

ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БОРОШНА

Науменко О. В.¹, д.т.н., с.н.с., зав. відділом,
<https://orcid.org/0000-0002-1691-1381>

Богдан Г. С.¹, заст. зав. відділом,
<https://orcid.org/0000-0002-0572-7423>

Бєла Н. І.¹, пров. фак.
<https://orcid.org/0000-0002-3024-9486>

Полонська Т. А.¹, к.т.н., с.н.с.,
<https://orcid.org/0000-0002-9642-358X>

Гетьман І. А.¹, м.н.с.
<https://orcid.org/0000-0002-9448-9956>

¹Інститут продовольчих ресурсів НААН, м. Київ, Україна

<https://doi.org/10.31073/foodresources2020-15-16>

Стаття присвячена проблемі невідповідності показників якості борошна, як основної сировини хлібопекарської галузі, нормативним вимогам, що зумовлює погіршення якості готових виробів. Коротко наведено статистичні дані та охарактеризовано причини нестабільності хлібопекарських показників борошна, обґрунтовано необхідність заходів щодо їх стабілізації та обрано оптимальний шлях для їх покращення. Надано результати досліджень щодо можливості покращення хлібопекарських показників борошна шляхом додавання технологічних добавок: сухої клейковини, окисника-аскорбінової кислоти, солоду білого ячмінного, ферментних препаратів тощо. Досліджено вплив різного дозування сухої пшеничної клейковини (СПК) на якість борошна, зроблено висновки щодо особливостей зміни показників напівфабрикатів зі збільшенням кількості СПК в рецептурі, доведено доцільність використання СПК в рецептурах хліба та хлібобулочних виробів. Доведено позитивний вплив поліпшувачів окислювальної дії, зокрема, аскорбінової кислоти на стан білково-протеїназного комплексу борошна, а саме: зменшення протеолітичної активності борошна. Досліджено ефективність використання білого ячмінного солоду для стабілізації стану вуглеводно-амілазного комплексу борошна, зокрема, амілолітичної активності, яка характеризується показником «число падіння». Висвітлено результати досліджень застосування ферментних препаратів, а саме: «Верон М4», «Верон П» («Barentz V.V», Німеччина). Зроблено висновки щодо покращення формування клейковинного каркасу та стабілізації структури клейковини в результаті додавання регламентованої кількості ферментних препаратів. Коригування рецептур хліба та хлібобулочних виробів шляхом додання встановленої кількості технологічних добавок: сухої пшеничної клейковини, аскорбінової кислоти, солоду білого ячмінного, ферментних препаратів як самостійно, так і в складі комплексних хлібопекарських поліпшувачів дає змогу отримати конкурентоспроможну хлібопекарську продукцію високої якості.

Ключові слова: помельна партія, борошно, суха пшенична клейковина, аскорбінова кислота, солод, ферментні препарати

WAYS TO IMPROVE THE BAKERY PROPERTIES OF FLOUR

Oksana Naumenko¹, D-r of Sciences, Sen. Res., Head of Department
<https://orcid.org/0000-0002-1691-1381>

Halyna Bohdan¹, Deputy Head of Department
<https://orcid.org/0000-0002-0572-7423>

Nataliya Biela¹, Chief Specialist¹
<https://orcid.org/0000-0002-3024-9486>

Tetiana Polonska¹, PhD, Sen. Res.
<https://orcid.org/0000-0002-9642-358X>

Inna Hetman¹, Junior Researcher
<https://orcid.org/0000-0002-9448-9956>

¹Institute of Food Resources of NAAS, Kyiv, Ukraine

<https://doi.org/10.31073/foodresources2020-15-16>

The article is devoted to the problem of the inconsistency of the quality indicators of flour, as the main raw material of the baking industry, with regulatory requirements, which leads to a deterioration in the quality of finished products. Briefly Statistical data are presented and the reasons for the instability of the baking parameters of flour are characterized, the necessity of measures to stabilize them is substantiated and the optimal way to improve them is chosen. The results of studies in the possibility of improving the baking characteristics of flour by adding technological additives are presented: dry gluten, oxidizing agent-ascorbic acid, white barley malt, enzyme preparations, and the like. The effect of different dosages of dry wheat gluten (DRG) on the quality of flour was investigated, conclusions were drawn regarding the peculiarities of changes in the parameters of semi-finished products with an increase in the amount of DRG in the recipe, the expediency of using the DRG in recipes for bread and bakery products was proved. The positive effect of oxidative improvers, in particular, ascorbic acid, on the state of the protein-proteinase complex of flour, namely, a decrease in the proteolytic activity of flour, has been proven. The efficiency of using white barley malt to stabilize the state of the carbohydrate-amylase complex of flour, in particular, amylolytic activity, which is characterized by the "falling number" indicator, has been investigated. The results of studies on the use of enzyme preparations, namely "Veron M4", "Veron P" (from "Barentz B.V", Germany) are presented. Conclusions have been drawn to improve the formation of the gluten framework and stabilize the gluten structure as a result of the addition of a regulated amount of enzyme preparations. Correction of recipes for bread and bakery products by adding a strictly regulated amount of technological additives-improvers, such as dry wheat gluten, oxidizing additives – ascorbic acid, white barley malt, enzyme preparations both independently and as part of complex bakery improvers allows you to get competitive bakery products high quality.

Key words: grinding party, flour, dry wheat gluten, ascorbic acid, malt, enzymes

Постановка проблеми. Україна входить до десяти найбільших світових виробників та до трійки найпотужніших світових експортерів зерна. У минулому сезоні встановлено рекорд – Україна поставила на світовий ринок 49,7 млн. т зерна, але не борошномельної продукції. Потенційно, наша країна може переробляти в борошно (8-10) млн. т зерна. Зернопереробна промисловість – найважливіша галузь харчової промисловості, від її стану залежить добробут, працездатність та здоров'я нації.

Сучасні технології сортових помелів – це складна структура підготовки зерна, його помел, формування помельної партії та отримання готового продукту – власне борошна. Важливим фактором хлібопекарських показників якості борошна, в першу чергу, є якість зерна, яка визначається хімічним складом і технологічними властивостями. Але не менш важливими факторами є якість ґрунтів та кліматичні умови вирощування зерна. Кожний

сорт має свій генетичний потенціал. Проте, якщо при агротехнічних умовах вирощування ми отримуємо стабільну якість зерна, то кліматичні умови кожного року дають зерно нестабільної якості.

Найменшому впливу від кліматичних умов підлягають такі показники, як кількість білка і клейковини в борошні, а найбільшому – білість, ІДК та число падіння, що змінюються у 2-3 рази. Так, упродовж 2010-2019 років на борошномельних підприємствах було перероблено (15-30)% зерна 1 класу, (30-40)% – 2 класу та (40-45)% – 3 класу. За статистичними даними в 2019 році 42,5% зерна було з умістом білка (10,5-12)%, що обумовило низькі хлібопекарні показники борошна з нього [1-3].

Отже, аналізуючи якісні показники пшениці за останні роки, можна зробити висновок про нестабільність показників якості сировини для борошномельних підприємств і необхідність застосування заходів для її покращення.

Метою роботи є визначення оптимальних способів покращення хлібопекарських властивостей борошна в залежності від регіону вирощування зерна.

Матеріали та методи. Показники якості борошна визначали за ГСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови» [4]. Кількість клейковини визначали за ДСТУ ISO 21415-1:2009 «Пшениця і пшеничне борошно. Вміст клейковини. Частина 1. Визначання сирової клейковини ручним способом» [5], якість клейковини визначали на приладі ІДК – визначали групу якості клейковини за величиною її деформації під дією навантаження [6].

Визначення числа падіння проводили згідно ДСТУ ISO 3093:2019 «Пшениця, жито та борошно з них, пшениця тверда й манні крупи з твердої пшениці. Визначення числа падіння методом Хагберга-Пертена (Hagberg-Perten)» [7].

Фізико-хімічні показники якості готових виробів (пористість та об'єм) визначали за ДСТУ 7045:2009 «Вироби хлібобулочні. Методи визначання фізико-хімічних показників» [8].

Результати та їх обговорення. Було обрано наступні шляхи покращення хлібопекарських властивостей борошна – використання сухої пшеничної клейковини, солодових продуктів, аскорбінової кислоти та ферментних препаратів.

Для покращення стану білково-протеїназного комплексу борошна використовували суху пшеничну клейковину (СПК). На ринку України СПК представлена різними виробниками – «Каргил» (Нідерланди), «Емцвет4» (Німеччина), «Глютен» (Китай). СПК – це порошок кремового-жовтого кольору, має наступні показники якості: кількість білка (75-80)%, вологість не більше 5%, зольність (0,65-0,7)% та якість клейковини (60-65) од. ІДК. СПК виконує функцію хлібопекарного поліпшувача [3, 9].

Для досліджень обрано СПК «Каргил» (Нідерланди). В процесі встановлення оптимальної норми внесення СПК дозування проводили в кількості від 1,0% до 3,0% до маси борошна (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив СПК на кількість та якість клейковини борошна*

Кількість СПК в борошні, %	Кількість клейковини, %		Якість клейковини, од. ІДК.	
	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 1	Зразок 2
0	24,0	23,5	70,0	65,0
1,0	25,5	25,0	75,0	68,0
2,0	28,2	26,7	75,0	70,0
3,0	29,6	28,5	75,0	72,0

Примітка: *Зразок №1 – борошно пшеничне з Чернігівської обл.; зразок №2 – борошно пшеничне з Сумської обл.

Як видно з даних таблиці 1 вже при додаванні 1,0% СПК у борошно покращуються показники його якості. За результатами пробного випікання хліб збільшився в об'ємі в 1,2 рази, пористість покращилась на 5% та збільшився термін зберігання готового виробу.

Важливим у забезпеченні якості борошна є стан його вуглеводно-амілазного комплексу, зокрема, ферментативна активність. Число падіння (ЧП) характеризує активність α -амілази за ступенем розрідження клейстеризованої в киплячій бані борошняної суспензії [3, 8].

Вивчення якісних показників вітчизняної пшениці на борошномельних підприємствах встановило низьку амілолітичну активність зерна. У 2018 році середньорічна кількість партій з показниками числа падіння (ЧП) вище 300 с склала 45,0%, а у 2019 році – 85% у зв'язку з низькою масовою часткою вологи в зерні (що відбувається внаслідок посушливих кліматичних умов) і низьким показником натурності в зерні. Для підвищення амілолітичної активності борошна нами використано білий ячмінний солод, ферментні препарати та аскорбінову кислоту [1, 2].

Відомо, що в процесі отримання солоду виробляється фермент діастаза, який розщеплює крохмаль на розчинні ди- та моноцукри (глюкозу, мальтозу), у результаті чого показники ЧП зменшуються. Внесення солоду сприяє збільшенню кількості амілолітичних і ліполітичних ферментів у тісті; безперервно відбувається оцукрення крохмалю зерен, при цьому утворюється мальтоза та інші цукри. Останні, в свою чергу, покращують реологічні властивості тіста; є живильним середовищем для дріжджів; прискорюють процес бродіння; покращують смак готових виробів; надають привабливий зовнішній вигляд; яскраво забарвлену скоринку [3, 10].

Для встановлення оптимальної норми внесення дозування проводили у кількості від 0,05% до 0,3% до маси борошна (табл. 2)

Таблиця 2

Вплив солоду на хлібопекарські властивості борошна

Кількість солоду в борошні, %	Кількість клейковини, %	Якість клейковини, од. ІДК	Число падіння, с	Об'єм хліба, см ³	Пористість хліба, %
0	25,5	70,0	380	430	75,0
0,05	25,8	70,0	360	435	76,0
0,1	26,0	73,0	330	450	78,0
0,15	26,0	73,0	310	460	78,0
0,2	25,8	70,0	280	450	76,0
0,25	25,6	70,0	265	445	76,0

Показано, що використання солоду в дозуванні (0,1-0,15)% до маси борошна надавало найкращі показники якості борошну та готовому продукту. Варто відмітити, що збільшення дозування призводило до погіршення показників якості.

Високоефективним препаратом, що зменшує ЧП борошна є ферментний препарат Верон М4 («Barentz B.V», Німеччина) на основі грибною α -амілази. Він розщеплює крохмаль на декстрини та мальтозу, що призводить до інтенсифікації технологічного процесу, збільшенню газо- та цукроутворення в тісті, зниженню ЧП борошна. Встановлено, що дозування цього препарату залежить від значень ЧП борошна (табл. 3). Рекомендовано дозування (0,3-2,0) г препарату на 100 кг борошна.

Аналізуючи дані, наведені в таблиці 3, зроблено висновок, що з додаванням ферментного препарату Верон М4 хлібопекарські показники борошна покращились. Так, кількість клейковини при додаванні 1,0 г препарату збільшилась на 5%, а її якість покращилась у 1,35 рази. Також зафіксовано позитивну динаміку покращення якості хліба: збільшився об'єм хліба в 1,2 рази та пористість – на 10%.

Таблиця 3

Вплив ферментного препарату Верон М4 на хлібопекарські властивості борошна

Кількість Верон М4, г на 100 кг борошна	Кількість клейковини, %	Якість клейковини, од. ІДК	Число падіння, с	Об'єм хліба, см ³	Пористість хліба, %
0	25,0	60	380	430	75,0
0,3	25,2	68	340	450	80,0
0,5	25,8	72	320	470	82,0
1,0	26,2	80	300	500	85,0

Одним із небажаних показників для вітчизняної пшениці є висока протеолітична активність. Кількість партій такого зерна (зі слабкою клейковиною) становить до 35%, а число партій з показником якості клейковини вище 95 од. ІДК складає не більше (10-12)%. Однак, кількість такого зерна зменшується з кожним роком, що пов'язано зі змінами кліматичних умов (відсутність дощів у фазі наливу і збирання врожаю), зменшенням популяції клопа-черепашки та використанням посівної пшениці сильного та екстра сильного сорту.

Для зменшення протеолітичної активності борошна використовують поліпшувачі окислювальної дії та аскорбінову кислоту. Так, при використанні аскорбінової кислоти клейковина зміцнюється, пружність збільшується та зменшується розтяжність [3, 11].

Рекомендоване дозування аскорбінової кислоти складає (0,005-0,1)%. У таблиці 4 наведені дані щодо використання аскорбінової кислоти.

Таблиця 4

Вплив аскорбінової кислоти на хлібопекарські властивості борошна

Кількість аскорбінової кислоти, %	Кількість клейковини, %	Якість клейковини, од. ІДК	Число падіння, с	Об'єм хліба, см ³	Пористість хліба, %
0	26,0	105	380	420	70,0
0,005	26,0	95	375	430	75,0
0,01	26,0	85	375	450	75,0
0,015	26,0	90	375	440	72,0

Для отримання оптимальних показників хлібопекарської якості борошна, рекомендовано додавання 0,01% аскорбінової кислоти. При цьому значенні отримали хліб із більшим на 7% об'ємом, клейковина стала більш сильною (85 проти 105 од. ІДК), на 5 % збільшилась пористість, що говорить про збільшення еластичності м'якушки.

Необхідно відзначити, що на підприємства галузі надходить зерно як з високою, так із низькою протеолітичною активністю. Так, у 2018 році було 55% партій зерна з клейковиною 60 од. ІДК, а в 2019 році – 74%. Продукція з такого борошна має задовільну якість, тому технологія потребує додавання поліпшувачів відновлювальної дії. До таких поліпшувачів належать цистеїн, глютаціон, тіосульфат натрію та різні ферментні препарати.

Для активації протеолітичних ферментів ми використовували ферментний препарат Верон П («Barentz B.V», Німеччина) – бактеріально-протеїназний препарат для покращення в'язкості та пружності клейковини, підвищення газо- та цукроутворення в тісті, покращення стабільності тіста та якості готової продукції. Рекомендовано дозування препарату Верон П складає (2-10) г на 100 кг борошна. Результати досліджень наведені в таблиці 5.

Таблиця 5

Вплив ферментного препарату Верон П на хлібопекарські властивості борошна

Кількість ферментного препарату, г на 100 кг борошна	Кількість клейковини, %	Якість клейковини, од. ІДК	Число падіння, с	Об'єм хліба, см ³	Пористість хліба, %
0	24,5	55	330	420	70,0
2,0	25,0	65	325	440	75,0
5,0	25,2	75	320	460	77,0
10,0	25,7	85	315	490	82,0

Висновки. Необхідність застосування заходів для стабілізації хлібопекарських властивостей борошна є ключовим завданням галузі, оскільки вітчизняне зерно, зокрема, пшеничне є стратегічно важливою сировиною України. Найбільш оптимальним шляхом є коригування існуючих та створення нових рецептур хлібопекарської продукції з використанням технологічних добавок-поліпшувачів.

Обґрунтовано ефективність використання наступних технологічних добавок: сухої пшеничної клейковини, білого ячмінного солоду, аскорбінової кислоти та ферментних препаратів для покращення якості борошна.

Доведено доцільність додавання сухої пшеничної клейковини у кількості 1% до маси борошна, солоду – (0,1-0,15)%, аскорбінової кислоти – 0,01%. Встановлено, що внесення 1,0 г ферментного препарату Верон М4 та 10,0 г ферментного препарату Верон П сприяє формуванню клейковинного каркасу та стабілізації структури клейковини.

Аналізуючи сучасні виробничі рішення, варто відмітити, що на борошномельних підприємствах України дуже актуальним є впровадження нових ліній з міні-дозаторами, що дають можливість переробляти зерно різної якості та гарантувати виробництво борошна високої якості.

Бібліографія

1. Жигунов Д. А. Борошно цільового використання: сьогодення і майбутнє. Спец. видання до конф. «Bakery Processing&Packaging 2020». 2020. С. 12.
2. Жигунов Д. О., Ковальова В. П., Жиронкіна Д. С. Аналіз якості борошна з різних регіонів України. Scientific Works. 2017. Т.81. №2. С.35-43. <https://doi.org/10.15673/swonaft.v81i2.901>.
3. Дробот В. І. Довідник з технології хлібопекарського виробництва: навчальний посібник. Київ: ПрофКнига, 2019. 580 с.
4. Дробот В. І. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського і макаронного виробництва. Навчальний посібник. Київ: Центр навчальної літератури, 2006. 341 с.
5. ГСТУ 46.004-99.Борошно пшеничне. Технічні умови. Держспоживстандарт України. Київ, 1999.12 с.
6. ДСТУ ISO 21415-1:2009. Пшениця і пшеничне борошно. Вміст клейковини. Частина 1. Визначання сирової клейковини ручним способом. Держспоживстандарт України. Київ, 2011.5 с.
7. ДСТУ ISO 3093:2019.Пшениця, жито та борошно з них, пшениця тверда й манні крупи з твердої пшениці. Визначення числа падіння методом Хагберга-Пертена (Hagberg-Perten). ДП «УкрНДНЦ». Київ, 2019. 6 с.
8. ДСТУ 7045 – 2009. Вироби хлібобулочні. Методи визначення фізико – хімічних показників. Держспоживстандарт України. Київ, 2009. 33 с.
9. Дробот В. І., Сильчук Т. А., Білик О. А. Вплив сухої пшеничної клейковини на

технологічний процес і якість хліба. *Хранение и переработка зерна*. 2005. № 4(70). С. 53-55.

10. Дробот В. І. Харчові добавки та їх функціональна роль у технологічному процесі. *Хранение и переработка зерна*. 2003. № 9. С. 25–27.

11. Дробот В. І., Савчук Н. І. Вплив глюкооксидази та аскорбінової кислоти на якість клейковини слабого борошна. *Харчова і переробна промисловість*. 2001. №2. С. 24-25.

References

1. Zhyhunov D. (2020). Boroshno tsilovoho vykorystannia: sohodennia i maibutnie. [Targeted flour: present time and future]. Spets. vydannia do konf. «Bakery Processing&Packaging 2020». [Specialized edition for the conference «Bakery Processing&Packaging 2020»]. P.12. [in Ukrainian].

2. Zhyhunov D., Kovalova V., Zhyronkina D. (2017). Analiz yakosti boroshna z riznykh rehioniv Ukrainy. [Analysis of the quality of flour from different regions of Ukraine]. Scientific Works. №81(2). P.35-43. <https://doi.org/10.15673/swonaft.v81i2.901> [in Ukrainian].

3. Drobot V. (2003). Kharchovi dobavky ta ikh funkttsionalna rol u tekhnolohichnomu protsesi [Nutritional supplements and their functional role in the technological process]. *Khrenenie i pererabotka zerna*. [Storage and processing of grain]. №9. P.25–27. [in Ukrainian].

4. Drobot V. (2019). Dovidnyk z tekhnolohii khlibopekarskoho vyrobnytstva. [Bakery technology reference book]. Kyiv: ProfKnyha. 580 p. [in Ukrainian].

5. Drobot V. (2006). Laboratornyi praktykum z tekhnolohii khlibopekarskoho i makaronnoho vyrobnytstva. [Laboratory workshop with the technology of bakery and pasta production]. Kyiv: Tsentr navchalnoi literatury, 341 p. [in Ukrainian].

6. HSTU 46.004-99. Boroshno psheychne. Tekhnichni umovy. [Wheat flour. Technical conditions]. Derzhspozhyvstandart Ukrainy. [State consumer service of Ukraine]. Kyiv, 1999.12 p.

7. DSTU ISO 21415-1:2009. Pshenytsia i psheychne boroshno. Vmist kleikovyny. Chastyna 1. Vyznachannia syroi kleikovyny ruchnym sposobom. [Wheat and wheat flour. Gluten content. Part 1. Determination of wet gluten content manually]. Derzhspozhyvstandart Ukrainy. [State consumer service of Ukraine]. Kyiv, 2011.5 p.

8. DSTU ISO 3093:2019. Pshenytsia, zhyto ta boroshno z nykh, psheychsia tverda y manni krupy z tverdoi psheychsi. Vyznachennia chysla padinnia metodom Khahberha-Perten (Hagberg-Perten). [Wheat, rye and flour from them, durum wheat and semolina from durum wheat. Falling number determination by the Hagberg-Perten method]. DP «UkrNDNTs». [SE «UkrNDNC»]. Kyiv, 2019. 6 p.

9. DSTU 7045–2009. Vyrobny khlibobulochni. Metody vyznachennia fizyko – khimichnykh pokaznykiv. [Bakery products. Determination of physical and chemical indicators.] Derzhspozhyvstandart Ukrainy. [State consumer service of Ukraine]. Kyiv, 2009. 33 p.

10. Drobot V., Sylchuk T., Bilyk O. (2005). Vplyv sukhoi psheychnoi kleikovyny na tekhnolohichni protses i yakist khliba. [Influence of dry wheat gluten on the technological process and quality of bread]. *Khrenenie y pererabotka zerna*. [Storage and processing of grain]. №4 (70). P.53-55. [in Ukrainian].

11. Drobot V., Savchuk N. (2001). Vplyv hliukooksydazy ta askorbinovoi kysloty na yakist kleikovyny slabkoho boroshna. [The effect of glucosidase and ascorbic acid on the quality of gluten in weak flour]. *Kharchova i pererobna promyslovist*. [Food and processing industry]. №2. P. 24-25. [in Ukrainian].