

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ І АПАРАТІВ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

DOI : 10.33274/2079-4827-2024-49-2-47-54

УДК (664.761:658.562):535.65.08(045)

Цвіркун Л. О., канд. пед. наук

Омельченко О. В., канд. техн. наук

Шляхов М. В., здобувач ОС магістра

Гаврилов О. О., здобувач ОС бакалавра

Шилін А. С., здобувач ОС бакалавра

Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського (м. Кривий Ріг, Україна), e-mail: cvirkun@donnuet.edu.ua.

ДОСЛІДЖЕННЯ БОРОШИНА ЗА ДОПОМОГОЮ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ КОЛЬОРУ

УДК (664.761:658.562):535.65.08(045)

Tsvirkun L. A., PhD in Pedagogical sciences

Omelchenko O. V., PhD in Engineering sciences

Shlyakhov M. V., a graduate of a master's degree

Gavrilov O. O., a graduate of a bachelor degree

Shilin A. S., a graduate of a bachelor degree

Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky, Kryvyi Rig, Ukraine, e-mail: cvirkun@donnuet.edu.ua.

FLOUR TESTING WITH COLOUR MEASURING EQUIPMENT

Мета. Метою статті є дослідження борошна за допомогою обладнання для вимірювання кольору.

Методи. У роботі для дослідження якості борошна за допомогою вимірювання кольору застосовано триколірний колориметр.

Результати. Зазначено, що у всьому світі пшениця і рис є найважливішими культурами, бо на них припадає понад 50% світового виробництва зернових. Пшениця є важливою зерновою культурою, яка має величезне значення з точки зору продовольства. Цільне зерно є чудовим джерелом складних вуглеводів, харчових волокон, а також різних вітамінів і мінералів, що робить його цінною продовольчою культурою для споживання. Борошно є найбільш широко використовуваною формою переробки зерна, оскільки більшість виробів на основі борошна виготовляються з його використанням. Тому оцінка якості борошна за допомогою різних методів вимірювання є необхідною для отримання якісної сировини. Розглянуто методи випробування пшениці на якість, а саме: вміст вологи, вміст мінеральних речовин, вміст білка тощо. Вважається, що борошно є одним із найбільш часто використовуваних харчових інгредієнтів для багатьох різних продуктів: хліб, печиво, локишина тощо. Борошно перемелене з пшениці дає багато видів і його якість часто асоціюється з кольором. Колір борошна можна оцінити якщо виміряти його яскравість і жовтизну. На яскравість впливає вміст висівків і процес помелу, а жовтизна борошна пов'язана з каротиноїдними пігментами пшениці. Колір борошна може впливати на колір готового продукту. Борошно яскраво-білого кольору більш бажане для багатьох виробів. Колір борошна визначають шляхом вимірювання білизни зразка борошна. Зазначено, що традиційно колір борошна оцінюють візуально. Метод є суб'єктивним, оскільки сприйняття кольору

відрізняється у різних людей, а також навколишній колір і умови освітлення можуть впливати на колірне судження. Досліджено три зразка борошна за допомогою вимірювача кольору: біле, кукурудзяне, житнє. Результати кольору трьох сортів борошна було отримано у вигляді 3-вимірних значень кольорів на основі стандартної шкали оцінювання: значення L^* білизна (100 білий, 0 чорний); значення a^* позитивні значення +60 (червоний колір), негативні значення – 60 (зелений колір); значення b^* позитивні значення +60 (жовтий колір), негативні значення – 60 (синій колір). Інтерпретовано результати дослідження: біле борошно ($L^* +92,5$ білизни, $a^* - 2,4$ зеленого кольору, $b^* +6,9$ жовтого кольору); кукурудзяне борошно ($L^* +72$ білизни, $a^* - 6,5$ червоного кольору, $b^* +54$ жовтого кольору); житнє борошно ($L^* +63$ білизни, $a^* - 6,8$ червоного кольору, $b^* +22,1$ жовтого кольору).

Ключові слова: пшениця, борошно, колір, методи випробування пшениці на якість, вимірювання, харчова цінність, помел, вологість.

Постановка проблеми. У всьому світі пшениця і рис є найважливішими культурами, бо на них припадає понад 50% світового виробництва зернових. Пшениця є важливою зерновою культурою, яка має величезне значення з точки зору продовольства. Протягом тисячоліть люди широко споживали пшеницю і більше половини населення світу значною мірою залежить від неї, як основного джерела білків і вуглеводів. Злакова культура відіграє значну роль у формуванні людської цивілізації та залишається невід'ємною частиною нашого повсякденного життя як джерела їжі [1, 2, 3]. Пшениця є переважаючим видом, що культивується в усьому світі та служить основним джерелом борошна для виробництва хліба, макаронних виробів та інших хлібобулочних виробів. Особливо цільне зерно пшениці є чудовим джерелом складних вуглеводів, харчових волокон, а також різних вітамінів і мінералів, що робить його цінною продовольчою культурою для споживання. Борошно є найбільш широко використовуваною формою переробки зерна, оскільки більшість виробів виготовляються з його використанням.

Пшеничне борошно виготовляється шляхом помелу. Помел – це процес, який використовується для подрібнення зерен злаків. Мета помелу полягає в тому, щоб відокремити різні частини зерна пшениці та зменшити їх розмір. Протягом багатьох років з'явилися різні техніки, з-поміж яких роликве фрезерування та циліндричне фрезерування, яке використовується найчастіше через його високу продуктивність [4]. Проте якість борошна може змінюватися залежно від багатьох чинників. Тому оцінка якості борошна за допомогою різних методів вимірювання є необхідною для отримання якісної сировини.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. На сьогодні застосовується багато методів випробування пшениці на якість, а саме: вміст вологи, вміст мінеральних речовин, вміст білка тощо.

1. Вміст вологи є важливим показником якості борошна, оскільки вологість необхідно регулювати перед помелом. Пшениця або борошно з високим вмістом вологи (понад 14,5%) приваблюють цвіль та бактерії, які сприяють псуванню сировини у процесі зберігання [5]. Пшениця з низьким вмістом вологи більш стійка при зберіганні. Вологість може бути показником економічності при помелі. Однак, пшениця із занадто низькою вологістю вимагає спеціальної обробки для досягнення стандартного рівня вологості.

2. Зольність пшениці і борошна має велике значення у процесі отримання якісної сировини. Необхідно знати загальний вміст мінеральних речовин у пшениці, щоб досягти бажаного або заданого рівня золи в борошні. Оскільки зола в основному концентрується у висівках, тому зольність у борошні є показником виходу сировини, яку можна очікувати під час помелу. Зольність також вказує на продуктивність помелу, опосередковано виявляючи кількість забруднення [5, 6, 7]. Зола в борошні може впливати на колір, надаючи більш темний колір готовим виробам. Деякі спеціальні продукти, що вимагають особливо білого борошна, вимагають низького вмісту золи, тоді як інші продукти, такі як цілнозернове борошно, мають високий вміст золи.

3. Міцнісні властивості зерна мають значний вплив на енергоємність подрібнювачів. Під час подрібнення зерна в сировині виникає складний стан напружень, при цьому переважають напруги зсуву і стиснення. Визначення сил, що викликають розтріскування зерна (розрив), можна розглядати як перший крок для визначення потреби в енергії у процесі подрібнення зерна. У разі статичного стиснення, для визначення сил і напруги і, отже, роботи (енергії), необхідної для дроблення одного зерна, а потім більше десятка зерен, можна провести випробування на статичне стиснення [8]. Експериментальним шляхом можуть бути визначені діапазони ймовірних сил, що руйнують зерно, а в подальшому і енергетичні діапазони руйнування його структури. Фізико-механічні властивості зерен багато в чому залежать від специфіки переробки зерна і енергоємності технологічної операції, наприклад, помелу, сушіння, гранулювання тощо.

4. Вміст білка є ключовим для споживачів, оскільки він пов'язаний з багатьма технологічними властивостями, такими як водопоглинання та міцність клейковини. Вміст білка також може бути пов'язаний з атрибутами готового продукту, такими як текстура та зовнішній вигляд. Низький вміст білка бажаний для хрустких або ніжних продуктів, таких як закуски або тістечка. Високий вміст білка необхідний для продуктів з більш твердою текстурою, таких як подовий хліб. Пекарі використовують результати вмісту білка, щоб передбачити поглинання води, оскільки для досягнення оптимальної консистенції тіста з більшим вмістом білка зазвичай потрібно більше води та довший час перемішування. Застосовується аналізатор білка [5, 7]. Результати вмісту білка виражаються у відсотках від загальної маси зразка. Наприклад, вміст білка 10% на основі вологості 12% для пшениці або 8,5% на основі вологості 14% для борошна. Дуже важливо враховувати рівень білка, вибираючи ідеальне борошно для рецепту. Хлібопекарське борошно зазвичай має вміст білка 12-14%, універсальне – 9-12%, кондитерське борошно – 8-9%, а борошно для тортів – близько 7-8%. Ці відсотки білка є показником потенціалу клейковини будь-якого борошна. Клейковина, що утворюється при змішуванні пшеничного борошна з водою, відповідає за текстуру хлібобулочних виробів. Чим вищий вміст білка, тим більше клейковини потенційно може розвинути тісто. Це не означає, що борошно з високим вмістом білка краще, ніж низькобілкове.

5. Колір борошна часто впливає на колір готового продукту і тому є однією з багатьох специфікацій борошна, необхідних кінцевим споживачам. Борошно яскраво-білого кольору більш бажане для багатьох виробів. Колір борошна визначають шляхом вимірювання білизни зразка борошна хромометром [5, 6, 7]. Результати кольору борошна отримують у вигляді 3-вимірних значень кольорів на основі наступної шкали оцінювання: значення L^* білизна (100 білий, 0 чорний); значення a^* позитивні значення +60 (червоний колір), негативні значення – 60 (зелений колір); значення b^* позитивні значення +60 (жовтий колір), негативні значення – 60 (синій колір). Наприклад, значення кольору типового білого борошна: L^* значення +92,5 білизни, a^* значення – 2,4 зеленого кольору, b^* значення +6,9 жовтого кольору.

6. Водопоглинання борошна впливає на міцність тіста. Для вимірювання водопоглинання борошна і міцності тіста застосовується тест фарінографа, який є одним із найбільш часто використовуваних тестів якості борошна у світі [5, 6]. Результати фарінографа слугують для прогнозування характеристик текстури готового виробу. Тест фарінографа вимірює і реєструє стійкість тіста у процесі замішування:

- кількості води, яка необхідна для оптимальної переробки борошна;
- піковий час для приготування тіста, починаючи з моменту додавання води, поки тісто не досягне максимальної консистенції, що дає уявлення про оптимальний час змішування в стандартизованих умовах.

7. Вміст клейковини надає інформацію про кількість клейковини в зразках пшениці. Клейковина відповідає за пружність тіста. Вміст вологої клейковини визначають шляхом промивання зразка борошна або меленої пшениці розчином солі для видалення крохмалю та інших розчинних речовин зі зразка. Залишок, що залишився після промивання – волога

клейковина. Під час центрифугування клейковина продавлюється через сито. Відсоток клейковини, що залишається на ситі, визначається як індекс клейковини, який є показником міцності клейковини. Високий індекс клейковини вказує на сильну клейковину [5, 8]. Результати вмісту вологої клейковини виражаються у відсотках на основі вологості 14%. Наприклад, 35% для пшениці з високим вмістом білка, сильною клейковиною або 23% для пшениці з низьким вмістом білка, слабкою клейковиною. Борошно зі слабкою клейковиною має менше водопоглинання ніж борошно з сильною клейковиною.

Мета статті – дослідження борошна за допомогою обладнання для вимірювання кольору.

Виклад основного матеріалу дослідження. Злаки – це загальний термін для продовольчих культур, що охоплює широкий спектр харчових продуктів, включаючи рис, пшеницю, просо, кукурудзу, що є найважливішими компонентами раціону людини. Крупи містять багато поживних речовин, включаючи білки, крохмаль, ліпіди, мікроелементи та вітаміни, що є основним джерелом енергії для організму. Вони відіграють ключову роль у раціоні як основні продукти харчування. Достатнє споживання злаків може регулювати механізми організму та знижувати частоту таких захворювань, як гіпертонія, діабет та судинні захворювання.

Основною технологічною операцією переробки зерна є помел – подрібнення зерна таким чином, щоб його можна було легко приготувати і перетворити на привабливий харчовий продукт. Подрібнення зерна відбувається шляхом застосування механічних сил, які змінюють структуру зерна шляхом подолання внутрішніх сил зв'язування, після чого стан твердої речовини змінюється на борошно [9]. Зернова продукція переробляється в тій чи іншій формі перед тим, як її фактично споживають. Одним з важливих процесів, пов'язаних з нехімічними змінами є перетворення зібраного зерна на борошно.

Основна мета помелу – поступове зменшення розмірів для отримання борошна з максимально рівномірним розподілом частинок за розміром. Традиційно помел включає повторюване подрібнення та розділення в системі поступового відновлення, щоб відокремити різні компоненти зерна (насіннєву оболонку, ендосперм та зародок) для отримання борошна якомога одноріднішого розміру частинок. Подрібнювачі видаляють зовнішню оболонку насіння і таким чином полегшують виробництво борошна з дуже низьким вмістом золи.

Традиційно колір борошна оцінюють візуально. Метод є суб'єктивним, оскільки сприйняття кольору відрізняється у різних людей, а також навколишній колір і умови освітлення також можуть впливати на колірне судження. При вимірюванні кольору борошна акцент слід робити на координатах L^* і b^* в колірному просторі, а координата L^* є мірою освітленості, де 0 – чорний, а 100 – білий. Координата b^* представляє діапазон кольорів від синього до жовтого, а позитивне значення b^* вказує на жовтизну. У процесі вимірювання зразки борошна повинні бути однаковими для всіх вимірювань (наприклад, однаковий розмір зразка, контейнер, застосований тиск тощо).

У роботі було досліджено три зразка борошна за допомогою вимірювача кольору. Вимірювач кольору CM-200S є компактним, простим у використанні триколірним колориметром для вимірювання колірної різниці між двома кольорами (рис. 1). Технічні характеристики вимірювача кольору наведено в таблиці 1.



Рисунок 1 – Вимірювач кольору

Таблиця 1 – Технічні характеристики вимірювача кольору [10]

Площа вимірювання	Різниця кольорів: (L*, a*, b*) Колірний простір: (L*, a*, b*)
Діапазон вимірювання	L* від 0 до 100
Стабільність	Стандартне відхилення в межах E* 0,5 (середнє значення вимірювання стандартної білої пластини)
Габарити пристрою	140x73x35 мм
Вага пристрою	220 г з акумулятором

Колір борошна може впливати на колір готового продукту. Борошно яскраво-білого кольору більш бажане для багатьох виробів. Колір борошна визначають шляхом вимірювання білизни зразка борошна. Біле борошно наведено на рисунку 2.



Біле борошно: значення L* +92,5 білизни, значення a* – 2,4 зеленого кольору, значення b* +6,9 жовтого кольору.

Рисунок 2 – Біле борошно
(універсальне)

Результати кольору трьох сортів борошна було отримано у вигляді 3-вимірних значень кольорів на основі наступної шкали оцінювання: значення L* білизна (100 білий, 0 чорний); значення a* позитивні значення +60 (червоний колір), негативні значення – 60 (зелений колір); значення b* позитивні значення +60 (жовтий колір), негативні значення – 60 (синій колір) [5].

Борошно є одним із найбільш часто використовуваних харчових інгредієнтів для багатьох різних продуктів: хліб, печиво, локшина тощо. Борошно, перемелене з пшениці, дає багато видів і його якість часто асоціюється з кольором. Колір борошна можна оцінити якщо

виміряти його яскравість і жовтизну. На яскравість впливає вміст висівок і процес помелу, а жовтизна борошна пов'язана з каротиноїдними пігментами пшениці.



Кукурудзяне борошно: значення L^* +72 білизни, значення a^* – 6,5 червоного кольору, значення b^* +54 жовтого кольору.

Рисунок 3 – Кукурудзяне борошно



Житнє борошно: значення L^* +63 білизни, значення a^* – 6,8 червоного кольору, значення b^* +22,1 жовтого кольору.

Рисунок 4 – Житнє борошно

Отже, пшеничне борошно виготовляється шляхом помелу. Помел – це процес, який використовується для подрібнення зерен злаків. Мета помелу полягає в тому, щоб відокремити різні частини зерна пшениці та зменшити їх розмір. Протягом багатьох років з'явилися різні техніки, з-поміж яких роликове фрезерування та циліндричне фрезерування, яке використовується найчастіше через його високу продуктивність. Проте якість борошна може змінюватися залежно від багатьох чинників. Тому оцінка якості борошна за допомогою різних методів вимірювання є необхідною для отримання якісної сировини.

Борошно є одним із найбільш часто використовуваних харчових інгредієнтів для багатьох різних продуктів: хліб, печиво, локшина тощо. Борошно, перемелене з пшениці дає багато видів і його якість часто асоціюється з кольором. Колір борошна можна оцінити якщо виміряти його яскравість і жовтизну. На яскравість впливає вміст висівок і процес помелу, а жовтизна борошна пов'язана з каротиноїдними пігментами пшениці. Колір борошна може впливати на колір готового продукту. Борошно яскраво-білого кольору більш бажане для багатьох виробів. Колір борошна визначають шляхом вимірювання білизни зразка борошна.

Досліджено три зразка борошна за допомогою вимірювача кольору. Вимірювач кольору CM-200S є компактним, простим у використанні триколірним колориметром для вимірювання колірної різниці між двома кольорами. Результати кольору трьох сортів борошна було отримано у вигляді 3-вимірних значень кольорів на основі наступної шкали оцінювання: значення L^* білизна (100 білий, 0 чорний); значення a^* позитивні значення +60 (червоний колір), негативні значення – 60 (зелений колір); значення b^* позитивні значення +60 (жовтий колір), негативні значення – 60 (синій колір). Інтерпретовано результати дослідження: біле борошно (L^* +92,5 білизни, a^* – 2,4 зеленого кольору, b^* +6,9 жовтого кольору); кукурудзяне

борошно ($L^* +72$ білизни, $a^* - 6,5$ червоного кольору, $b^* +54$ жовтого кольору); житнє борошно ($L^* +63$ білизни, $a^* - 6,8$ червоного кольору, $b^* +22,1$ жовтого кольору).

Висновки. Розглянуто методи випробування пшениці на якість, а саме: вміст вологи, вміст мінеральних речовин, вміст білка тощо. Зазначено, що традиційно колір борошна оцінюють візуально. Метод є суб'єктивним, оскільки сприйняття кольору відрізняється у різних людей, а також навколишній колір і умови освітлення також можуть впливати на колірне судження. Було досліджено три зразка борошна за допомогою вимірювача кольору: біле, кукурудзяне, житнє. Результати кольору трьох сортів борошна було отримано у вигляді 3-вимірних значень кольорів на основі стандартної шкали оцінювання. Інтерпретовано результати дослідження: біле борошно ($L^* +92,5$ білизни, $a^* - 2,4$ зеленого кольору, $b^* +6,9$ жовтого кольору); кукурудзяне борошно ($L^* +72$ білизни, $a^* - 6,5$ червоного кольору, $b^* +54$ жовтого кольору); житнє борошно ($L^* +63$ білизни, $a^* - 6,8$ червоного кольору, $b^* +22,1$ жовтого кольору).

Список літератури

1. Злаки і їх корисні елементи. Режим доступу: <https://rice.ua/zdorovya-ta-krasa/zdorove-harchuvannya/korist-dlya-zdorovya/zlaki-i-yih-korisni-elementi>.
2. Чим корисні крупи? Режим доступу: <https://rice.ua/zdorovya-ta-krasa/zdorove-harchuvannya/korist-dlya-zdorovya/chym-korysni-krupy>.
3. 22 types of whole grains and their nutritional values. URL: <https://www.nutritionadvance.com/types-of-whole-grains/>.
4. Обладнання для переробки зерна. Режим доступу: <https://simo.com.ua/ua/public/pererabotka-zernovih-kultur-etapi-neobhodimoe-oborudovanie>.
5. Wheat and flour testing methods. URL: <https://www.ndsu.edu/faculty/simsek/resources>.
6. The latest innovations in wheat flour milling: a review. URL: <https://intapi.sciendo.com/pdf/10.2478/agriceng-2023-0011>.
7. Методи визначення показників якості продукції рослинництва. Режим доступу: https://sops.gov.ua/uploads/page/metodiki/MetodRosl_2023.pdf.
8. Mechanical and processing properties of rice grains. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/2/552>.
9. Черевко О.І., Поперечний А.М. Процеси і апарати харчових виробництв. Х.: Світ Книг, 2014. 495 с.
10. Колориметр СМ-200S. Режим доступу <https://simvolt.ua/kolorimetr-vimryuvach-koloru-walcom-cm-200s.html/>.

References

1. *Zlaky ta yikh korysni elementy* [Cereals and their root elements]. Access mode: <https://rice.ua/zdorovya-ta-krasa/zdorove-harchuvannya/korist-dlya-zdorovya/zlaki-i-yih-korisni-elementi>.
2. *Chym korysni krupy?* [What are the benefits of cereals?]. Access mode: <https://rice.ua/zdorovya-ta-krasa/zdorove-harchuvannya/korist-dlya-zdorovya/chym-korysni-krupy>.
3. *22 vydy tsil'noho zerna ta yikh kharchova tsinnist'* [22 types of whole grains and their nutritional values]. Access mode: <https://www.nutritionadvance.com/types-of-whole-grains/>.
4. *Obladnannya dlya pererobky zerna* [Grain processing equipment]. Access mode: <https://simo.com.ua/ua/public/pererabotka-zernovih-kultur-etapi-neobhodimoe-oborudovanie>.
5. *Metody vyprovuvannya pshenytsi ta boroshna* [Wheat and flour testing methods]. Access mode: <https://www.ndsu.edu/faculty/simsek/resources>.
6. *Ostanni novynky v boroshnomel'nomu vyrobnytstvi: ohlyad* [The latest innovations in wheat flour milling: a review]. Access mode: <https://intapi.sciendo.com/pdf/10.2478/agriceng-2023-0011>.

7. *Metody vyznachennya pokaznykiv yakosti produktsiyi roslinnytstva* [Methods of determining plant production quality indicators]. Access mode: https://sops.gov.ua/uploads/page/metodiki/MetodRosl_2023.pdf.
8. *Mekhanichni ta tekhnolohichni vlastyvoli rysovoho zerna* [Mechanical and processing properties of rice grains]. Access mode: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/2/552>.
9. Cherevko, O.I., Poperechnyy, A.M. (2014). *Protsesy i aparaty kharchovykh vyrobnytstv* [Processes and devices of food production]. Kharkiv: World of Books, 495 c.
10. *Kolorymetr CM-200S* [Colorimeter CM-200S]. Access mode: <https://simvolt.ua/kolorimetr-vimryuvach-koloru-walcom-cm-200s.html/>.

Objective. The aim of this paper is to investigate flour using color measuring equipment.

Methods. In this work, a three-color colorimeter was used to study the quality of flour by measuring color.

Results. It is noted that wheat and rice are the most important crops worldwide because they account for more than 50% of the world's cereal production. Wheat is the most important cereal crop, which is of great importance in terms of food. Whole grain is an excellent source of complex carbohydrates, dietary fiber, and various vitamins and minerals, making it a valuable food crop for consumption. Flour is the most widely used form of grain processing, since most flour-based products are made using it. Therefore, assessing the quality of flour using various measurement methods is necessary to obtain high-quality raw materials. The methods for testing wheat for quality, namely moisture content, mineral content, protein content, etc. are considered. Flour is considered to be one of the most commonly used food ingredients for various products: bread, cookies, noodles, etc. Flour milled from wheat gives many types and its quality is often associated with color. The color of flour can be assessed by measuring its brightness and yellowness. The brightness is affected by the bran content and the milling process, and the yellowness of the flour is associated with the carotenoid pigments of wheat. The color of the flour can affect the color of the finished product. Bright white flour is preferable for many products. The color of the flour is determined by measuring the linen of the flour sample. It is noted that the color of the flour is usually assessed visually. The method is subjective, since color perception varies among individuals, and the surrounding color and lighting conditions can affect color judgment. Three flour samples were tested using a color meter: white, corn, rye. The color results of the three flour grades were obtained as 3-dimensional color values based on a standard rating scale: L^* values (100 white, 0 black); a^* values positive values +60 (red), negative – 60 (green); b^* values positive values +60 (yellow), negative - 60 (blue). The results of the study were interpreted: white flour ($L^* +92.5$ white, $a^* - 2.4$ green, $b^* +6.9$ yellow); corn flour ($L^* +72$ white, $a^* - 6.5$ red, $b^* +54$ yellow); rye flour ($L^* +63$ white, $a^* - 6.8$ red, $b^* +22.1$ yellow).

Key words: wheat, flour, color, methods of testing wheat for quality, measurement, nutritional value, milling, moisture.