що спельта – рослина, яка потребує мінімального використання добрив при вирощуванні, не потребує пестицидів та може рости у зонах, де інші культури не дають урожай [8]. Однією з причин активного використання спельти у сучасній промисловості вважається підвищений вміст білка. Встановлено [1], що вміст білка в зерні пшениці спельти значно змінюється залежно від сорту та лінії. Цей

показник для спельти може становити від 10,0 до 25,5 %. Крім цього, він змінюється залежно від абіотичних і біотичних чинників. Так, у менш сприятливих роках вміст білка становив 10,7–20,7 %, а в сприятливіших – 11,3–21,9 % [9]. Згідно досліджень [2] вміст білка в різних сортах спельти був у межах 14,9–16,0 %. Це досить високі показники порівняно з пшеницею м'якою озимою та ярою, вміст білка в зерні якої становить від 10 до 15 % [10].

Вміст клейковини у зерні також залежно від сорту та умов вирощування істотно змінюється. Вчені [11, 12] в своїй роботі впродовж трьох років вивчали п'ять різних сортів *Triticum spelta* L. Упродовж цього часу показник кількості клейковини знаходився в межах 30,6–51,8 %. Згідно даних [10, с. 315], вміст сирої клейковини становив $43,2 \pm 0,4$ %.

Відмінне борошно вважається з показником набухання більше 13 см^3 . Це значення в зразках спельти знаходиться в межах $4\text{--}13 \text{ см}^3$ [13]. Це свідчить про те, що борошно зі спельти більш придатне для виготовлення макаронних виробів. Дослідниками раніше не вивчено вплив додавання пшениці спельти у різних пропорціях до помольних партій м'якої пшениці для хлібопекарських помелів, тому ці дослідження є актуальними.

Мета досліджень – вивчити питання щодо формування хлібопекарських властивостей зерна пшениці м'якої з додаванням пшениці спельти.

Матеріали і методика досліджень

Розмелювали зерно пшениці спельти, пшениці м'якої та композиційні суміші пшениця м'яка : пшениця спельта 95 : 5, 90 : 10, 85 : 15, 80 : 20, 75 : 25. Усі дослідження показників якості зерна, продуктів помелу, борошна, якісних показників пробного випікання хліба проводили в Уманському національному університеті садівництва, в лабораторних умовах кафедри технології зберігання й переробки зерна. У роботі використовували загальноприйняті методи дослідження якості сировини та показники якості продуктів переробки зерна. Індекс деформації клейковини визначали за допомогою ВДК-1, кулінарне оцінювання хліба з борошна вищого сорту – за вдосконаленою методикою, описаною в патенті на корисну модель «Спосіб оцінки якості хліба зі спельти».

Визначали у зерні, борошні та випеченому хлібі такі значення:

- склоподібність – за ГОСТ 10987-76;
- вологість – за ГОСТ 9404-88;
- вміст білка – за ДСТУ 4117:2007;
- вміст клейковини – за ДСТУ ISO 21415-1:2009;
- білизну борошна – за ГОСТ 26361-2013;
- вміст золи – за ДСТУ 4252:2003;
- число падання – за ГОСТ ISO 3093-2016;
- пористість – за ГОСТ 5669-96.

Для проведення досліджень було взято зразок пшениці м'якої сорту Центилівка та пшениці спельти Attergauer Dinkel. Також 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, так як їх значення були у межах норми 40–75 %. За показниками приладу клейковину відносимо до певної групи якості згідно табл. 1.

Таблиця 1

Якість клейковини залежно від показників приладу ІДК-1

Показники приладу в умовних одиницях	Група якості	Характеристика клейковини
Від 0 до 15	III	Незадовільна, міцна
20–40	II	Задовільна, міцна
45–75	I	Добра
80–100	II	Задовільна, слабка
105–120	III	Незадовільна, слабка

Результати досліджень

Для точності визначення технологічних властивостей було визначено вологість борошна (табл. 2). Результати досліджень свідчать, що вологість борошна не перевищувала показники стандарту ДСТУ 46.004–99. Борошно пшеничне.

Таблиця 2

Вологість борошна різних видів пшениці та композиційних сумішей, %

Показник	Пшениця спельта	Пшениця м'яка	95 : 5	90 : 10	85 : 15	80 : 20	75 : 25
Вологість борошна	14,7	15,4	15,7	15,2	15,4	15,4	15,6

Важливим показником якості борошна є білково-протеїназний комплекс. Результати досліджень свідчать, що вміст білка в борошні пшениці м'якої становив 12,2 %, пшениці спельти – 12,5 % (табл. 3). У композиційних сумішах цей показник становив 12,3–12,7 %. Вміст клейковини у борошні змінювався від 26,8 до 27,9 % залежно від варіанту досліду. Отже, білково-протеїназний комплекс у композиційних сумішах істотно не змінюється порівняно з вихідним зерном.

Високі хлібопекарські властивості має борошно з низькою активністю ферменту альфа-амілази. Цей фермент впливає на молекули крохмалю, активуючи їх перетворення в декстрини та утворення простих цукрів, у результаті виробляється диоксид вуглецю, який посилює процеси бродіння. Для доброї структури та пористості готового хліба активність альфа-амілази повинна бути низькою, тому що при підвищеній активності тісто буде в'язким і липким. Для пшениці активність альфа-амілази вважається високою за числа падання менше 80 с, середньою – 80–150, доброю – 150–250 і низькою – понад 250 с [14, 15].

Згідно даних, отриманих у результаті досліджень, значення числа падіння у контрольних зразках борошна спельти та пшениці м'якої має високий показник 282–339 с, що свідчить про низьку активність ферменту альфа-амілази. Тобто зерно не було пророщеним чи недостиглим. Хліб з такого борошна повинен мати великий об'ємний вихід і пористість. Показник числа падіння в досліджених зразках помольних партій знаходиться в межах 293–324 с.

Таблиця 3

Технологічні властивості борошна різних видів пшениці та композиційних сумішей

Варіант досліду	Вміст, %		Число падання, с	Вміст золи, %	Білизна, од. п.
	білка	клейковини			
Пшениця спельта	12,5	27,6	282	0,50	58,4
Пшениця м'яка	12,2	26,8	339	0,51	57,3
95 : 5	12,3	27,1	293	0,50	58,1
90 : 10	12,5	27,5	298	0,51	58,6
85 : 15	12,6	27,7	308	0,50	59,4
80 : 20	12,7	27,9	317	0,51	60,7
75 : 25	12,7	27,9	324	0,51	60,8
НІР _{0,05}	0,6	1,4	15	0,02	3,1

Вміст золи у борошні становив 0,50–0,51 % залежно від варіанту досліду. За цим показником борошно було найвищої якості та відповідало вищому сорту. Показник білизни борошна змінюється від 58,4 до 60,8 од. п. при нормі для вищого сорту 54 од. п і вище. Отже, борошно всіх досліджених зразків за білизною відноситься до вищого сорту.

Не менш важливим показником є якість клейковини, оскільки від цього показника залежить якість отриманого борошна, а в подальшому виробів, які будуть виготовлятися з нього. Так, підвищена міцність тіста, яка ускладнює його розтяжність, зумовлена міцною клейковиною. Слабка ж клейковина не здатна утворювати необхідний міцний білковий

каркас. Вироби зі слабкою клейковиною борошна мають малий об'єм та слабкорозвинену пористість [16].

Індекс деформації клейковини становив 104–109 од. п. у всіх зразків, крім композиційних сумішей 90 : 10 і 85 : 15. Клейковина таких сумішей була задовільно слабка – 97–98 од. п. (табл. 4).

Найчастіше про хлібопекарські властивості борошна можна судити за якістю хліба пробного випікання. Крім оцінювання якості хліба органолептичними показниками, визначаються також й інші показники – об'єм, пористість і формостійкість для подового хліба.

Таблиця 4

Якість клейковини, отриманої з борошна різних видів пшениці та композиційних сумішей, од. п. ВДК

Варіант досліджу	Показник ІДК	Група якості
Пшениця спельта	104	III, незадовільна слабка
Пшениця м'яка	109	III, незадовільна слабка
95 : 5	104	III, незадовільна слабка
90 : 10	97	II, задовільна слабка
85 : 15	98	II, задовільна слабка
80 : 20	109	III, незадовільна слабка
75 : 25	105	III, незадовільна слабка

Об'єм хліба пшениці спельти був найменшим – 432 см³, пшениці м'якої – 492 см³ (табл. 5). У композиційних сумішах об'єм хліба збільшувався від 423 до 509 см³ або з 5,2 до 7,4 бала. Проте збільшення цього показника не істотне. Формостійкість подового хліба була низькою, оскільки становила 3,0–3,6 бала.

Таблиця 5

Якість хліба з борошна різних видів пшениці та композиційних сумішей

Варіант досліджу	Об'єм хліба		Пористість, %	Формостійкість	
	см ³	бал		Н/D	бал
Пшениця спельта	432	5,4	73,2	0,35	5,0
Пшениця м'яка	492	7,2	74,1	0,30	3,0
95 : 5	423	5,2	73,0	0,32	3,4
90 : 10	443	5,4	73,7	0,33	3,6
85 : 15	495	7,2	73,4	0,33	3,6
80 : 20	506	7,4	73,2	0,33	3,6
75 : 25	509	7,4	73,5	0,33	3,6
НІР _{0,05}	23	0,3	3,6	0,02	0,2

Згідно ДСТУ 46.004–99. Борошно пшеничне пористість м'якуша з борошна вищого сорту повинна бути не нижче 70 %. Пористість м'якуша хліба відповідала нормам, оскільки була у межах 73,0–74,1 %.

Загальна кулінарна оцінка всіх зразків хліба була високою – 7,6 бала, або 84 % від максимального показника, яка не змінювалась залежно від вмісту зерна пшениці спельти у борошні пшениці м'якої (табл. 6). Колір скоринки був золотистим, поверхня скоринки – досить гладенька з одиничними тріщинами, які не проходили через усю поверхню. Глянець займав 75 % поверхні хліба. Колір м'якуша був дуже світлим. М'якуш був дуже м'яким. Смак та аромат був сильно вираженим. Пори були дрібні тонкостінні та 25 % середніх товстостінних, які розміщені майже рівномірно. Консистенція м'якуша під час розжовування була дуже ніжною та м'якою.

Таблиця 6

Кулінарна оцінка хліба з борошна різних видів пшениці та композиційних сумішей

Варіант досліджу	Поверхня хліба, бал			Показники якості м'якуша, бал							Загальна оцінка	
	Колір скоринки	Поверхня скоринки	Величина глянцевої поверхні	Колір м'якуша	Еластичність	Аромат	Смак	Крупність пор	Рівномірність розміщення	Консистенція		
											бал	%
Пшениця спельта	7	7	7	9	9	7	7	7	7	9	7,6	84
Пшениця м'яка	7	7	7	9	9	7	7	7	7	9	7,6	84
95 : 5	7	7	7	9	9	7	7	7	7	9	7,6	84
90 : 10	7	7	7	9	9	7	7	7	7	9	7,6	84
85 : 15	7	7	7	9	9	7	7	7	7	9	7,6	84
80 : 20	7	7	7	9	9	7	7	7	7	9	7,6	84
75 : 25	7	7	7	9	9	7	7	7	7	9	7,6	84
НІР _{0,05}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,3	4

Висновки

Хлібопекарські властивості зерна пшениці спельти подібні пшениці м'якій. Зерно дослідженого сорту пшениці спельти поступається за об'ємом хліба. Встановлено, що добавляння 15–20 % зерна пшениці спельти до пшениці м'якої не знижує хлібопекарських властивостей борошна останньої. Вміст клейковини при цьому знаходиться на рівні пшениці м'якої. Об'єм хліба становить 495–506 см³. Пористість становить 73,0–74,1 %, формостійкість подового хліба – 0,32–0,33. Дістало подальшого вивчення застосування зерна пшениці спельти у технології хліба. Досліджений сорт пшениці спельти середньобілковий (12,5 %). У наступних дослідженнях необхідно дослідити формування хлібопекарських властивостей з добавлянням високобілкового (понад 20 %) зерна пшениці спельти.

Використана література

1. Пшениця спельта / за ред. Г. М. Господаренка. Київ : ТОВ «Сік Груп Україна», 2016. 312 с.
2. Господаренко Г. М., Сухомуд О. Г., Любич В. В. Вміст клейковини в зерні пшениці ярої та її якість залежно від рівня азотного живлення. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2012. Вип. 15. С. 87–91.
3. Господаренко Г., Ткаченко І. Якість пшениці спельти залежно від особливостей удобрення азотними добривами. *Вісник Львівського НАУ*. 2014. № 18. С. 68–74.
4. Жигунов Д. О., Волошенко О. С., Хоренжий Н. В. Порівняльне дослідження показників якості цільнозернового пшеничного та спельтового борошна вітчизняного виробництва. *Зернові продукти і комбікорми*. 2018. № 18. С. 15–20.
5. Любич В. В. Вплив абіотичних та біотичних чинників на продуктивність сортів і ліній пшениці спельти. *Вісник Полтавської ДАА*. 2017. №3. С. 18–24.
6. 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.
7. Любич В. В. Хлібопекарські властивості зерна сортів пшениці озимої залежно від видів, норм і строків застосування азотних добрив. *Вісник Дніпропетровського ДАЕУ*. 2017. № 2. С. 35–41.

8. Tomic J., Torbica A., Popovic L., Hristov N., Nikolovski B. Wheat breadmaking properties in dependance on wheat enzymes status and climate conditions. *Food Chem.* 2016. Vol. 199. P. 565–572.
9. Arufe S., Chiron H., Dore J., Savary-Auzeloux I., Saulnier L., Della Valle G. Processing & rheological properties of wheat flour dough and bread containing high levels of soluble dietary fibres blends. *Food Res Int.* 2017. Vol. 97. P. 123–132.
10. Peressini D., Braunstein D., Page J. H., Strybulevych A., Lagazio C., Scanlon M. G. Relation between ultrasonic properties, rheology and baking quality for bread doughs of widely differing formulation. *J Sci Food Agric.* 2017. Vol. 97. P. 2366–2374.
11. Adams V., Ragaee S., Abdel-Aal E. M. Rheological properties and bread quality of frozen yeast-dough with added wheat fiber. *J Sci Food Agric.* 2017. Vol. 97. P. 191–198.
12. Bakare A. H., Osundahunsi O. F., Olusanya J. O. Rheological, baking, and sensory properties of composite bread dough with breadfruit (*Artocarpus communis* Forst) and wheat flours. *Food Sci Nutr.* 2016. Vol. 4. P. 573–587.
13. Liu W., Brennan M. A., Serventi L., Brennan C. S. Effect of cellulase, xylanase and alpha-amylase combinations on the rheological properties of Chinese steamed bread dough enriched in wheat bran. *Food Chem.* 2017. Vol. 234. P. 93–102.
14. Любич В. В. Ознаки якості хліба різного борошна сортів і ліній пшениць. *Збірник Уманського НУС.* Умань. 2018. Вип. 92. С. 64–76.
15. 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.
16. Любич В. В. Білково-протеїназний комплекс зерна різних видів, сортів і ліній пшениць. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва.* 2019. Вип. 94. С. 83–100.

References

1. Hospodarenko, G. M. (Ed.). (2016). *Wheat spelt.* Kyiv: Sik group Ukraine. [in Ukrainian]
2. Hospodarenko, G. M., Suchaud, A. G., & Liubych, V. V. (2012). Gluten content in spring wheat grain quality depending on nitrogen nutrition level. *Zbirnyk naukovykh prats' Instytutu bioenerhetychnykh kul'tur i tsukrovykh buryakiv NAAN Ukrayiny* [Proceedings of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of NAAS of Ukraine], 15, 87–91. [in Ukrainian]
3. Hospodarenko, G., & Tkachenko, I. (2014). The quality of spelled wheat depending on the characteristics of nitrogen fertilizers. *Visnyk Lvivskogo NAU* [Bulletin of Lviv NAU], 18, 68–74. [in Ukrainian]
4. Zhigunov, D. O., Voloshenko, O. S., & Khorenzhiy, N. V. (2018). Comparative study of quality indicators of whole wheat and spelled flour of domestic production. *Zernovi produkty i kombikormy* [Grain products and compound feeds], 18, 15–20. [in Ukrainian]
5. Liubych, V. V. (2017). The influence of abiotic and biotic factors on the productivity of varieties and spelled wheat lines. *Visnyk Poltavskoyi DAA* [Bulletin of Poltava SAA], 3, 18–24. [in Ukrainian]
6. Liubych, V. V. (2017). Productivity of varieties and lines of wheat depending on abiotic and biotic factors. *Visnyk agrarnoyi nauky Prychornomorya* [Ukrainian Black Sea region agrarian science], 95, 146–161. [in Ukrainian]
7. Liubych, V. V. (2017). Bread properties of grain of wheat varieties of winter depending on types, norms and terms of nitrogen fertilizer application. *Visnyk Dnipropetrovskogo DAEU* [Bulletin of Dnipropetrovsk State Technical University], 2, 35–41. (in Ukrainian).
8. Tomic, J., Torbica, A., Popovic, L., Hristov, N., & Nikolovski, B. (2016). Wheat breadmaking properties in dependance on wheat enzymes status and climate conditions. *Food Chem.*, 199, 565–572.
9. Arufe, S., Chiron, H., Dore, J., Savary-Auzeloux, I., Saulnier, L., & Della Valle, G. (2017). Processing & rheological properties of wheat flour dough and bread containing high levels of soluble dietary fibres blends. *Food Res Int.*, 97, 123–132.

10. Peressini, D., Braunstein, D., Page, J. H., Strybulevych, A., Lagazio, C., & Scanlon, M. G. (2017). Relation between ultrasonic properties, rheology and baking quality for bread doughs of widely differing formulation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97, 2366–2374.
11. Adams, V., Ragaei, S., & Abdel-Aal, E. M. (2017). Rheological properties and bread quality of frozen yeast-dough with added wheat fiber. *J Sci Food Agric.*, 97, 191–198.
12. Bakare, A. H., Osundahunsi, O. F., & Olusanya, J. O. (2016). Rheological, baking, and sensory properties of composite bread dough with breadfruit (*Artocarpus communis* Forst) and wheat flours. *Food Sci Nutr.*, 4, 573–587.
13. Liu, W., Brennan, M. A., Serventi, L., & Brennan, C. S. (2017). Effect of cellulase, xylanase and alpha-amylase combinations on the rheological properties of Chinese steamed bread dough enriched in wheat bran. *Food Chem.*, 234, 93–102.
14. Liubych, V. V. (2018). Quality features of bread made of different flour of wheat varieties and strains. *Zbirnyk Umanskogo NUS* [Collected Works of Uman National University of Horticulture], 92, 64–76. [in Ukrainian]
15. Liubych, V. V. (2016). Biological value of spelt wheat protein depending on the origin of the variety and strain. *Zbirnyk Umanskogo NUS* [Bulletin of Uman NUH], 89, 199–206. [in Ukrainian]
16. Liubych, V. V. (2019). Protein-proteinase complex of grain of different types, varieties and lines of wheat. *Zbirnyk Umanskogo NUS* [Collection of scientific works of Uman NUS], 94, 83–100. [in Ukrainian]

УДК 664.7.004.12:633.111:631.526.3

Еремеева Е. А.¹, Харченко Е. И.², Ткаченко Г. В.¹, Любич В. В.¹ Хлебопекарные свойства зерна пшеницы мягкой с добавлением пшеницы спельты // Научные труды Института биоэнергетических культур и сахарной свеклы. 2020. Вып. 28. С. 84–92.

¹Уманский национальный университет садоводства, ул. Институтская, 1, г. Умань, Черкасская обл., 20305, Украина, e-mail: LyubichV@gmail.com

²Национальный университет пищевых технологий, ул. Владимирская, 68, г. Киев, 01601, Украина, e-mail: info@nift.edu.ua

Цель. Изучить вопрос о формировании хлебопекарных свойств зерна пшеницы мягкой с добавлением пшеницы спельты. **Методы.** Лабораторные, математико-статистические, органолептические, экспертный. **Результаты.** Результаты исследования процесса измельчения помольных партий с процентным содержанием спельты 5 %, 10, 15, 20, 25 % указывают, что в третьем и пятом образцах высокое содержание клейковины – 29,6 % и 29,0 %. Результаты пробной выпечки хлеба показали хорошие результаты. Лучшими мукомольными и хлебопекарными свойствами характеризовались образцы с процентным содержанием спельты в количестве 15, 20 и 25 %. Полученные результаты исследований научно обосновывают целесообразность добавления пшеницы спельты в партии пшеницы мягкой в количестве 15 % для улучшения мукомольных и хлебопекарных свойств. При добавлении 15 % пшеницы спельты к помольной партии пшеницы мягкой получено наивысшую по качеству муку. **Выводы.** Хлебопекарные свойства зерна пшеницы спельты подобные пшеницы мягкой. Зерно исследованного сорта пшеницы спельты уступает по объему хлеба. Установлено, что добавления 15–20 % зерна пшеницы спельты к пшенице мягкой не снижает хлебопекарных свойств муки последней. Содержание клейковины при этом находится на уровне пшеницы мягкой. Объем хлеба составляет 495–506 см³. Пористость составляет 73,0–74,1 %, формоустойчивость подового хлеба – 0,32–0,33.

Ключевые слова: пшеница спельта; пшеница мягкая; мука; зерно; содержание клейковины; объем хлеба.

UDC 664.7.004.12:633.111:631.526.3

Yeremeieva, O. A.¹, Harchenko, Ye. I.², Tkachenko, H. V.¹, & Liubych, V. V.¹ (2020). Baking properties of soft wheat grain with the addition of spelt wheat. *Nauk. pracì Inst. bioenerg. kul't. cukrov. burâkiv* [Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 28, 84–92. [in Ukrainian]

¹Uman National University of Horticulture, 1 Instytut'ska St., Uman, Cherkasy region, 20305, Ukraine

²National University of Food Technologies, 68 Volodymyrska St., Kyiv, 01601, Ukraine, e-mail: info@nuft.edu.ua

Purpose. Investigate the formation of baking properties of soft wheat grain with the addition of spelt wheat. **Methods.** Laboratory, mathematical and statistical, organoleptic, expert. **Results.** The research results of the grinding process of crushing batches with a percentage of spelt content of 5 %, 10, 15, 20, 25 %, indicate that in the third and fifth samples there is high gluten content – 29.6 % and 29.0 %. The lowest number in the fourth sample is 24.8 %. By colour, all samples of the obtained flour is of the highest quality. The results of trial bread baking performed good results. The best flour milling and baking properties were characterized by samples with a percentage of spelt in the amount of 15, 20 and 25 %. The obtained research results scientifically substantiate the expediency of adding spelt wheat to the crushing batches of soft wheat in the amount of 15 % to improve the milling and baking properties. It is when adding 15 % of spelt wheat to the crushing batch of soft wheat that the greatest extraction of flour was obtained, which as a result of trial bread baking showed its high quality. **Conclusions.** The baking properties of spelt wheat are similar to soft one. The grain of the studied variety of spelt wheat is inferior in volume of bread. It has been found that the adding of 15–20 % of spelt wheat to soft one does not reduce the baking properties of the latter flour. The gluten content is at the level of soft wheat. The volume of bread is 495–506 cm³. The porosity is 73.0–74.1 %, the persistent shape of hearth bread is 0.32–0.33.

Keywords: spelt wheat, soft wheat, flour, grain, gluten content, bread volume.

Надійшла / Received 03.02.2020

Погоджено до друку / Accepted 18.02.2020

УДК 631.559:634.723:631.4:631.81

Вміст хлорофілу в листках смородини залежно від елементів агротехнології

П. Г. Копитко, А. С. Кротик, В. В. Любич, Л. М. Кононенко

Уманський національний університет садівництва, вул. Інститутська, 1, м. Умань, Черкаська обл., 20305, Україна, e-mail: anyu_uman@list.ru

Мета. Вивчення питання щодо формування вмісту хлорофілу, його маси у рослинах смородини залежно від елементів агротехнології. **Методи.** Польовий, фізичний, аналітичний, статистичний. **Результати.** У статті наведено результати вивчення вмісту хлорофілу в листках смородини, його маси залежно від елементів агротехнології, а також встановлено залежність з урожайністю ягід. Встановлено, що найвищим вміст хлорофілу був за внесення N₆₀P₉₀K₉₀ із позакореневим підживленням 5 % розчином добрива Ріверм – 0,36 % за утримування міжрядь під чистим паром. Внесення мінеральних добрив без позакореневого підживлення підвищує цей показник до 0,24–0,28 % залежно від утримування ґрунту в прикущових смугах. Позакореневе підживлення 1 % розчином добрива Ріверм підвищує вміст хлорофілу на 28–40 %, а 2–5 % розчином – на 60–65 % залежно від утримування ґрунту в прикущових смугах. Дослідження свідчать, що маса хлорофілу змінюється в широкому