

БОРОШНОМЕЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ СПЕЛЬТИ ЗАЛЕЖНО ВІД СОРТУ ТА ЛІНІЇ

В. В. ЛЮБИЧ, доктор сільськогосподарських наук

Уманський національний університет садівництва

У статті наведено результати вивчення борошномельних властивостей (вихід борошна, вміст золи і його білизна) зерна пшениці спельти залежно від сорту та лінії. Встановлено, що найвищі показники забезпечує перероблення зерна сортів Зоря України, Шведська 1 і ліній LPP 1304, LPP 3373, LPP 3117, LPP 1197, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* / *Triticum spelta*, NAK 22/12, TV 1100, отриманих інтрогресією з амфіплоїдом (*Triticum durum* / *Ae. tauschii*) та *Triticum kiharae*. За вмістом золи у зерні сортів і ліній пшениці спельти борошномельні його властивості змінюються від середнього до дуже високого рівня.

Ключові слова: борошномельні властивості, пшениця спельта, сорт, зерно, линія.

Постановка проблеми. Традиційно, для виготовлення хліба та борошняних кондитерських виробів використовується борошно сортів м'якої безплівкової пшениці виду *Triticum aestivum*. Макаронні вироби і крупи виготовляють з твердої безплівкової пшениці виду *Triticum durum*. Вони є космополітами серед пшениць у світі, оскільки мають високі показники урожайності, легкі в обробленні та володіють високими технологічними властивостями. В Україні, хліб зі спельти пропонує пекарня Good Wine та ТОВ «Агрокрай» під ТМ «Мамин хліб» [1]. Звичайно, різноманіття продукції на західних європейських ринках значно ширше, що зумовлено, в першу чергу,

наявністю різних сортів борошна зі стародавніх пшениць. Так, спельтове борошно виробляють типу 405, 550, 812, 1050 і 1600, що приблизно аналогічне сортам екстра, вищий, перший, другий сорти та обойне борошно [2]. На вітчизняних полицях супермаркетів можливо знайти лише спельтове обойне борошно ТМ «Зелений млин» (ТОВ «Буртехпостач») і ТМ «Екород» («Органік Оригінал»), спельтові пластівці – ТМ «Козуб», крупу зі спельти – ТМ «Екород», цільне зерно полби – ТМ «Сто пудов». ПрАТ «Тернопільський молокозавод» виготовляє йогурт «Казковий» зі злаками, в якому поряд з іншими зерновими містяться пластівці спельти [3]. Проте наявність обмеженого асортименту сировини значно звужує можливості технологів на підприємствах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Нині в Україні, як і в інших країнах світу, зростає інтерес до пшениці спельти, як до культури органічного землеробства та джерела «органічної або здорової їжі» («organic/health food») [4]. «Спельтовий» хліб можна зустріти у супермаркетах. Все більше викликає інтерес закупівля зерна цієї культури для вирощування та споживання. В Україні вже є компанії, що займаються реалізацією спельти [5].

Спельта не вимоглива до умов вирощування: здатна рости на ґрунтах з бідним поживним режимом, має високу зимостійкість, характеризується стійкістю до надмірного зволоження в період кушіння, що обумовлено її екологічної пристосованістю [6, 7]. Також для спельти характерний високий вміст білка в зерні (понад 25 %) і клейковини – до 50 %, проте клейковина слабка, тому борошно зазвичай використовується як додаткова складова для випікання хліба [8]. Завдяки високій водоутримувальній здатності борошна зі спельти хліб, випечений з неї, довго не черствіє [9].

Результати досліджень учених [10] свідчать, що хлібопекарські властивості зерна спельти високі: вміст білка в зерні становив 16–19 %, вміст крохмалю – 52–56 %, активність α -амілази була низькою, оскільки число падання 350–365 с. Очевидно, що борошномельній властивості зерна пшениці спельти також повинні бути високими.

Доведено, що збагачені зернові хлібці на основі спельти за

органолептичними показниками характеризуються хрусткою, пористою структурою, привабливим світло-кремовим кольором, гармонійним смаком, яскраво вираженим запахом застосовуваних добавок [11]. Аналіз харчової і біологічної цінності показав, що вміст білка в зернових хлібцях на основі спельти з включенням рослинних добавок складає 15,2...16,1 %, що в середньому в 1,5 раза вище порівняно з контролем (хлібців на основі пшениці сорту Куяльник). При цьому вміст клітковини у хлібцях, вироблених на основі спельти, перевищує контрольний зразок у 1,4 раза. За аналізом біологічної цінності нові хлібці характеризуються підвищеним вмістом макро- та мікроелементів [12]. На основі аналізу показників безпечності встановлено, що за мікробіологічними показниками, токсичними елементами та радіонуклідами розроблені продукти повністю відповідають вимогам нормативної документації. Біологічний аналіз на тест-об'єктах методом біотестування продемонстрував, що досліджувані зразки хлібців не мають негативного впливу на живий організм і можуть бути рекомендовані до споживання потенційним споживачам [13, 14].

За результатами медико-біологічних досліджень встановлено, що продукти зі спельти володіють антиоксидантною активністю та гепатопротекторною дією. Їх можна рекомендувати як у масовому, так і в профілактичному харчуванні для споживання людей, які страждають порушенням обміну речовин, ожирінням [15].

Відомо, що водопоглинальна здатність характеризує потенціал білкових молекул поглинати вологу. Вищий вміст білка в борошні зазвичай зумовлює більш високу сорбцію води [16]. Борошно із пшениці спельти має високу водопоглинальну здатність – 58–62 % [17]. За даними учених [18], борошно із зерна пшениці спельти характеризується вищою водопоглинальною здатністю (54,0 %), що перевищує аналогічний показник для борошна з пшениці м'якої на 9,3 пункти, сила борошна за показником альвеографа перевищує на 4,6 пункти, а сила борошна за показником фаринографа у 3,8 раза. Це свідчить про можливість використання борошна пшениці спельти для виготовлення хліба.

Отже, борошно пшениці спельти – перспективна сировина для виробництва хліба високої біологічної цінності. У науковій літературі описано технології виробництва хліба з борошна пшениці спельти. Проте зовсім відсутні результати вивчення формування борошномельних властивостей зерна пшениці спельти. Крім цього, не зрозуміло як змінюються показники якості борошна залежно від сорту пшениці спельти.

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

У дослідженнях використано зерно сортів пшениці спельти селекції країн Європи – Schwabenkorn (Австрія), NSS 6/01 (Сербія), Швецька 1 (Швеція), лінії, отримані гібридизацією *Triticum aestivum* / *Triticum spelta* – LPP 1197, LPP 3117, LPP 1304, LPP 1224, LPP 3122/2, P 3, LPP 3132, LPP 3373, LPP 1221, лінії NAK 34/12–2 і NAK 22/12, отримані гібридизацією *Triticum aestivum* / амфіплоїд (*Triticum durum* / *Aegilops tauschii*) та лінія TV 1100, отримана гібридизацією *Triticum aestivum* (сорт Харківська 26) / *Triticum kiharae*, з добором озимої форми, що вирощувалися в умовах Правобережного Лісостепу України. Контролем (стандартом) слугував районований сорт пшениці спельти Зоря України (st).

Зерно пшениці спельти розмелювали на лабораторному вальцьовому верстаті МВР-000342.90. Вміст золи визначали за ДСТУ 4252:2003, білизну борошна – за ГОСТ 26361–2013. Під час проведення дисперсійного аналізу підтверджували або спростовували «нульову гіпотезу». Для цього визначали значення коефіцієнта «р», який показував ймовірність відповідної гіпотези. У випадках коли $p < 0.05$ «нульова гіпотеза» спростовувалась, а вплив чинника був достовірним. Для якісного оцінювання тісноти зв'язку використовували коефіцієнт детермінації 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.

Результати досліджень. Зерно сортів і ліній пшениці спельти

характеризувалось дуже високим виходом борошна, оскільки перевищував 76 % і змінювався від 78,7 до 87,3 % (рис. 1).

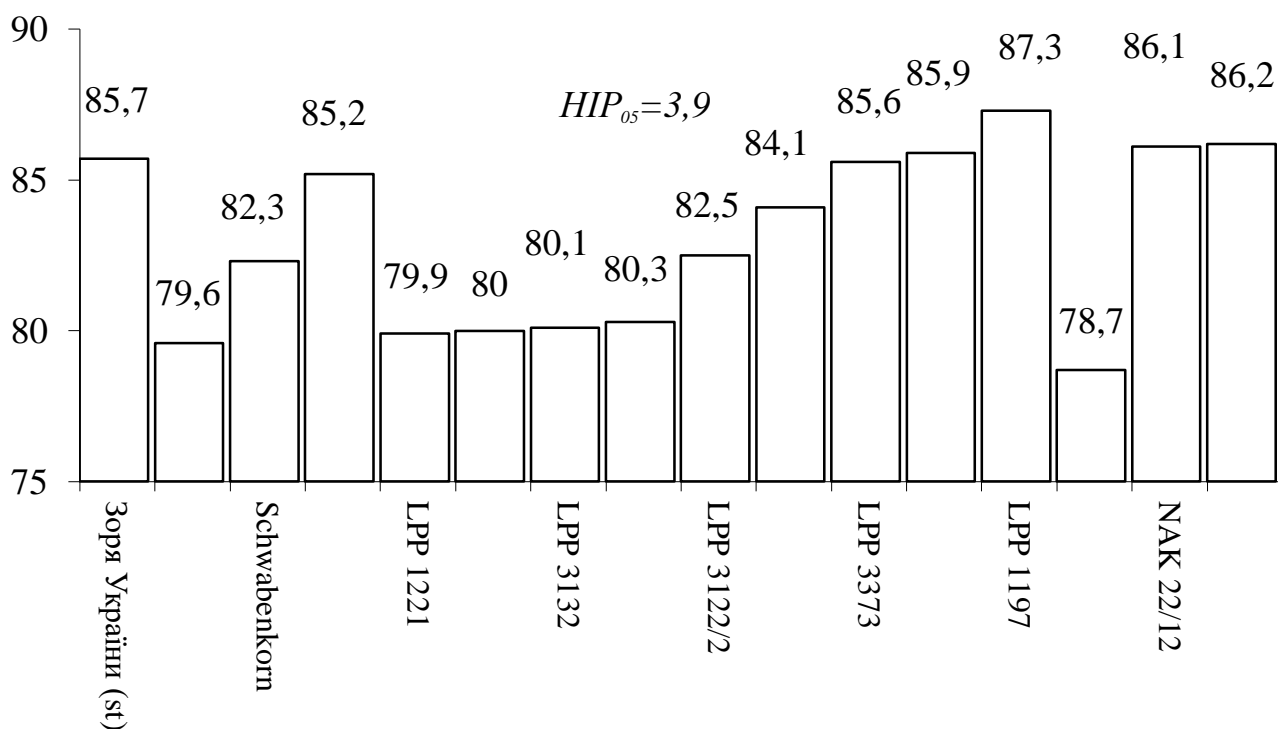


Рис. 1 Вихід борошна із зерна різних сортів і ліній пшениці спельти, %

Зерно сортів Зоря України та Шведська 1 мали найвищий вихід борошна відповідно 85,7 і 85,2 %. Зерно ліній LPP 1304, LPP 3373, LPP 3117, LPP 1197, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* / *Triticum spelta*, мало вихід борошна від 84,1 до 87,3 %. Із зерна пшениці спельти інтрогресивних ліній NAK 22/12 і TV 1100 вихід борошна був відповідно 86,1 і 86,2 %. Вміст заліза, цинку, міді та нікелю, крім кобальту і хрому, в зерні пшениці спельти був у 1,7–2,8 раза вищий порівняно з пшеницею м'якою (табл. 1).

Вміст досліджуваних елементів у борошні вищого сорту зменшувався на 0,37–15,7 мг/кг зерна або в 1,8–2,8 раза порівняно із зерном. У борошні з пшениці спельти їхній вміст зменшувався на 0,05–5,5 мг/кг або в 1,1–1,4 раза, що свідчить про рівномірніший розподіл хімічних елементів в оболонках та ендоспермі.

Табл. 1. Вміст мікроелементів у зерні та борошні пшениць, мг/кг сухої речовини

Хімічний елемент	Пшениця м'яка (сорт Подолянка)			Пшениця спельта (сорт Зоря України)		
	Зерно	Борошно	± до зерна	Зерно	Борошно	± до зерна
Fe	24,2	8,5	-15,7	53,5	48,7	-4,8
Zn	19,4	8,9	-10,5	55,6	50,1	-5,5
Cu	2,15	1,13	-1,02	3,29	2,54	-0,75
Co	0,90	0,22	-0,68	0,63	0,58	-0,05
Cr	0,82	0,45	-0,37	0,21	0,15	-0,06
Ni	0,91	0,52	-0,39	1,59	1,33	-0,26

Між виходом борошна та вмістом ендосперму в зернівці пшениці спельти встановлено дуже високу ($r = 0,96 \pm 0,008$) кореляційну залежність, яка описується таким рівнянням регресії: $y = 1,2419x - 23,096$, де y – вихід борошна, %; x – вміст ендосперму в зернівці, % (рис. 2).

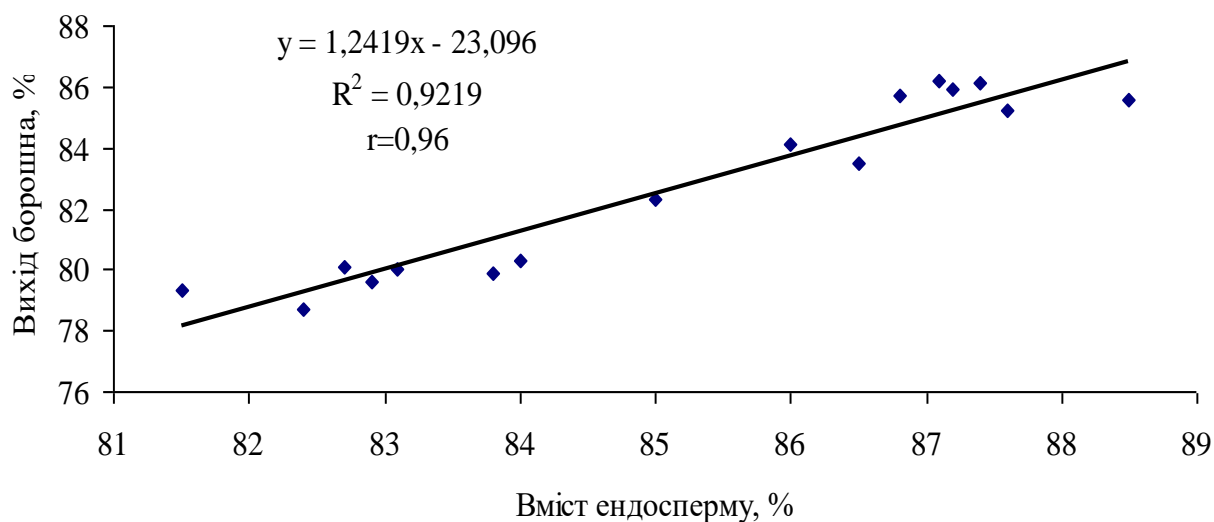


Рис. 2. Кореляційна залежність між виходом борошна та вмістом ендосперму

Вміст золи у зерні пшениці спельти змінювався від 1,54 до 1,92 % залежно

від сорту і лінії (рис. 3).

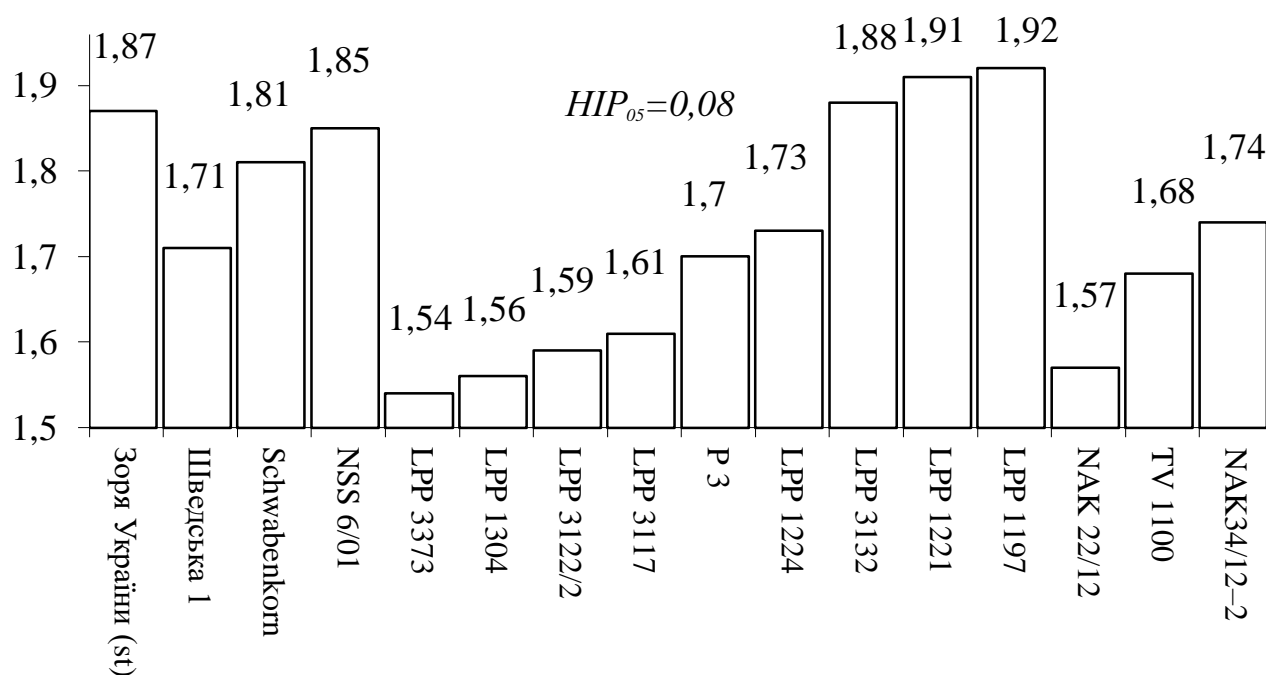


Рис. 3 Вміст золи у зерні різних сортів і ліній пшениці спельти, % у перерахунку на суху речовину

Найвищий показник її вмісту був у зерні сорту Зоря України – 1,87 %, NSS 6/01 – 1,85 і Schwabenkorn – 1,81 %. Найнижчий вміст золи у зерні сорту Шведська 1 – 1,71 % або на 9 % менше порівняно з контролем ($HIP_{05} = 0,08$). Вміст золи у зерні ліній LPP 3373, LPP 1304, LPP 3122/2, LPP 3117, LPP 1224 і P 3 на 8–18 % нижчий порівняно з контролем, а в зерні ліній LPP 3132, LPP 1221 і LPP 1197 був майже на його рівні – 1,88–1,92 %.

Зерно ліній пшениці спельти, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* / амфіплоїд (*Triticum durum* / *Ae. tauschii*) і *Triticum kiharae*, за вмістом золи не відрізнялося від решти досліджуваних форм.

За вмістом золи зерно сортів пшениці спельти є високі борошномельні властивості. Зерно ліній LPP 3373, LPP 1304, LPP 3122/2, LPP 3117, NAK 22/12 має дуже високі борошномельні властивості, ліній P 3, LPP 1224, TV 1100,

NAK 34/12–2 – високі, а зерно ліній LPP 1197, LPP 1221, LPP 3132 – середні.

Середньозважений вміст золи у борошні пшениці спельти змінювався від 0,62 до 0,84 % на суху речовину залежно від сорту та лінії (рис. 4).

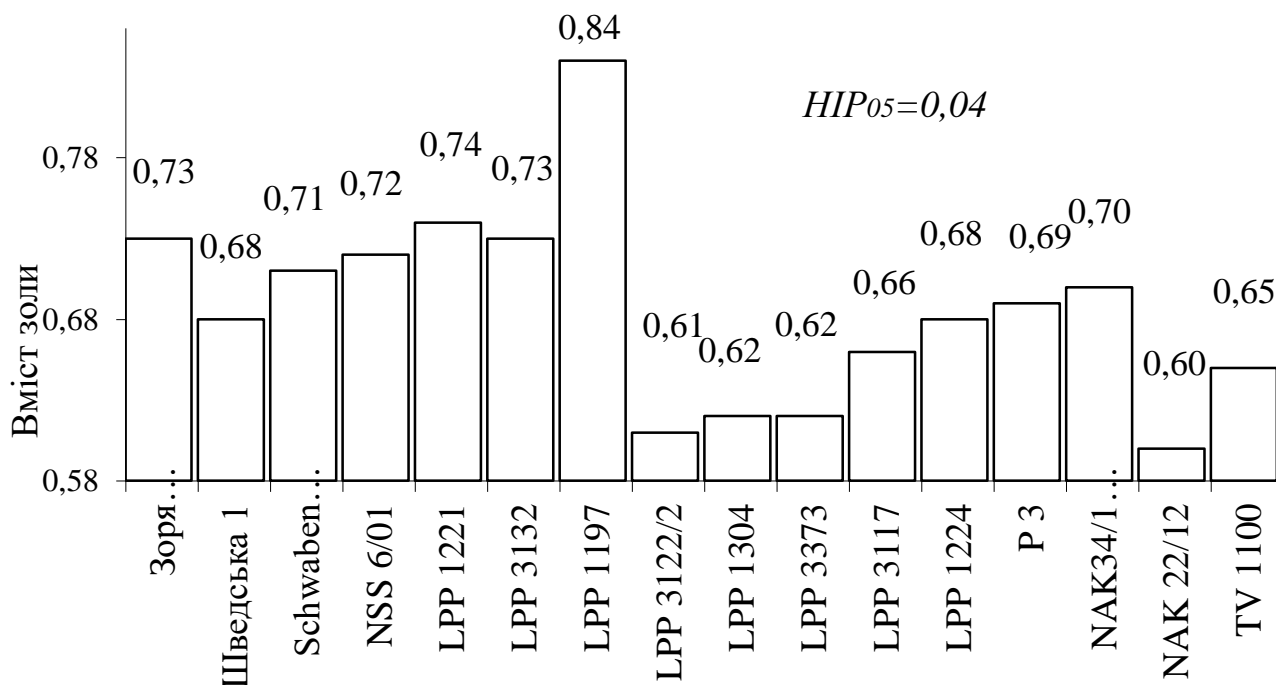


Рис. 4. Середньозважений вміст золи у борошні різних сортів і ліній пшениці спельти, % у перерахунку на суху речовину

Вміст золи у борошні півчастої пшениці Зоря України становив 0,73 % на суху речовину. У борошні зерна сортів NSS 6/01, Schwabekorn і ліній LPP 1221 і LPP 3132 вміст золи був на рівні стандарту, а в лінії LPP 1197 істотно вищий – 0,84 %. Борошно із зерна ліній LPP 3117, LPP 1304, LPP 1224, LPP 3122/2, P 3, LPP 3373, TV 1100, NAK 22/12 і сорту Шведська 1 характеризувалось найнижчими показниками – 0,60–0,69 % ($HIP_{05} = 0,04$).

Показник білизни борошна зерна сорту пшениці спельти Зоря України (st) становив 45 од. п. (рис. 5). У борошні зерна ліній P 3, LPP 3132, LPP 3373, LPP 1197, TV 1100 білизна борошна була істотно вищою ($HIP_{05} = 2$) за значення стандарту на 7–14 %. Решта досліджуваних номерів мали значення в межах 43–45 од. п., тобто різниця була не істотною.

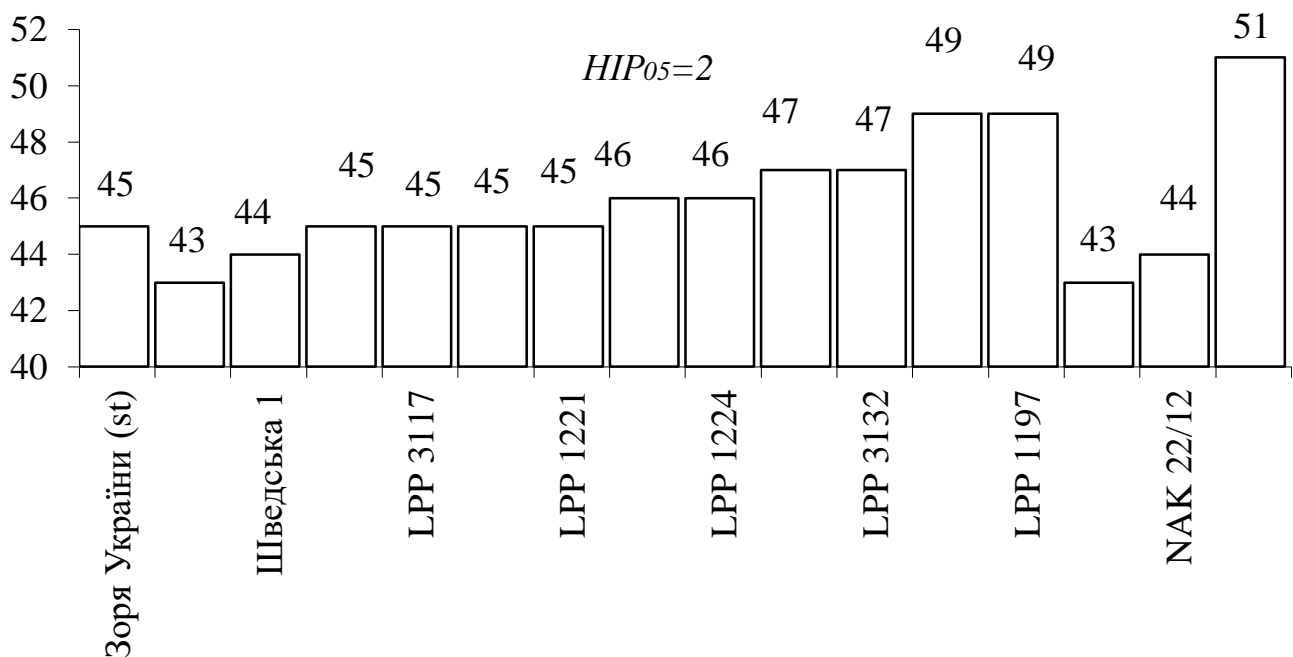


Рис. 5. Середньозважений показник білизни борошна різних сортів і ліній пшениці спельти, од. п.

Отже, за дослідженими показниками якості борошна найвищі борошномельні властивості має зерно сортів Зоря України, Шведська 1 і ліній LPP 1304, LPP 3373, LPP 3117, LPP 1197, а також отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* / *Triticum spelta*, NAK 22/12, TV 1100.

Висновки. Зерно всіх досліджуваних форм пшениці спельти забезпечує дуже високий вихід борошна. Найвищі показники виходу забезпечує перероблення зерна сортів Зоря України, Шведська 1 і ліній LPP 1304, LPP 3373, LPP 3117, LPP 1197, отриманих гібридизацією *Triticum aestivum* / *Triticum spelta*, NAK 22/12, TV 1100, отриманих інтрогресією з амфіплоїдом (*Triticum durum* / *Ae. tauschii*) та *Triticum kiharae*. За вмістом золи у зерні сортів і ліній пшениці спельти борошномельні його властивості змінюються від середнього до дуже високого рівня.

Література

1. Любич В. В. Кондитерські властивості зерна пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії. *Зб. наук. пр. Уманського НУС*. 2017. Вип. 91. С. 46–54.

2. Tilman A., Schober J., Kuhn M. Capillary zone electrophoresis for gliadin separation: applications in a spelt breeding program. *Eur. Food Res. Technol.* 2003. № 217. P. 350–359.

3. Petrenko V., Liubich V., Bondar V. Baking quality of wheat grain as influenced by agriculture systems, weather and storing conditions. *Romanian Agricultural Research.* 2017. No. 34. P. 69–76.

4. Yoder E. R. Assessment of allergenic reactivity of kamut versus common wheat. International Food Allergy Association. Clinical trial studies. October 11, 1991: <http://www.sobaya.ca/kamtast.html>.

5. Пшениця спельта / Г. М. Господаренко, П. В. Костогриз, В. В. Любич та ін.; за заг. ред. Г. М. Господаренка. Київ: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА». 2016. 312 с.

6. Zielinski H., Ceglinska A., Michalska A. Bioactive compounds in spelt bread. *Eur. Food Res. Technol.* 2008. № 226. P. 537–544.

7. 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.

8. Poltoretskyi S., Hospodarenko H., Liubych V., Poltoretska N., Demydas H. Toward the theory of origin and distribution history of *Triticum spelta* L. *Ukrainian Journal of Ecology.* 2018. Vol. 8 (2). P. 263–268.

9. Liubych V. V., Hospodarenko H. M., Poltoretskyi S. P. Quality features of spelt wheat grain. Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing. 2017. 108 p.

10. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О., Возіян В. В. Хлібопекарські властивості зерна спельти залежно від удобрення. *Вісник Уманського НУС.* 2015. № 1. С. 11–16.

11. 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. № 44. P. 161–173.

12. Wilson J. D., Bechtel D. B., Wilson G. W. T. et al. Bread quality of spelt wheat and its starch. *Cereal Chem.* 2008. № 85 (5). P. 629–638.

13. Значек Р. Р., Мардар М. Р., Єгоров Б. В. Технологічні властивості зерна полби та спельти і перспективи їх використання для виробництва харчових продуктів. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2017. Т. 23, № 5, Ч. 1. С. 209–216.

14. Значек Р. Р., Мардар М. Р., Ребезов М. Б. Розробка та апробація бальної шкали для оцінки якості зернових хлібців оздоровчого призначення. *Наукові праці Одес. нац. акад. харч. технологій*. 2015. Вип. 48. С. 4–8.

15. Любич В. В. Хлібопекарські властивості зерна сортів пшениці озимої залежно від видів, норм і строків застосування азотних добрив. *Вісник Дніпропетровського ДАЕУ*. №2. 2017. С. 35–41.

16. Bueno M.M., Thys R.C.S., Rodrigues R.C. Microbial enzymes as substitutes of chemical additives in baking wheat flour-part i: individual effects of nine enzymes on flour dough rheology. *Food Bioprocess Technol.* 2016. Vol. 9. P. 2012–2023.

17. Mencia G., El-Qutob D., Pineda F., Castillo M. Occupational allergy to *Triticum spelta* flour. *Allergol Int.* 2017. Режим доступу: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28764943>.

18. Ільків Л. А. Ефективність переробки зерна в АПК. *Наукові праці НУХТ*. 2011. № 39. С. 51–53.

References

1. Liubich, V. V. (2017). Confectionery properties of spelt wheat grain depending on the origin of the variety and strain. *Bulletin UNUH*, no. 91, 46–54 (in Ukrainian).

2. Tilman, A., Schober, J., Kuhn, M. (2003). Capillary zone electrophoresis for gliadin separation: applications in a spelt breeding program. *Eur. Food Res. Technol.*, no. 217, pp. 350–359 (in English).

3. Petrenko, V., Liubich, V., Bondar, V. (2017). Baking quality of wheat grain as influenced by agriculture systems, weather and storing conditions. *Romanian Agricultural Research*. no. 34. pp. 69–76. (in English).

4. Yoder, E. R. (1991). Assessment of allergenic reactivity of kamut versus

common wheat. *International Food Allergy Association. Clinical trial studies*: <http://www.sobaya.ca/kamtast.html>. (in English).

5. Hospodarenko, G.M., Kostogryz, V.P., Liubych, V.V. (2016). *Wheat spelt*. Kyiv: SIK GROUP UKRAINE, 312 p. (in Ukrainian).

6. Zielinski, H., Ceglinska, A., Michalska, A. (2008). Bioactive compounds in spelt bread. *Eur. Food Res. Technolol.* no. 226. pp. 537–544. (in English).

7. Liubich, V.V. (2016). Biological value of spelt wheat protein depending on the origin of the variety and strain. *Bulletin of Uman NUH*, 89, pp. 199–206 (in Ukrainian).

8. Poltoretskyi, S., Hospodarenko, H., Liubych, V., Poltoretska, N., Demydas, H. (2018). Toward the theory of origin and distribution history of *Triticum spelta* L. *Ukrainian Journal of Ecology*, no. 8 (2), pp. 263–268 (in English).

9. Liubych, V. V., Hospodarenko, H. M., Poltoretskyi, S. P. (2017). *Quality features of spelt wheat grain*. Saarbrücken, Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing, 108 p. (in English).

10. Hospodarenko, G. M., Lyubich, V.V., Polyanetska, I. O., Voziyan, V.V. (2015). Baking properties of spelled grain depending on fertilizer. *Bulletin of Uman NUS*, no. 1. pp. 11–16. (in Ukrainian).

11. 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*, no. 44. pp. 161–173. (in English).

12. Wilson, J. D., Bechtel, D. B., Wilson, G. W. T. et al. (2008). Bread quality of spelt wheat and its starch. *Cereal Chem.* no. 85 (5). pp. 629–638. (in English).

13. Znachek, R.R., Mardar, M.R., Egorov, B.V. (2017). Technological properties of spelled and spelled grain and prospects for their use for food production. *Scientific works of the National University of Food Technologies*, no. 5, pp. 209–216. (in English).

14. Znachek, R. R., Mardar, M. R., Rebezov, M. B. (2015). Development and testing of the scale for assessing the quality of grain loaves for health purposes.

Scientific works of Odessa. Nat. Acad. Food. Technologies, no. 48. pp. 4–8. (in English).

15. Liubich, V.V. (2017). Bread properties of grain of winter wheat varieties depending on types, norms and terms of application of nitrogen fertilizers. *Bulletin of Dnipropetrovsk State Economic University*, no. 2, pp. 35–41 (in Ukrainian).

16. Bueno, M. M., Thys, R. C. S., Rodrigues, R. C. (2016). Microbial enzymes as substitutes of chemical additives in baking wheat flour-part i: individual effects of nine enzymes on flour dough rheology. *Food Bioprocess Technol*, no. 9, pp. 2012–2023. (in English).

17. Mencia, G., El-Qutob, D., Pineda, F., Castillo, M. (2017). Occupational allergy to *Triticum spelta* flour. *Allergol Int.*: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28764943>. (in English).

18. Ilkiv, L. A. (2011). The efficiency of grain processing in agriculture. *Scientific works of NUHT*, no. 39. pp. 51–53. (in Ukrainian).

Аннотация

Любич В. В.

Мукомольные свойства зерна пшеницы спельты в зависимости от сорта и линии

*В статье приведены результаты изучения мукомольных свойств (выход муки, содержание золы и ее белизна) зерна пшеницы спельты в зависимости от сорта и линии. Зерно сортов и линий пшеницы спельты характеризовалось очень высоким выходом муки, поскольку превышал 76 % и менялся от 78,7 до 87,3 %. Зерно сортов Заря Украины и Шведская 1 имели вы сокий выход муки соответственно 85,7 и 85,2 %. Зерно линий LPP 1304, LPP 3373, LPP 3117, LPP 1197, полученных гибридизацией *Triticum aestivum* / *Triticum spelta*, мало выход муки от 84,1 до 87,3 %. Из зерна пшеницы спельты интрогрессивных линий НАК 22/12 и TV 1100 выход муки был соответственно 86,1 и 86,2 %.*

Содержание исследуемых элементов в муке высшего сорта уменьшался на

0,37–15,7 мг/кг зерна или в 1,8–2,8 раза по сравнению с зерном. В муке из пшеницы спельты их содержание уменьшалось на 0,05–5,5 мг/кг или в 1,1–1,4 раза, что свидетельствует о более равномерном распределении химических элементов в оболочках и эндосперме.

Содержание золы в муке пленчатой пшеницы спельты сорта Заря Украины составил 0,73% на сухое вещество. В муке зерна сортов NSS 6/01, Schwabenkorn и линий LPP 1221 и LPP 3132 содержание золы был на уровне стандарта, а в линии LPP 1197 существенно выше – 0,84%. Мука из зерна линий LPP 3117, LPP 1304, LPP 1224, LPP 3122/2, P3, LPP 3373, TV 1100, NAK 22/12 и сорта Шведская 1 характеризовалась низким показателем – 0,60–0,69 %. Показатель белизны муки зерна сорта пшеницы спельты Заря Украины (st) составил 45 ед. п. В муке зерна линий P 3, LPP 3132, LPP 3373, LPP 1197, TV 1100 белизна муки была существенно выше значения стандарта на 7–14 %. Остальные исследуемые линии имели значения в пределах 43–45 ед. п.

Зерно всех исследуемых форм обеспечивает очень высокий выход муки. Самые высокие показатели обеспечивает переработка зерна сортов Заря Украины, Шведская 1 и линий LPP 1304, LPP 3373, LPP 3117, LPP 1197, полученных гибридизацией *Triticum aestivum* / *Triticum spelta*, NAK 22/12, TV 1100, полученных интрогрессии с амфиплоидом (*Triticum durum* / *Ae. tauschii*) и *Triticum kiharae*. По содержанию золы в зерне сортов и линий спельты мукомольные свойства меняются от среднего до очень высокого уровня.

Ключевые слова: мукомольные свойства, пшеница спельта, сорт, линия, зерно.

Annotation

Liubych V. V.

Milling properties of spelt wheat grain depending on variety and line

The article presents the study results of flour milling properties (flour yield, ash content and its colour) of spelt wheat grain depending on the variety and line. The

grain of spelt wheat varieties and lines was characterized by a very high yield of flour, as it exceeded 76 % and varied from 78,7 to 8,3 %. The grain of Zoria of Ukraine and Swedish 1 varieties had the highest flour yield of 85,7 and 85,2 %, respectively. LPP 1304, LPP 3373, LPP 3117, LPP 1197 grain lines, obtained by hybridization of *Triticum aestivum*/*Triticum spelta*, had a flour yield from 84.1 to 87, 3%. From the spelt wheat grain of NAK 22/12 and TV 1100 introgressive lines the flour yield was 86.1 and 86,2 %, respectively.

The content of studied elements in high-grade flour decreased by 0,37–15,7 mg/kg of grain or by 1,8–2,8 times compared to grain. In spelt wheat flour, their content decreased by 0,05–5,5 mg/kg or by 1,1–1,4 times, which indicates a more uniform distribution of chemical elements in the membranes and endosperm.

The ash content in Zoria of Ukraine membrane flour was 0,73 % in dry matter. In the grain flour of NSS 6/01, Schwabenkorn varieties and LPP 1221 and LPP 3132 lines, the ash content was at the standard level, and in LPP 1197 line - significantly higher – 0.84 %. Flour from grain of LPP 3117, LPP 1304, LPP 1224, LPP 3122/2, P 3, LPP 3373, TV 1100, NAK 22/12 lines and the Swedish 1 variety was characterized by the lowest indicators – 0,60–0,69 % (NIP05 = 0.04).

The flour colour index of Zoria of Ukraine spelt wheat grain (st) was 45 units of instrument. In the grain flour of P 3, LPP 3132, LPP 3373, LPP 1197, TV 1100 lines, the flour colour was significantly higher ($LSD_{05} = 2$) by 7–14 % than the standard value. The rest of the studied numbers were in the range of 43–45 units of instrument.

Thus, the grain of all studied forms provides a very high flour yield. The highest indicators are provided by grain processing of Zoria of Ukraine, Swedish 1 varieties and LPP 1304, LPP 3373, LPP 3117, LPP 1197 lines, obtained by hybridization of *Triticum aestivum*/*Triticum spelta*, NAK 22/12, TV 1100, obtained by introgression with amphiploid (*Triticum duru* /*Ae. tauschii*) and *Triticum kiharae*. According to the ash content in the grain of spelt wheat varieties and lines, its flour-milling properties vary from medium to very high levels.

Key words: milling properties, spelt wheat, grain, variety, line.