

*Дмитро Жигунов, Василина Ковальова, Михайло Ковальов, Олена Коритнюк*

## **ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ПОТОКІВ БОРОШНА ІЗ ЗАВОДУ ЗІ СКОРОЧЕНОЮ СХЕМОЮ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ**

**Актуальність теми дослідження.** *Визначення якості індивідуальних потоків борошна на заводі зі скороченою схемою технологічного процесу з використанням міжнародних стандартів – перспективний інноваційний напрям розвитку борошномельної промисловості.*

**Постановка проблеми.** *Оцінка якості індивідуальних потоків борошна на заводах малої продуктивності дає можливість проаналізувати ефективність роботи та потенціал підприємства.*

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** *Були розглянуті як класичні роботи, так і сучасні публікації у вітчизняних та закордонних джерелах, що відповідають цій проблемі.*

**Виділення недосліджених частин загальної проблеми.** *У літературі відсутня інформація щодо аналізу показників якості індивідуальних потоків борошна із заводів України невеликої продуктивності з використанням міжнародних стандартів.*

**Постановка завдання.** *Метою дослідження є визначення основних показників якості борошна і встановлення закономірності їх зміни на різних етапах технологічного процесу із заводу зі скороченою схемою технологічного процесу.*

**Виклад основного матеріалу.** *У статті наведено результати досліджень показників якості борошна з різних етапів технологічного процесу на заводі зі скороченою схемою технологічного процесу та показано зміни показників залежно від системи технологічного процесу. Встановлено, що потоки борошна із систем першої якості мають кращі технологічні властивості. Так, на шліфувальних і розмелювальних системах білість борошна – від 54 до 68 од., зольність даних потоків є найнижчою – від 0,45 до 0,54 %. Кількість клейковини на драних і сортувальних системах коливається в межах від 19,5 % до 35,6 %, на шліфувальних і розмелювальних системах – від 23,8 до 33,6 %, а якість клейковини (ІДК) має майже однакові властивості як на шліфувальних і розмелювальних системах, так і на драних і сортувальних системах – від 53 до 86 од. Показник седиментації борошна має високі значення на драних системах, сортувальних системах – від 38 до 44 мл за рахунок високого вмісту клейковини на даних системах.*

**Висновки відповідно до статті.** *За результатами пробного лабораторного випікання, потоки борошна мали невисокі хлібопекарські властивості. На драних і сортувальних системах першої якості об'єм хліба коливався в межах від 380 до 410 см<sup>3</sup>, на драних і сортувальних системах вимелу – 410 см<sup>3</sup>, на шліфувальних і розмелювальних системах першої якості – від 380-460 см<sup>3</sup>. У статті вперше з використанням приладу SDmatic проведено аналіз кількості пошкодженого крохмалю в потоках борошна на заводі зі скороченою схемою технологічного процесу. Результати досліджень можуть бути використані борошномельними виробництвами для стабілізації якості кінцевої продукції.*

**Ключові слова:** *борошно; технологічний процес; клейковина; білість; зольність; седиментація; пошкоджений крохмаль; водопоглинальна здатність.*

*Табл.: 1. Рис.: 2. Бібл.: 11.*

**Актуальність теми дослідження.** *Визначення якості індивідуальних потоків борошна на заводі зі скороченою схемою технологічного процесу з використанням міжнародних стандартів – перспективний інноваційний напрям розвитку борошномельної промисловості.*

**Постановка проблеми.** *В Україні з пшениці виробляють хлібопекарське борошно вищого, першого, другого сортів і обойне. Пшеничне сортове борошно виробляють із м'якої пшениці або з додаванням не більше 20 % твердої [1]. При сортовому помелу борошно вищого, першого і другого сортів формують шляхом змішування десятків різноякісних потоків борошна з різних систем технологічного процесу, що мають різний набір показників якості, які залежать, у свою чергу, від показників якості зерна, що переробляється, структури технологічного процесу (розвиненості технологічної схеми), режимів роботи систем подрібнення та просіювання [2; 3]. Окремі частини зерна відрізняються структурою, хімічним складом, фізико-хімічними і хлібопекарськими властивостями. Так, борошно певного сорту, що відпускається споживачу, повинно мати обмежувальні показники якості відповідно до вимог стандартів, тому в технології передбачено змішування різноякісних потоків борошна в певному співвідношенні до гомогенного стану, в результаті чого утворюється сорт або тип борошна [4].*

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** *Потоки борошна відрізняються виходом, мають різний набір показників білості, зольності, містять різне співвідношення анатомічних частин зерна (ендосперму й оболонки), а також відрізняються сукупністю показників, що оцінюють хлібопекарські властивості, такими як вміст білка, кількість, пружність*

і еластичність клейковини і т. ін. [5]. Знання показників якості борошна на кожній системі й розуміння закономірностей їх зміни залежно від перерахованих вище факторів – запорука ефективного управління ходом ведення технологічного процесу розмелювання зерна з метою отримання найкращих результатів помелу, зокрема максимально можливого виходу сортового борошна з високими хлібопекарськими властивостями [6; 7].

**Виділення недосліджених частин загальної проблеми.** Аналіз літературних джерел вказує на відсутність досліджень якості українського борошна, отриманого на заводах малої продуктивності зі скороченою схемою технологічного процесу, з використанням сучасних приладів за міжнародними стандартами.

**Мета статті.** Метою дослідження є визначення основних показників якості борошна і встановлення закономірності їх зміни на різних етапах технологічного процесу із заводу зі скороченою схемою технологічного процесу.

Для досягнення мети необхідно вирішити такі завдання:

- дослідити якість потоків борошна з усіх систем технологічного процесу;
- дослідити якість готової продукції, тобто борошна вищого сорту.

**Виклад основного матеріалу.** Для досягнення зазначеної мети на діючому підприємстві були відібрані зразки борошна з кожної системи технологічного процесу і зразки готової продукції з підприємства із заводу зі скороченою схемою технологічного процесу, розташованого на Півдні України. Схема цього заводу включає:

- чотири драні системи (I- IV др.с.), з яких III і IV драні системи поділяються на крупну і дрібну;
- три сортувальних системи (Сорт1-Сорт3);
- п'ять вимельних систем (Вим1-Вим5);
- дві шліфувальні системи (1 шл.с.-2 шл.с.);
- п'ять розмелювальних систем (1 р.с.-5 р.с.), з яких 1-а і 2-а розмелювальні системи поділяються на крупну і дрібну;
- одна сходовая система (Сх. с.).

Згідно зі схемою технологічного процесу передбачено можливість відбору двох сортів борошна з подальшим їх контролем. Завод може працювати за двома схемами: односортний 72-ти % помел борошна вищого сорту та 75-ти % двосортний помел (55 % – вищого сорту та 20 % – першого сорту). На момент відбору зразків завод працював за схемою односортного помелу.

Зразки були згруповані за якістю на різних етапах технологічного процесу: драні системи першої якості (I+II др.с., III др.кр.с., III др.др.с.), драні системи вимелу (IV др.с.), сортувальні системи першої якості (Сорт.1, Сорт.2), сортувальні системи вимелу (Сорт.3), сходовая система вимелу (Сх.с), шліфувальні системи першої якості (1 шл.с., 2 шл.с.), розмелювальні системи першої якості (1 р.кр.с., 1 р.др.с., 2 р.с., 3 р.с.), розмелювальні системи вимелу (4 р.с., 5 р.с.).

На момент відбору зразків борошна перероблялась помельна партія зерна пшениці II і III класів у співвідношенні 40 % та 60 % врожаю 2018 року з такими показниками: вологість – 12,8 %; склоподібність – 52 %; натура – 770 г/л; кількість клейковини – 21,5 %; якість клейковини – 65 од.

У потоках борошна визначались як основні показники якості, такі як: вологість, білість, зольність, кількість клейковини та її якість, вміст білка, седиментація (за методом Пумпянського) [8], число падіння (ЧП), так і додаткові, які дозволяють більш точно оцінити хлібопекарські властивості: кількість пошкодженого крохмалю (ПК), водопоглинальна здатність (ВПЗ), реологічні властивості та пробна лабораторна випічка.

Вологість борошна визначалась шляхом висушування зразка масою 5 г у сушильній шафі при температурі 130 °С протягом 40 хв згідно з методикою ГОСТ 9404-88, білість

## TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

борошна – згідно з методикою ГОСТ 26361-84 на приладі РЗ-БЛК, зольність – шляхом прямого згорання в муфельній печі без прискорювача за методикою ГОСТ 27494-87, кількість клейковини – шляхом відмивання тіста, утвореного при змішуванні 25 г борошна з 14 мл води, від крохмалю й оболонки, якість клейковини – на приладі ВДК згідно з методикою ГОСТ 27839-88, вміст білка на ІК-аналізаторі – Інфратек 1241.

Для оцінки білково-протеїназного комплексу використовують показник седиментації, який у багатьох країнах визначається за тестом Зелені, в нашій роботі ми використовували метод Пумпянського [6], що не потребує спеціального обладнання і затрат великої кількості часу, але має подібний результат.

Для оцінки вуглеводно-амілазного комплексу визначали індекс Хагберга (число падіння, ЧП), який характеризує потенційну активність альфа-амілази на приладі «Falling Number». Метод ґрунтується на швидкій клейстеризації водяної суспензії борошна на киплячій водяній бані з подальшим вимірюванням ступеня розрідження крохмального гелю під дією альфа-амілази [9; 10]. Кількість пошкодженого крохмалю визначали на сучасному автоматизованому на приладі SDmatic фірми Chopin Technologies, що відповідає світовим стандартам AFNOR V03-731, AACC 76-33 і ICC 172. Принцип дії приладу базується на амперометричному методі аналізу пошкодженого крохмалю. Він ґрунтується на вимірюванні поглинання молекул йодиду калію в суспензії молекулами пошкодженого крохмалю. Чим сильніше пошкоджений крохмаль, тим більше молекул виробленого йодиду буде поглинено. Прилад створює і вимірює силу електричного струму в суспензії в ході хімічної реакції. Значне падіння сили струму вказує на великий вміст пошкодженого крохмалю. Результати визначень приладу виражаються як AI, % (відсоток поглинання йоду), перетворений у UCD (одиниці Шопен-Дюбуа) [13]. Формули, представлені виробником приладу, можуть бути використані для еквівалентних розрахунків в інших одиницях вимірювання. Водопоглинальну здатність і реологічні властивості тіста визначали на сучасному приладі Міксолаб, який дозволяє одночасно оцінити білково-протеїназний і вуглеводно-амілазний комплекси протягом 45 хв згідно з міжнародним стандартом ICC 173/1. Для комплексної оцінки хлібопекарських властивостей борошна проводили пробне лабораторне випікання формового хліба згідно з методикою ГОСТ 27669-88 в перерахунку на 100 г борошна. Зважаючи на вологість борошна, визначали кількість необхідної води для замісу тіста. Відповідно до рецептури додавали дріжджі (3 г), цукор (4 г) та сіль (1,3 г). Замішування й формування тіста проводилося вручну. Бродіння тіста відбувалось у термостаті при температурі (31±1) °С протягом 180 хв. Хліб випікали в лабораторній печі при температурі 220-230 °С зі зволоженням пекарної камери. Тривалість випікання хліба складала 20-25 хв.

### Результати досліджень

Сортові помели пшениці за скороченою схемою технологічного процесу використовують на млинах відносно невеликої продуктивності (100-130 т/доб.), які розташовані в малонаселених центрах. На цих млинах виробляють два або три сорти пшеничного борошна із загальним виходом 72-78 %, які повинні повністю задовольнити потреби місцевого населення [9]. Саме таким є підприємство з Південного регіону України. У табл. 1 наведено результати визначення показників якості потоків борошна з цього підприємства.

Таблиця 1

*Показники якості потоків борошна з заводу зі скороченою схемою*

Система	Системи якості	Б, од.	Z, %	К, %	ІДК, од.	Р, %	Сед., мл	ЧП, с	UCD, од.	ВПЗ, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I+II др.с.	I-ї якості	53	0,54	19,5	64	10,2	30	433	15,8	51
III др.кр.с.	I-ї якості	55	0,50	28,0	69	9,2	38	360	16,9	60
III др.др.с.	I-ї якості	51	0,52	23,0	55	8,7	40	405	21,5	56

Закінчення табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
IV др.с.	вимелу	45	0,79	35,6	80	11,8	44	340	26,9	60
Сорт 1	I-ї якості	52	0,50	22,4	53	9,3	33	438	14,9	53
Сорт 2	I-ї якості	52	0,50	27,0	66	10,8	41	411	22,5	57
Сорт 3	вимелу	42	0,82	35,6	86	11,7	43	353	27,8	60
1 шл.с.	I-ї якості	60	0,48	23,8	53	8,9	33	448	16,1	54
2 шл.с.	I-ї якості	58	0,49	28,4	72	10,6	41	382	22,2	58
Сх. с.	вимелу	42	0,62	22,8	80	10,2	30	325	26,3	61
1 р.кр.с.	I-ї якості	64	0,47	25,0	60	10,1	38	423	21,5	55
1 р.др.с.	I-ї якості	68	0,45	24,0	46	9,7	31	429	18,8	56
2 р.с.	I-ї якості	62	0,46	26,0	67	10,2	33	365	24,2	60
3 р.с.	I-ї якості	54	0,54	25,5	64	10,7	28	345	23,6	60
4 р.с.	вимелу	40	0,66	26,7	76	11,5	21	332	22,1	61
5 р.с.	вимелу	20	0,94	33,6	81	12,2	24	262	23,2	66

Примітка: W, % – вологість, Б; од. – білість, Z; % – зольність; К, % – кількість клейковини; ІДК, од. – якість клейковини; Р, % – вміст білка; Сед., мл – седиментація; ЧП, с – число падіння; ВПЗ, % – водопоглинальна здатність; UCD, од. – кількість пошкодженого крохмалю.

Основними технологічними показниками, за якими визначають сорт борошна на борошномельних заводах, є білість та зольність. На драних і сортувальних системах I якості значення білості нижчі на 9-11 од. у порівнянні зі шліфувальними і розмелювальними системами I якості. На системах II якості і вимелу як драного, так і шліфувально-розмелювального процесів значення білості знижується до 20 од (5 р.с.). Оскільки значення зольності обернено пропорційні значенню білості (кореляція становить -0,89), то відповідно найвищі значення зольності спостерігаються на системах II якості й вимелу (0,62-0,94 %).

Основними показниками якості борошна, що оцінюють білково-протеїназний комплекс та характеризують хлібопекарські властивості, є кількість і якість клейковини. Борошно, отримане на різних системах, мало неоднаковий хімічний склад і тому помітно різниться як за кількістю, так і за якістю клейковини. Так, на системах I якості драного й сортувального процесів спостерігались невисокі значення кількості клейковини від 19,5 % (I+II др.с.) до 28,0 % (III др.кр.с.) і від 23,8 % (1 шл.с.) до 28,4 % (2 шл.с.) з досить пружними структурно-механічними властивостями від 53 од. (сорт 1) до 69 од (III др.кр.с.), і від 46 од (1 р.др.с.) до 70 од (2 шл.с.), відповідно. Найвищі значення кількості клейковини з достатньо еластичними властивостями мали системи вимелу (IV др.с., Сорт.3, 5 р.с.) – 33,6-35,6 % за кількістю і від 80 до 86 од. за якістю.

Вміст білка на всіх системах має невисокі значення, що пов'язано з переробкою зерна з невисоким його вмістом. Найменший вміст мали системи першої якості від 8,7 % (III др. др.с.) до 10,7 % (3 р.с.), а найбільший – на системах вимелу від 10,2 % (Сх с.) до 12,2 % (5 р.с.). Такий розподіл вмісту білка за системами властивий і для заводів із розвиненою схемою технологічного процесу [10]. За показником седиментації найкращими хлібопекарськими властивостями володіли зразки борошна з таких систем: III др.др.с., III др.кр.с., Сорт 2, Сорт 3, 2 шл.с. – від 40 до 43 мл.

Число падіння, що характеризує амілолітичну активність борошна, зменшувалось від перших систем до останніх як у драному, так і в розмелювальному процесах. Однак значення числа падіння дещо зависокі, що доводить кліматичний вплив на амілолітичну активність. Так, на системах першої якості драного й сортувального процесів число падіння коливається в межах від 360 с (III др.кр.с.) до 438 с (сорт 1), а на драних системах вимелу – від 340 с (IV др. с.) до 353 с (сорт 3). Найменше значення числа падіння спостерігалось на 5 р.с. – 262 с., що доводить наявність оболонкових частинок зернівки, де найвища амілолітична активність.

## TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

При контролі роботи режимів здрібнювання на борошномельних заводах необхідно слідкувати за значенням пошкодженого крохмалю (ПК) і оптимізувати його, оскільки він може мати як позитивний, так і негативний вплив на хлібопекарські властивості борошна. Низькі значення ПК призводять до низьких значень ВПЗ і низький вихід хліба. Збільшення кількості ПК відповідно збільшує водопоглинальну здатність борошна. Проте надмірно високий рівень ПК веде до формування надто липкого тіста, великого періоду попереднього вистоювання і небажаного потемніння скоринки. Оптимальне значення ПК варіюється залежно від сфери використання борошна, і великою мірою залежить від вмісту білка в борошні, активності альфа-амілази і типу хліба, який випікають з цього борошна. Режимми роботи систем на драному, сортувальному, розмелювально-шліфувальному процесах є різними, внаслідок цього змінюється значення пошкодженого крохмалю. Так, на драних системах показник коливається в межах від 15,8 до 26,9 UCD, на сортувальних системах – від 14,9 UCD до 27,8 UCD, на шліфувальних і на розмелювальних – від 16,1 UCD до 26,3 UCD. Найменше значення ПК мали зразки з I+II др.с. (15,8 UCD), що характерно для перших драних систем, де найменший зазор між вальцевими верстатами. Найбільше значення спостерігалось на третій сортувальній системі – системі вимелу (27,8 UCD), на якій підприємство намагається досягти максимального вилучення борошна.

Значення ПК суттєво впливають на ВПЗ борошна, саме це показує значення водопоглинальної здатності потоків із заводу зі скороченою схемою (кореляційний зв'язок між ВПЗ і ПК дорівнює 0,7). Так, на системах, де вміст ПК найменший, і ВПЗ також є найменшою (I+II др.с.) – 51 %, а на третій сортувальній системі, де вміст ПК найбільший, значення ВПЗ також високе – 60 %. Найвище значення ВПЗ на 5 р.с., хоча і значення ПК оптимальне, але на цій системі найбільший вміст білка (12,2 %) і найбільший вміст оболонкових частинок (зольність – 0,94 %).

За результатами пробного лабораторного випікання, потоки борошна мали невисокі хлібопекарські властивості (рис. 1). На драних і сортувальних системах першої якості об'єм хліба коливався в межах від 380 до 410 см<sup>3</sup>, на драних і сортувальних системах вимелу – 410 см<sup>3</sup>, на шліфувальних і розмелювальних системах I від 380–460 см<sup>3</sup>, що характерно для борошна «середньої» сили [11]. Саме на цих системах спостерігаються найбільший вміст клейковини з помірно еластичними властивостями. Для розмелювальних систем вимелу характерні найгірші показники якості хліба – 350-390 см<sup>3</sup>, що властиво для «слабкого» борошна.

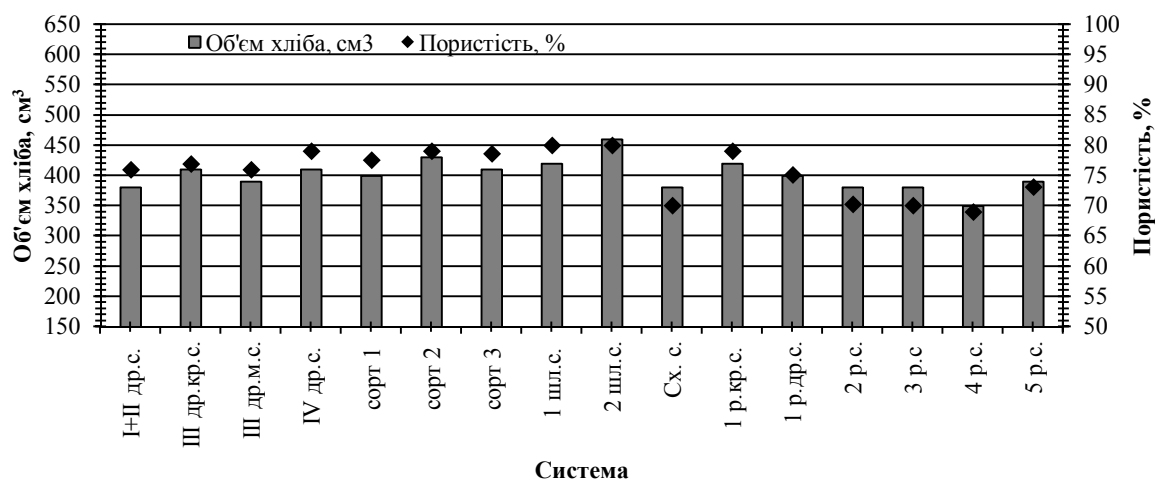


Рис. 1. Показники якості хліба з борошна на різних системах заводу зі скороченою схемою

Реологічні або фізичні властивості тіста, а саме його стійкість до механічного замісу, потребують детального вивчення через те, що від них значною мірою залежать основні результуючі показники хлібопекарської оцінки. Реологічні властивості тіста з усіх зразків борошна були визначені на приладі Міксолаб.

Міксограми зразків борошна із систем першої якості характеризуються низьким індексом ВПЗ (1-3), який залежить, по-перше, від наявності в борошні пентозанів, що містяться в алейроновому шарі й в оболонкових частинах, по-друге, від вмісту білка, чим вище вміст білка, тим вище значення ВПЗ, по-третє, від кількості пошкоджених крохмальних зерен, яка, в свою чергу залежить від режимів роботи вальцьових верстатів, особливо перших шліфувальних та розмелювальних систем. Низький індекс Замісу (1-3), який залежить від поведінки тіста під час замісу та від його стабільності, вказує на низьку стабільність тіста. Високе значення індексу Глютен+ (6-8) свідчить про міцні структурно-механічні властивості клейковини. Індекси В'язкості (6-8), Амїлази (6-8) та Ретроградації (6-8) мають високі значення, що характерно для борошна зі слабкою амїлолітичною активністю та сильним феноменом клейстеризації крохмалю.

Значення індексів для потоків борошна із систем вимелу мають протилежні значення. Так індекс ВПЗ має високе значення (6-9), що обумовлено наявністю великої кількості оболонкових частинок. Середні індекси Замісу (2-5) та Глютен+ (4-7) вказують на слабкіший клейковинний каркас і низьку стабільність тіста. Для індексів В'язкості (2-4) та Амїлази (1-4) характерні невисокі значення, що свідчить про дещо вищу амїлолітичну активність у порівнянні із системами першої якості.

Борошно вищого сорту цього заводу відповідає вимогам ГСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови» і мало такі показники якості: білість – 56 од., зольність – 0,55 %, кількість клейковини – 25,2 %, якість клейковини (ІДК) – 60 од. Зразок мав невисокий вміст білка – 10,9 %, середні значення седиментації – 34 мл, занижену амїлолітичну активність (ЧП) – 380 с, оптимальне значення пошкодженого крохмалю – 22,4 UCD та невисоку водопоглинальну здатність – 56 %. Встановлено, що цей зразок борошна мав середні хлібопекарські властивості, що підтверджується невисоким Індексом ВПЗ – 3, низьким Індексом Замісу – 2 та високим Індексом Глютен+ – 8 (рис. 2) та результатами пробної лабораторної випічки хліба: об'єм хліба – 400 см<sup>3</sup> з пористістю – 74 %. За органолептичними показниками хліб з даного борошна мав рівномірну але погано забарвлену скоринку з рівномірною пористістю, але з товстостінними порами.



Борошно вищого сорту

Рис. 2. Міксограма борошна вищого сорту

## TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

**Висновки відповідно до статті.** На заводі зі скороченою схемою технологічного процесу з Південного регіону встановлено, що:

1. На системах першої якості білість борошна вища в 1,5-2,5 рази, зольність нижча в 1,3-1,7 рази, кількість клейковини нижча в 1,1-1,3 рази, значення якості (ІДК) нижчі в 1,1-1,4 рази, значення числа падіння вищі в 1,2-1,3 рази, водопоглинальна здатність нижча в 1,1-1,2 рази в порівнянні з системами вимелу.

2. За показником пошкодженого крохмалю можна робити висновки про режими роботи систем. На цьому заводі встановлено, що в драному процесі режими роботи систем відповідають нормам, про що свідчить найменше значення ПК на I+II др.с. (15,8 UCD), що характерно для перших драних систем, де встановлюється найменший зазор між вальцевими верстатами. Також встановлено, що на сортувальних системах вимелу найбільше значення – 27,8 UCD, на якій підприємство намагається досягти максимального вилучення борошна, що може привести до зниження хлібопекарських властивостей борошна.

3. За результатами пробного лабораторного випікання, потоки борошна мали середні хлібопекарські властивості. На системах першої якості об'єм хліба і пористість були вищими в 1,1-1,2 рази з кращими органолептичними властивостями.

4. Борошно вищого сорту цього заводу відповідає вимогам ГСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови» і мало такі показники якості: білість – 56 од; зольність – 0,55 %; кількість клейковини – 25,2 %; якість клейковини (ІДК) – 60 од.; вміст білка – 10,9 %; значення седиментації – 34 мл; амілолітична активність (ЧП) – 380 с; значення ПК – 22,4 UCD; ВПЗ – 56 %; об'єм хліба – 400 см<sup>3</sup> та пористість – 74 %.

#### Список використаних джерел

1. Чеботарев О. Н. Технология муки, крупы и комбикормов. Москва: Март, 2004. 688 с.
2. Жигунов Д. А. Хлебопекарные показатели потоков муки при сортовом помоле пшеницы. *Харчова наука і технологія*. 2015. № 4. С. 50–55.
3. Кнопова С. И. Принципы классификации пшеничной муки. *Кондитерское производство*. 2002. № 2. С. 8–9.
4. Казаков Е. Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов. Санкт-Петербург: ГИОРД, 2005. 512 с.
5. Егоров Г. А. Управление технологическими свойствами зерна. Воронеж: Наука, 2000. 510 с.
6. Панкратов Г. Н. Научные основы совершенствования технологий мукомольного производства: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.01 / Московский государственный университет пищевых производств. Москва, 2001. 20 с.
7. Дудаев В. Г. Создание комплексной системы стабилизации качества. *Хлебопродукты*. 2000. № 9. С. 2–6.
8. Нецветаев, В. П., Лютенко О. В., Пашенко Л. С., Попкова Н. Н. Методы седиментации и оценка качества клейковины мягкой пшеницы. *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки*. 2009. № 2. С. 56–64.
9. Мерко І. Т., Моргун В.О. Наукові основи і технологія переробки зерна. Одеса: Друк, 2001. 348 с.
10. Zhygunov D., Kovalova V., Kovalov M., Donets A. Development of technological solutions for flour production with specified quality parameters. *Food science and technology*. 2018. Vol. 12, Issue 3. P. 71–80.
11. Лебеденко Т. Є., Пшенишнюк Г. Ф., Соколова Н. Ю. Технологія хлібопекарського виробництва. Київ: Освіта України, 2014. 392 с.

#### References

1. Chebotarev, O. N. (2004). *Tekhnologiya muki, krupy y kombykormov [Technology of flour, cereals and animal feed]*. Moscow: Mart [in Russian].
2. Zhygunov, D. A. (2015). Khlebopekarnye pokazately potokov muki pry sortovom pomole pshenytsy [Baking indicators of flour flows during wheat varietal milling]. *Kharchova nauka i tekhnolohiia – Food Science and Technology*, 4, 50–55 [in Russian].

3. Knopova, S. I. (2002). Printsipy klassifikatsii pshenichnoi muki [Wheat Flour Classification Principles]. *Kondyterskoe proizvodstvo – Confectionery*, 2, 8-9 [in Russian].
4. Kazakov, E. D. (2005). *Biokhimiia zerna i khlebobproduktov [Biochemistry of grain and bread products]*. St. Petersburg: HYORD [in Russian].
5. Egorov, H. A. (2000). *Upravlenie tekhnologicheskimi svoistvami zerna [Managing the technological properties of grain]*. Voronezh: Nauka [in Russian].
6. Pankratov, H. N. (2001). *Nauchnye osnovy sovershenstvovaniia tekhnologii mukomolnogo proizvodstva [Scientific basis for improving the technology of milling production]* (Doctor's thesis). Moscow State University of Food Production, Moscow [in Russian].
7. Dudaev, V. H. (2000). Sozdanie kompleksnoi sistemy stabilizatsii kachestva [Creating a comprehensive quality stabilization system]. *Khlebobproduktu – Bakery products*, 9, 2–6 [in Russian].
8. Neczvetaev, V. P. (2009). Metody sedymentatsii y ocenka kachestva klejkovyny myagkoj pshenyczy [Sedimentation methods and evaluation of the quality of soft wheat gluten]. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo unyversyteta. Serii: Estestvennye nauky – Scientific statements of Belgorod State University. Series: Natural Sciences*, 2, 56-64 [in Russian].
9. Merko, I. T. (2001). Naukovi osnovy i tekhnolohiia pererobky zerna [Scientific fundamentals and technology of grain processing]. Odesa: Druk [in Ukrainian].
10. Zhygunov, D., Kovalova, V., Kovalov, M., Donets, A. (2018). Development of technological solutions for flour production with specified quality parameters. *Food science and technology*, 12 (3), 71-80 [in English].
11. Lebedenko, T. E., Pshenyshniuk, H. F., Sokolova, N. Yu. (2014). Tekhnolohiia khlibopekarskoho vyrobnytstva [Baking production technology]. Kyiv: Osvita Ukrainy [in Ukrainian].

UDC 664.71-11:664.64.016

*Dmytro Zhygunov, Vasylyna Kovalova, Mikhailo Kovalov, Olena Korytnyuk*

## INDICATORS DETERMINATION OF INDIVIDUAL FLOWS QUALITY STREAMS FROM THE PLANT WITH THE REDUCED SCHEME OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS

**Urgency of the research.** *A promising innovation direction of the flour mill industry is the determination of the quality of individual flour streams at a plant with a reduced scheme of the technological process using international standards.*

**Target setting.** *The assessment of the quality of individual flour streams in low productivity mills makes it possible to analyze the efficiency of the work and the potential of the enterprise.*

**Actual scientific researches and issues analysis.** *Classical works and contemporary publications in domestic and foreign sources relevant to this problem are considered.*

**Uninvestigated parts of general matters defining.** *The literature does not contain information on the analysis of the quality indices of individual streams of flour from small mills of Ukraine using international standards.*

**The research objective.** *The purpose of the study is to determine the main indicators of flour quality and to determine the regularities of their changes at different stages of the technological process from the plant with the reduced scheme of the technological process.*

**The statement of basic materials.** *The article presents the results of the research of quality indicators of flour from different stages of the technological process at the plant with the reduced scheme of the technological process and shows the changes of indicators, depending on the system of technological process. It has been established that flours from first quality systems have the best technological properties, for reduction and sizing systems, the flour whiteness is from 54 units to 68 units, the ash content of these flows is the lowest – from 0.45 % to 0.54 %. The amount of gluten in the break and sorting systems ranges from 19.5 % to 35.6 %, reduction and sizing systems – from 23.8 % to 33.6 %, and the quality of gluten (IDG) has almost the same properties as on reduction and sizing systems, and on break and sorting systems – from 53 unit. up to 86 unit. The indicator of flour sedimentation has high values in break systems, sorting systems – from 38 ml to 44 ml due to the high content of gluten in these systems.*

**Conclusions.** *According to the results of the test laboratory baking, flour streams had low baking properties. On the first quality break and sorting systems, bread volume ranged from 380 cm<sup>3</sup> to 410 cm<sup>3</sup>, on break and sorting systems of the tailing systems – 410 cm<sup>3</sup>, on reduction and sizing systems of the first from 380 to 460 cm<sup>3</sup>. In the article for the first time an analysis of the amount of damaged starch flour streams with the use of the SDmatic device on a mill with a reduced scheme of the technological process was conducted. Research results can be used by flour-milling plants to stabilize the quality of finished products.*

**Keywords:** *flour; technological process; gluten; whiteness; ash content; sedimentation; damaged starch; water absorption capacity.*

*Fig.: 2. References: 11.*



**Жигунов Дмитро Олександрович** – доктор технічних наук, завідувач кафедри технології переробки зерна, Одеська національна академія харчових технологій (вул. Канатна, 112, Одеса, 65039, Україна).

**Zhygunov Dmytro** – Doctor of Technical Sciences, Head of Department of Technology of Grain Processing, Odessa National Academy of Food Technologies (112 Kanatna Str., 65039 Odessa, Ukraine).

**E-mail:** tpz.onaft@gmail.com

**Scopus Author ID:** 55820666600

**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-9435-2266>

**ResearcherID:** D-1372-2015

**Ковальова Василина Петрівна** – аспірант кафедри технології переробки зерна, Одеська національна академія харчових технологій (вул. Канатна, 112, Одеса, 65039, Україна).

**Kovalova Vasylyna** – PhD student Technology of Grain Processing, Odessa National Academy of Food Technologies (112 Kanatna Str., 65039 Odessa, Ukraine).

**E-mail:** k.vasilisa@ukr.net

**ORCID:** <http://orcid.org/0000-0003-2270-1337>

**ResearcherID:** D-7510-2016

**Ковальов Михайло Олександрович** – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри технології переробки зерна, Одеська національна академія харчових технологій (вул. Канатна, 112, Одеса, 65039, Україна).

**Kovalov Mikhailo** – PhD in Technical Sciences, Senior Lecturer of Technology of Grain Processing, Odessa National Academy of Food Technologies (112 Kanatna Str., 65039 Odessa, Ukraine).

**E-mail:** mak2111@ukr.net

**Коритнюк Олена Володимирівна** – начальник відділу продажу (Обладнання контролю агропродукції) ТОВ «СокТрейд».

**Korytnyuk Olena** – Head of sales department (Equipment for agricultural products control) LLC SocTrade.

**E-mail:** e.korytnyuk@soctrade.in.ua