



УДК [633.11:664.236 – 021.465] : 544.016

Д.О. ЖИГУНОВ, д-р техн. наук, доцент,
 М.О. КОВАЛЬОВ, канд. техн. наук, ст. викладач, В.П. КОВАЛЬОВА, аспірант
 Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса



ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕВАГ І НЕДОЛІКІВ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ КЛЕЙКОВИНИ АВТОМАТИЗОВАНИМ І РУЧНИМ СПОСОБОМ

Анотація

Товарне зерно пшениці класифікується за різними ознаками, нормами якості та системами його оцінки, прийнятими і чинними в конкретній країні. Універсальних класифікацій зерна не існує, тому визначальними є показники якості. Одним з показників якості зерна пшениці в Україні, що визначає його хлібопекарські властивості і зумовлює клас пшениці, є кількість і якість клейковини. На даний момент, користуються декількома стандартами для визначення кількості і якості клейковини, тому виникає потреба в їх порівнянні для встановлення співвідносності.

В статті проведено порівняльний аналіз методів визначення кількості і якості клейковини за двома діючими стандартами: ГОСТ 13586-68 «Зерно. Метод визначення кількості і якості клейковини в пшениці» і ДСТУ ISO 21415-2:2009 «Пшениця та пшеничне борошно. Визначення вмісту клейковини. Частина 2. Визначення вмісту сирової клейковини механічним способом». Згідно ДСТУ ISO 21415-2:2009 не передбачено визначення якості клейковини, але порівняння методів її визначення проводилося для двох стандартів за методикою ГОСТ 13586-68.

Встановлені основні відмінності між стандартами, що можуть впливати на результати, а саме: спосіб відмивання клейковини (ручний і автоматизований), різна рідина для замішування тіста (вода та сольовий розчин), наявність та відсутність часу витримування (ферментації) тіста.

Для досліджень були обрані 80 зразків зерна одного року врожаю, вирощеного в Південних регіонах нашої країни, з різною кількістю клейковини і різною її якістю. Встановлено, що зі збільшенням кількості клейковини від 18...20 до 28...30 % її значення за ДСТУ ISO 21415-2:2006 менше ніж за ГОСТ 13586-68 на 1,5...2,0 та 3,0...4,0 %, відповідно. Значення показника ІДК при відмиванні за ДСТУ ISO 21415-2:2006 для сильної клейковини співпадають або менше на 3...5 ум.од. ніж за ГОСТ 13586-68, для слабкої клейковини – менше на 5...10 ум.од.

Встановлено, що тривалість ферментації істотно впливає на визначення кількості і якості клейковини. При відсутності тривалості витримування тіста значення як кількості, так і якості клейковини значно відрізняються від даних показників, отриманих за ГОСТ 13586-68, в якому передбачено 20-хвилинне відлежування сформованої кульки клейковини. Проте, збільшення тривалості витримування тіста до 30 хв. на показники кількості та якості клейковини не впливає. Таким чином підтверджено, що оптимальним часом відлежування клейковини є 20 хв. ферментації.

Ключові слова: зерно, пшениця, кількість клейковини, якість клейковини, методи визначення клейковини, система Глютоматик.

З давніх пір, велике значення відводять зерновим культурам, які є основним продуктом харчування більшості людей земного шару. Для слов'янського народу основною культурою завжди була пшениця. «Хліб – всьому голова» – твердили наші пращури. Пшеничний хліб відрізняється пористим, пружним і еластичним м'якушем і володіє високою харчовою цінністю, тому користується великим попитом. У зв'язку з цим виникає потреба в збільшенні врожайності пшениці і покращення її якості. Вирішенню даної проблеми присвячено багато праць видатних вчених [1].

Особливої цінності пшеничному хлібу надає своєрідний білковий комплекс, нерозчинний у воді, що має назву клейковина. З тих пір, як люди навчилися готувати пшеничний хліб, відомо, що при замісі пшеничної муки з водою утворюється пружне, зв'язне і еластичне тісто [2]. Однак тільки в 1728 р. італійський вчений Бекарі виділив з пшеничного тіста шляхом відмивання водою від крохмалю і висівок зв'язну, еластичну і пружну масу білкової природи, яка отримала назву клейковина. За минувші с тих пір майже два століття, вивченню клейковини було присвячено багато літературних робіт, що не є дивним, якщо прийняти до уваги велике значення клейковини як цінної складової частини пшеничного зерна [1].

В нашій країні клейковина є головним показником визначення хлібопекарських властивостей зерна. Визначення її кількості проводять ручним способом за методикою, описаною в ГОСТ 13586-68, що був регламентований ще в 1968 році. У 2009 в Україні також став чинним міжнародний стандарт, ДСТУ ISO 21415-2:2009. Наявність двох діючих стандартів за визначенням одного і того ж показника спонукає до проведення аналізів з визначення кількості і якості клейковини і порівняння отриманих результатів [2].

Для визначення кількості і якості клейковини за стандартом ГОСТ 13586-68 передбачена наступна методика. В наважку здрібненого зерна до необхідної крупності (прохід капронового сита № 38) масою 25 г додають 14 мл водопровідної води температурою 18±2 С і замішують в лабораторній тістомісилці, після чого формують кульку, яку кладуть в ступку і закривають кришкою на 20 хв. За перебігом часу, відмивання клейковини відбувається під слабким струменем води температурою 18±2 С до повного відмивання висівок і крохмалю з подальшим визначенням її пружності на приладі ВДК [4]. За даним методом інтенсивність і термін відмивання не встановлено, а визначається оператором, завершення відмивання перевіряється за наявності "каламутності" [3,4]. Приблизний термін відмивання складає 20-25хв.



Відмивання клейковини згідно з ДСТУ ISO 21415-2:2006 проводиться на приладі Глютоматик в 2%-му розчині NaCl. В наважку масою 10 г дозатором додають 4,8 мл сольового розчину температурою 22 ± 2 С. Після цього автоматична система Глютоматик починає відмивання клейковини в 3 етапи. Кожний етап має регламентований час: I етап – 20 с, II етап – 2 хв, III етап – 3 хв. На першому етапі відбувається замішування тіста, на другому етапі з тіста відмивається крохмаль, а на третьому етапі проходить відмивання висівок з клейковини. Після закінчення етапів відмивання, сиру клейковину поміщають в центрифугу для вивільнення води, час центрифугування складає 60 с. Про якість клейковини судять за показником Глютен-індекс. Процес повністю автоматизований, виключає дію людського фактору на результат та має чітке визначення кінця відмивання. В табл. 1 представлені основні відмінності діючих в

Україні стандартів визначення кількості і якості клейковини [5].

Ряд відмінностей між даними стандартами, такі як: спосіб (ручний або механізований) та умови (відмивання вода чи сольовий розчин), температура води чи розчину, маса наважки, тривалість аналізу, можуть суттєво вплинути на кінцевий результат. Тому метою нашого дослідження було провести порівняння значень показників, отриманих за двома методами: ГОСТ 13586-68 та ДСТУ ISO 21415-2:2009. Для аналізу було обрано 80-ть зразків пшениці, вирощеної в Південних регіонах України. Технологічні властивості зерна обраних зразків відповідали вимогам продовольчого зерна. Такий показник, як склоподібність, коливався в межах 45...75 %, об'ємна маса – 765...815 г/л, при цьому вміст білка склав 10,5...14,5 % та пошкодженість клопом-черепашкою – не більше 7 %.

Таблиця 1 – Основні відмінності різних методів відмивання клейковини

| Характеристика | ГОСТ 13586-68 (метод 1) | ДСТУ ISO 21415-2:2009 (метод 2) |
|--|---|---|
| Спосіб відмивання | ручний | механізований |
| Рідина для замішування тіста та відмивання клейковини | водопровідна вода | сольовий розчин NaCl (20 г/л) |
| Температура рідини, С | 18 ± 2 | 22 ± 2 |
| Маса наважки, г | 25 | 10 |
| Об'єм розчину для замішування, мл | 14 | 4,8 |
| Об'єм розчину для замішування в перерахунку на 100 г, мл | 56 | 48 |
| Тривалість замісу, с | не довше 60 | 20 |
| Тривалість витримання, хв. | 20 | без витримання |
| Умови промивання | ручне промивання під слабким струменем води над густим капроновим ситом | автоматична подача розчину зі швидкістю 50-56 мл/хв |
| Виділення нез'язної води | ручне | механічне |
| Прилад для визначення якості клейковини | прилад ВДК | центрифуга |
| Визначення якості клейковини | показник ІДК | Глютен-індекс |
| Тривалість аналізу, хв. | 50-60 | 8-10 |

Таблиця 2 – Усереднені значення показників клейковини в досліджуваних зразках за групами в залежності від її кількості (N=80)

| Група | Діапазон | Кількість зразків | K_1 , % | K_2 , % | $\frac{\min \dots \max}{(K_1 - K_2)_{\min \dots \max}}$, % | $\frac{\text{сеп.}}{(K_1 - K_2)_{\text{сеп.}}}$, % |
|------------------|--------------|-------------------|-----------|-----------|---|---|
| 1 | <20,0% | 10 | 18,6 | 16,9 | 0,8...2,3 | 1,7 |
| 2 | 20,0...21,9% | 19 | 21,0 | 19,9 | 0,4...2,5 | 1,1 |
| 3 | 22,0...23,9% | 20 | 22,9 | 21,6 | -0,5...3,7 | 1,7 |
| 4 | 24,0...25,9% | 20 | 24,5 | 22,7 | 0,1...3,2 | 1,8 |
| 5 | 26,0...27,9% | 8 | 26,7 | 25,0 | 0,5...3,1 | 1,7 |
| 6 | >28,0% | 3 | 30,5 | 26,5 | 2,6...5,4 | 4,0 |
| Середнє значення | | 80 | 24,0 | 22,1 | 0,7...3,4 | 1,9 |

K_1 , K_2 – кількість клейковини, визначеної за ГОСТ 13586-68 і за ДСТУ ISO 21415-2, відповідно



Визначення індексу деформації клейковини непередбачено міжнародним стандартом, але для порівняння результатів отриманих за двома методами, якість клейковини за ДСТУ ISO 21415-2:2009 визначали на приладі ВДК [4]. Результати порівнянь кількості і якості клейковини, визначеної різними методами, представлені в табл. 2, 3 і рис. 1, 2.

Для статистичного аналізу зразки зерна були розділені на групи за кількістю клейковини. Більшість досліджених зразків (74 %) знаходилась в діапазоні 20,0...25,9 % клейковини. В даному діапазоні розбіжність в визначеннях між ГОСТ 13586-68 та ДСТУ ISO 21415-2:2009 мінімальна – від +0,1 до +3,7%, в середньому – +1,6 %. Максимальна розбіжність в методах зафіксована в діапазоні більше 28,0 %. Взагалі, простежується залежність, що зі збільшенням кількості клейковини, збільшується розбіжність. При високих значеннях кількості клейковини розбіжність між ГОСТ 13586-68 та ДСТУ ISO 21415-2:2009 досягає +2,6...5,4 %. Таким чином, при порівнянні двох методів, встановлено, що кількість клейковини за ГОСТ 13586-68 в середньому більша на 1,9 %.

За результатами розділення на групи за якістю клейковини встановлено, що найбільша кількість досліджуваних зразків пшениці (26 з 80) зосереджена в діапазоні 70...79 ум.од. та в діапазоні 80...89 ум.од.

(23 з 60). Найменша розбіжність при визначенні якості клейковини за двома стандартами на приладі ВДК-3М спостерігається в першому діапазоні 50...69 ум.од. і дорівнює в середньому 1 ум.од. при коливанні від -1 до 7 ум.од. Зі збільшенням показника ІДК збільшується розбіжність в його визначеннях. Так, в діапазоні 90...100 ум.од. середня розбіжність між ГОСТ 13586-68 та ДСТУ ISO 21415-2:2009 складає 15...19 ум.од.

На рисунках 1 і 2 наведено графіки залежності кількості та якості клейковини за різними методами відмивання, які вказують на те, що зі збільшенням вмісту клейковини та показника ІДК, розбіжність в аналізах також зростає.

Такі неоднозначні результати пов'язані зі способом відмивання та різними умовами. Наявність часу ферментації сформованої кульки після замішування за ГОСТ 13586-68 дає можливість протеолітичним ферментам вступити в дію і протягом 20 хв. утворити клейковину. Проточне промивання практично ще несформованого тіста розчином солі вимиває легкорозчинні ферменти на самому початку відмивання клейковини. Відсутність часу ферментації тіста не дозволяє протеолітичним ферментам розщепити білок до утворення вільних амінокислот, які, в свою чергу, беруть участь в утворенні клейковини.

Таблиця 3 – Усереднені значення показників клейковини в досліджуваних зразках за групами в залежності від її якості (N=80)

| Група | Діапазон | Кількість зразків | I ₁ , ум.од. | I ₂ , ум.од. | min...max, ум.од. (I ₁ -I ₂) min...max | сеп, ум.од. (I ₁ -I ₂) _{сеп.} |
|------------------|-----------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|--|---|
| 1 | 50...69 ум.од. | 18 | 62 | 61 | -1...7 | 1 |
| 2 | 70...79 ум.од. | 26 | 74 | 72 | -7...10 | 2 |
| 3 | 80...89 ум.од. | 23 | 82 | 76 | -5...12 | 6 |
| 4 | 90...100 ум.од. | 16 | 94 | 87 | -3...19 | 7 |
| 5 | >100 ум.од. | 3 | 112 | 101 | 7...13 | 11 |
| Середнє значення | | 80 | 85 | 79 | -3...12 | 5 |

I₁, I₂ – якість клейковини (показник ІДК), визначеної за ГОСТ 13586-68 і за ДСТУ ISO 21415-2:2009, відповідно

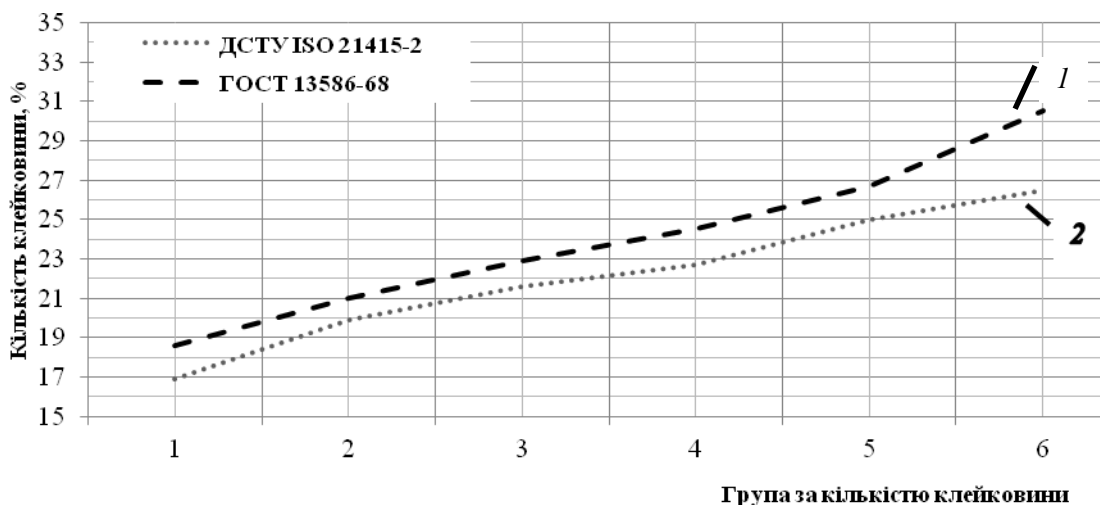
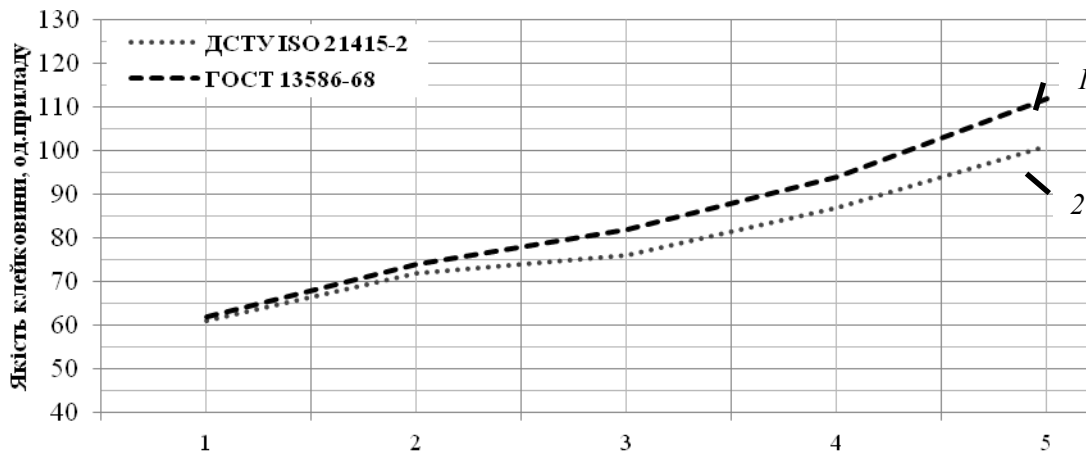


Рис. 1 – Кількість клейковини, відмитої за: 1 – ГОСТ 13586-68; 2 – ДСТУ ISO 21415-2:2009



Група за якістю клейковини

Рис. 2 – Якість клейковини, відмитої за: 1 – ГОСТ 13586-68; 2 – ДСТУ ISO 21415-2:2009

Відомо, що щільність структури білкових речовин обумовлена наявністю дисульфідних, сульфгідрильних та водневих зв'язків. Чим більше таких зв'язків, тим щільніше структура білків і тим «сильніше» клейковина. Амінокислота цистеїн в своєму складі має сульфгідрильну (SH-) групу. При окисненні двох SH-груп утворюються дисульфідні (-S=S-) зв'язки – містки, які можуть «скріплювати» різні ділянки однієї молекули, утворюючи внутрішньомолекулярні і міжмолекулярні зв'язки. Саме наявність таких зв'язків обумовлює збільшення розбіжності між визначеннями як кількості клейковини, так і її якості за показником ІДК при визначенні клейковини різними методами.

Для встановлення залежності кількості клейковини від наявності і тривалості часу ферментації

тіста були проведені додаткові дослідження. В трьох зразках зерна №1, 2, 3 з кількістю клейковини 22,7, 22,0, 25,0 % та майже однаковим показником якості ІДК – 75, 72, 78 ум.од., відповідно, були визначені кількість і якість клейковини за методикою ГОСТ 13586-68, але зі зміною тривалості ферментації: 0, 10, 20 і 30 хв. Результати отриманих даних наведені в табл. 4 і на рис. 3, 4.

При аналізі наведених даних видно, що при відсутності ферментації кількість клейковини на 3,5-5,0 % менше ніж при тривалості ферментації згідно стандарту (20 хв.). Це вказує на те, що клейковина не встигає сформуватись в повній мірі. При збільшенні тривалості ферментації до 30 хв. результати майже однакові, тобто 20 хв. відлежування можна вважати оптимальним.

Таблиця 4 – Вплив тривалості ферментації на кількість і якість клейковини

| № зразка | Тривалість ферментації | | | | | | | |
|----------|------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|
| | 0 хв. | | 10 хв. | | 20 хв. (ГОСТ 13586-68) | | 30 хв. | |
| | K ₀ ,% | I ₀ , ум.од. | K ₁₀ ,% | I ₁₀ , ум.од. | K ₂₀ ,% | I ₂₀ , ум.од. | K ₃₀ ,% | I ₃₀ , ум.од. |
| 1 | 18,4 | 63 | 19,6 | 66 | 22,7 | 75 | 22,6 | 76 |
| 2 | 19,1 | 64 | 20,3 | 71 | 22,0 | 72 | 22,2 | 73 |
| 3 | 19,8 | 72 | 23,6 | 73 | 25,2 | 78 | 25,8 | 76 |

K₀, K₁₀, K₂₀, K₃₀ – кількість клейковини при тривалості ферментації в 0, 10, 20, 30 хв. відповідно;
I₀, I₁₀, I₂₀, I₃₀ – якість клейковини при тривалості ферментації в 0, 10, 20, 30 хв. відповідно

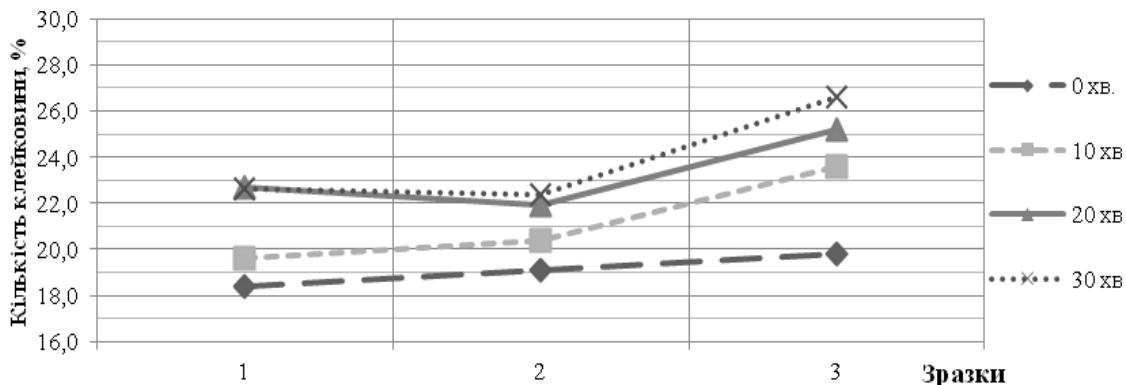


Рис. 3 – Вплив тривалості ферментації на кількість клейковини

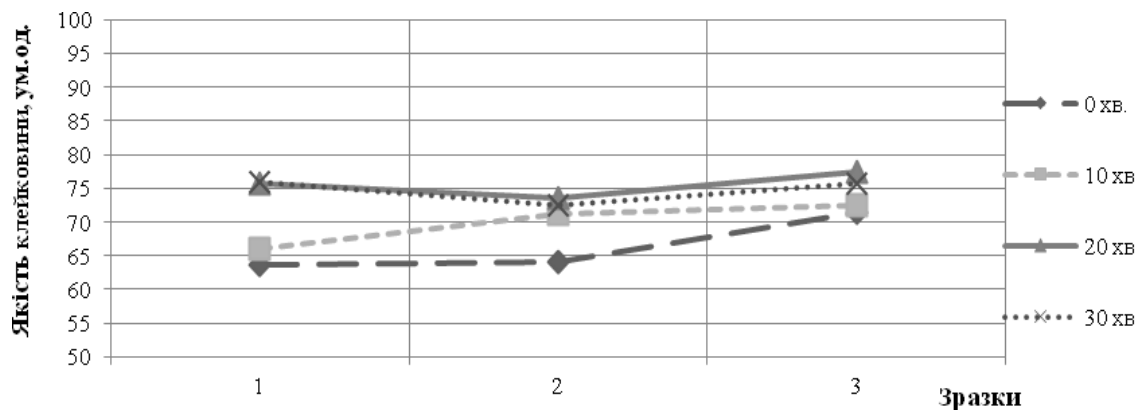


Рис. 4 – Вплив тривалості ферментації на якість клейковини

Аналогічні данні отриманні і для показника якості клейковини. Так, при відсутності ферментації показник ІДК був найнижчим, а при збільшенні тривалості ферментації від 0 до 20 хв. якість клейковини змінювалась (клейковина розслаблялась) в середньому на 7-10 ум. од. При збільшенні тривалості ферментації до 30 хв. якість клейковини, так як і її кількість, практично не змінювалась.

Крім часу ферментації, важливу роль в визначенні показників клейковини відіграє розчин, в якому проводиться відмивання. Як було зазначено в табл. 1, методика за ГОСТ 13586-68 передбачає використання водопровідної води, але жорсткість води не контролюється, хоча в кожному регіоні країни вода відрізняється за якістю. Метод ДСТУ ISO 21415-2 передбачає використання 2 %-го розчину солі. Але в Україні існує велика проблема з пошкодженням зерна в період його молочного дозрівання клопом-черепашкою. Клоп, проколюючи зерно, пускає протеолітичні ферменти, які впливають на білково-протеїназний комплекс зерна. Після дозрівання зерна при високому його пошкодженні клопом-черепашкою знижується пружність клейковини і збільшується її розтяжність [6,7]. Сольовий розчин збільшує пружність клейковини, тому використання методів з застосуванням солі в нашій країні може дати недостовірні результати при оцінці хлібопекарських властивостей зерна.

Найвагомішою відмінністю між цими двома методами є сам спосіб відмивання: ручний, що проводиться операторами різної кваліфікації, і автоматизований – на системі Глютоматик, де вплив людського фактору мінімізований. Це є найголовнішою пере-

вагою при визначенні кількості клейковини за міжнародним стандартом. До того ж прилад проводить відмивання в двох паралелях одночасно.

На сьогодні, крім цих двох стандартів, існують і інші обґрунтовані і необґрунтовані методи визначення кількості і якості клейковини, які також потребують уваги і, можливо, більш детальних досліджень.

Висновки

Встановлено, що зі збільшенням кількості клейковини від 18...20 до 28...30 % її значення за ДСТУ ISO 21415-2:2006 менше ніж за ГОСТ 13586-68 на 1,5...2,0 та 3,0...4,0 %, відповідно. Значення показника ІДК при відмиванні за ДСТУ ISO 21415-2:2006 для сильної клейковини співпадають або менше на 3-5 ум.од. ніж за ГОСТ 13586-68, для слабкої клейковини – менше на 5-10 ум.од.

Доведено, що тривалість ферментації впливає на кількість та якість клейковини. Так кількість клейковини при відсутності її ферментації на 3,5...5,0 % менше ніж при тривалості ферментації згідно стандарту (20 хв.), а показник ІДК на 7...10 ум. од. менше, тобто клейковина міцніше.

Підтверджено, що оптимальна тривалість ферментації для формування клейковини в повній мірі складає 20 хв.

Проаналізувавши недоліки і переваги методів визначення кількості клейковини за двома стандартами, виникає необхідність в розробці нового методу, який буде максимально враховувати всі недоліки розглянутих стандартів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вакар, А.Б. Клейковина пшениці [Текст] / А.Б. Вакар. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 252 с.
2. Жигунов, Д.А. Взаимосвязь показателей качества зерна и муки // *Хлебопродукты*. – 2013. – №10 – С. 64-65.
3. Порівняйте два методи і ГОСТи (13586 та ISO 21415-1) визначення вмісту клейковини в зерні та борошні пшениці шляхом ручного відмивання / О.І. Рибалка, Л.С. Лифенко, М.В. Червоніс і др. // *Зерно і хліб*. – 2007. – №4. – С. 31-32.
4. Переваги і недоліки різних методів відмивання клейковини / Ф.О. Попереля, І.Г. Топораши, А.М. Хейфець і др. // *Хранение и переработка зерна*. – 2002. – № 8 (38). – С. 40-43.
5. Оносова, І.А. Особливості визначення показників клейковини зерна пшениці різними методами // *Товарознавство та інновації* – 2012. – №4 – С 258-262.
6. Попереля, Ф.О. Клоп-черепашка проти клейковини. / Ф.О. Попереля, І.Г. Топораши, В.О. Моргуни // *Зерно і хліб*. – 2001. – № 2. – С. 26.
7. Kenneth, J. V. *Characterization of cereals and flours. Properties, analysis and applications*. – N.Y., Rutgers University, 2003. – 547 p.

D. ZHYGUNOV, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, M. KOVALOV, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, V. KOVALOVA, post-graduate student
Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa

STUDY OF ADVANTAGES AND SLEEVES IN DETERMINING GLUTEN BY AUTOMATED AND MANUAL MODE

Abstract

Wheat commodity is classified according to various features, norms of quality and systems of its evaluation, accepted and valid in a particular country. Quality indicators are crucial, since there are no universal grain classifications. The quantity and quality of gluten is one of the indicators of the quality (qualities indicators) of wheat grain in Ukraine, which determines its baking quality and determines the class of wheat. At the moment, use several standards to determine the quantity and quality of gluten, so to establish their correlation need to compare them.

In the article a comparison analysis of methods for determining the quantity and quality of gluten is carried out according to two current standards: GOST 13586-68 "Grain. Method for determining the quantity and quality of gluten in wheat" and DSTU ISO 21415-2: 2009 "Wheat and wheat flour. Determination of gluten content. Part 2: Determination of wet gluten by mechanical means". Determination of gluten quality according to DSTU ISO 21415-2: 2009 is not provided, but its determination was made for two standards according to the method GOST 13586-68.

The main differences between the standards that affect the results are established: the method of washing gluten (manual and automated), a different liquid for mixing the dough (water and saline solution), the presence and absence of the duration of fermentation.

For research, 80 samples of grain with different amounts and quality of gluten were selected, one year of harvest was grown in the Southern regions of our country. It was established that with an increase in the amount of gluten from 18...20 to 28...30 % of its value according to DSTU ISO 21415-2: 2006 less than GOST 13586-68 at 1.5...2.0 and 3.0...4.0 %, respectively. The value of the GDI (gluten deformation index) indicator, as determined by DSTU ISO 21415-2: 2006 for strong gluten, is the same or less by 3...5 units than by GOST 13586-68, for weak gluten – less than 5...10 units.

It has been established that the duration of fermentation significantly influences the determination of the quantity and quality of gluten. In the absence of the maintenance of the dough, the value of the quantity and quality of gluten significantly different from the data obtained in accordance with GOST 13586-68, which provides a 20-minute detachment of the formed gluten ball. However, increasing the duration of the dough until 30 minutes does not affect the quantity and quality of gluten. Thus, it has been confirmed that the optimum time for gluten fermentation is 20 minutes of fermentation.

Key words: grain, wheat, quantity of gluten, quality of gluten, gluten determination methods, Glutomatic system.

REFERENCES

1. Vakar A.B. Kleykovina pshenitsy [Tekst] / A.B. Vakar. – M.: Izd-vo AN SSSR, 1961. – 252 с.
2. Zhygunov, D.A. Vzaimosvyaz' pokazately kachestva zerna i muki // Khleboprodukty. – 2013. – №10 – S. 64-65.
3. Porivnyayte dva metodi i GOSTi (13586 ta ISO 21415-1) viznachennya vmistu kleykovini v zerni ta boroshni pshenitsi shlyakhom ruchnogo vidmivannya /O.І.Ribalka, L.S.Lifenko, M.V.Chervonis i dr.// Zerno i khlib. – 2007. - №4. – S. 31-32.
4. Perevagi i nedoliki riznikh metodiv vidmivannya kleykovini / F.O. Poperehlya, I.G. Toporash, A.M. Kheyfets'i dr.// Khraneniye i pererabotka zerna. – 2002. – № 8 (38). – S. 40-43.
5. Onosova, I.A. Osoblivosti viznachennya pokaznikov kleykovini zerna pshenitsi rizmimi metodami // Tovaroznavstvo ta innovatsii – 2012. – №4 – S 258-262.
6. Poperehlya, F.O. Klop-cherepashka proti kleykovini. /F.O.Poperehlya, I.G.Toporash, V.O.Morgun // Zerno i khlib. – 2001. – № 2. – S. 26.
7. Kenneth, J. B. Characterization of cereals an dflours. Properties, analysis and applications. – N.Y., Rutgers University, 2003. – 547 p.

Надійшла 10.07.2017. До друку 18.04.2017

Адреса для переписки:
вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039

