

# НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

УДК 664.761

**Михайло КРАВЧЕНКО,  
Ольга РОМАНОВСЬКА**

## ВПЛИВ БОРОШНА "ЗДОРОВ'Я" НА РЕОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЛЕЙКОВИНИ БОРОШНЯНИХ СУМІШЕЙ

*Наведено результати досліджень технологічних властивостей клейковини модельних композицій, виготовлених із сумішей борошна пшеничного вищого гатунку та "Здоров'я", технологія якого розроблена авторами. Доведено доцільність використання борошна "Здоров'я" у виробництві бісквітних виробів.*

*Ключові слова:* клейковина, еластичність, розтяжність, гідратаційна здатність, мікроструктура, борошно, бісквіт.

*Кравченко М., Романовская О. Влияние муки "Здоровье" на реологические характеристики клейковины мучных смесей. Приведены результаты исследования технологических свойств клейковины модельных композиций, изготовленных из смесей муки пшеничной высшего сорта и "Здоровье", технология которого разработана авторами. Доказана целесообразность использования муки "Здоровье" в производстве бисквитных изделий.*

*Ключевые слова:* клейковина, эластичность, растяжимость, гидратационная способность, микроструктура, мука, бисквит.

**Постановка проблеми.** Борошняні кондитерські вироби (БКВ) користуються широким попитом серед населення. Основною сировиною для їх виробництва є пшеничне борошно. Відомо, що чим вищий гатунок борошна, тим менше в ньому біологічно активних речовин – вітамінів і мінеральних елементів. Пшеничне борошно відзначається високим вмістом вищих полісахаридів крохмальної природи [1]. Із метою підвищення харчової та біологічної цінності, зниження калорійності БКВ запропоновано збагачення різних видів тіста різноманітними добавками рослинного й тваринного походження [2; 3].

Метою наукової роботи було визначення шляхів удосконалення технології бісквітного тіста й підвищення його харчової та біологічної

цінності. Основним компонентом борошна, що істотно впливає на якість бісквітних напівфабрикатів, є білки, які утворюють клейковину тіста. Відомо, що для виготовлення бісквітів необхідне борошно із середнім вмістом слабкої клейковини 28–34 % та малою еластичністю. Показники якості пшеничного борошна (особливо його клейковини) потребують постійної корекції рецептури бісквітних напівфабрикатів [4]. У практичній діяльності регулювання вмісту та властивостей клейковини пшеничного борошна здійснюється додаванням до рецептури бісквітних виробів сировини та добавок, які її послаблюють. У дисертаційній роботі Ю. В. Чудік [5] обґрунтовано можливість заміни 50–100 % пшеничного борошна ячмінним в технологіях бісквітних напівфабрикатів. Н. В. Черноу доведено, що при використанні соргового борошна можливе повне виключення з рецептури бісквітів крохмалю [6]. Є. М. Холодовою розроблені наукові й практичні основи виробництва та розширення асортименту виробів із бісквітного тіста, обґрунтовані функції нетрадиційних видів борошна – пшоняного та тритикалевого, функціональних харчових інгредієнтів – Orafit<sup>®</sup>P95 і апельсиново-женьшеневого сиропу в формуванні споживних властивостей бісквітних напівфабрикатів [7].

Колективом авторів розроблено спосіб виробництва борошна із цільного зерна пшениці, пророщеного в розчині морської харчової солі [8]. Ця технологія дає змогу використовувати усі складові зерна, в т. ч. зовнішню оболонку, яка містить майже всі вітаміни, мінеральні речовини й харчові волокна зерна. Отримане борошно назвали "Здоров'я". Воно може використовуватися як харчова та дієтична добавка у виробництві бісквітних напівфабрикатів.

Борошно "Здоров'я" (БЗ) містить (г/100 г): білка – 12.3, жирів – 1.9 (на 16 і 46 % відповідно вище, ніж у борошні пшеничного вищого ґатунку (БПВГ), та вуглеводів – 70.3, що на 11 % менше й пояснюється низьким вмістом крохмалю. Борошно "Здоров'я" містить майже всі вітаміни групи В та мінеральні елементи К, Са, Mg, Fe, Zn, Cu [9].

Досліджень щодо впливу борошна з пророщеного зерна пшениці на властивості клейковини БПВГ проведено недостатньо. Саме тому важливим було дослідити вплив БЗ на показники якості клейковини борошняних сумішей.

*Мета роботи* – визначення впливу борошна "Здоров'я" на якість і технологічні властивості клейковини модельних композицій борошняних сумішей.

**Матеріали та методи.** *Об'єкт дослідження* – борошно пшеничне вищого ґатунку та "Здоров'я", а також їхні суміші у співвідношеннях: 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50.

Кількість і якість клейковини модельних композицій визначено за ДСТУ ISO 21415-1:2009 "Пшениця та пшеничне борошно. Вміст клейковини. Визначення сирого клейковини ручним способом" [10]. Пружні властивості клейковини модельних композицій визначено на

приладі ІДК-1М [11], гідратаційну здатність ( $\Gamma$ ) – відношенням масової частки гідратованої клейковини ( $W_k$ ) до маси сухої клейковини у наважці ( $100 - W_k$ ), %:

$$\Gamma = W_k \times 100 / 100 - W_k [12].$$

Мікроструктуру клейковини модельних композицій встановлено мікроскопуванням при збільшенні в 120 разів.

**Результати дослідження.** На першому етапі досліджень визначено основні показники клейковини модельних композицій, в яких вміст БЗ варіював від 10 до 50 %. Вміст БЗ менше 10 % майже не впливає на показники біологічної цінності виробів, а при збільшенні на понад 50 % клейковина в борошняних сумішах не відмивається.

Результати досліджень наведено в таблиці.

#### Якісні та кількісні показники клейковини модельних композицій

$p \leq 0.05$

Модельні композиції (БПВГ:БЗ)	Вміст клейковини, %	Якість клейковини	Розтяжність, см
100:0 (контроль)	40.0 ± 0.8	Сильна	4 (коротка)
90:10	36.0 ± 0.6	Сильна	7 (коротка)
80:20	32.0 ± 0.5	Слабка, середня	9 (коротка)
70:30	28.0 ± 0.4	Слабка, середня	10 (середня)
60:40	24.0 ± 0.4	Слабка, середня	14 (середня)
50:50	20.0 ± 0.3	Слабка	19 (середня)

При дослідженні клейковини модельних композицій встановлено, що в контролі показник розтяжності становить 4 см, тобто вона відноситься до клейковини 3-ї групи і характеризується як коротка. При використанні БЗ у модельних композиціях у концентрації 10 % від маси БПВГ вміст клейковини знижується на 4 %, її розтяжність зростає на 3 см і така клейковина відноситься до 3-ї групи. При збільшенні концентрації БЗ до 30 та 40 % розтяжність клейковини зростає, а її загальний вміст зменшується відповідно на 12 і 16 % відносно контрольного зразка й клейковина відноситься до другої групи.

Важливим показником якості клейковини є її еластичність, яку визначають одночасно з розтяжністю. Між еластичністю клейковини та її розтяжністю існує обернено пропорційна залежність. При визначенні еластичності встановлено, що клейковина контрольного та зразка з концентрацією БЗ 10 % після розтягування одразу набуває початкової форми, при підвищенні концентрації БЗ до 30 та 40 % спостерігається суттєве зменшення еластичності клейковини.

Показники пружності клейковини модельних композицій залежно від концентрації борошна "Здоров'я" наведено на рис. 1.

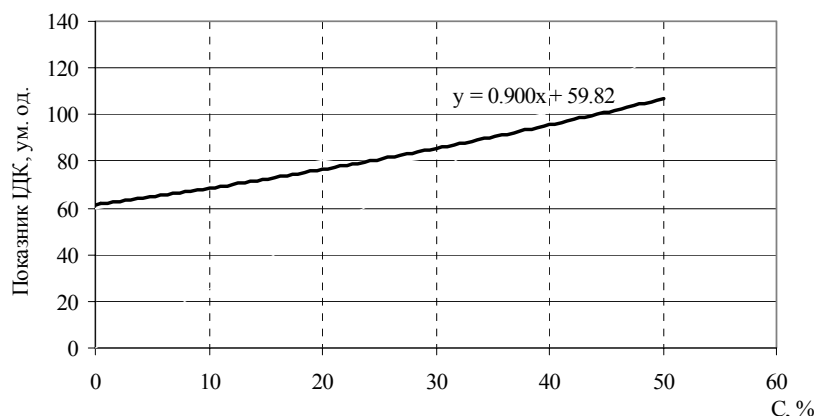


Рис. 1. Пружність клейковини модельних композицій із борошном "Здоров'я"

Відомо: чим більше пружність клейковини, тим менше вона деформується, що фіксується приладом. При поганій пружності показник найвищий. При додаванні БЗ до модельних композицій в концентрації 10 % показники приладу ІДК-1М зростають на 14.0 %, а при додаванні 20, 30, 40, 50 % – на 33.3, 35.8, 67.6, 72.5 % відповідно. Це відбувається внаслідок того, що БЗ зменшує загальну кількість клейковини в сумішах і погіршує її пружні властивості. Зі збільшенням частки БЗ значення показника приладу ІДК-1М зростає. Таким чином, додавання БЗ зменшує пружні властивості модельних композицій.

Важливий показник клейковини – гідратаційна здатність, яка впливає на її технологічні властивості. Між гідратаційною здатністю клейковини та її фізичними властивостями існує певна залежність. Чим більше води може поглинути клейковина, тим вона пружніша та еластичніша. Гідратаційну здатність клейковини модельних композицій наведено на рис. 2.

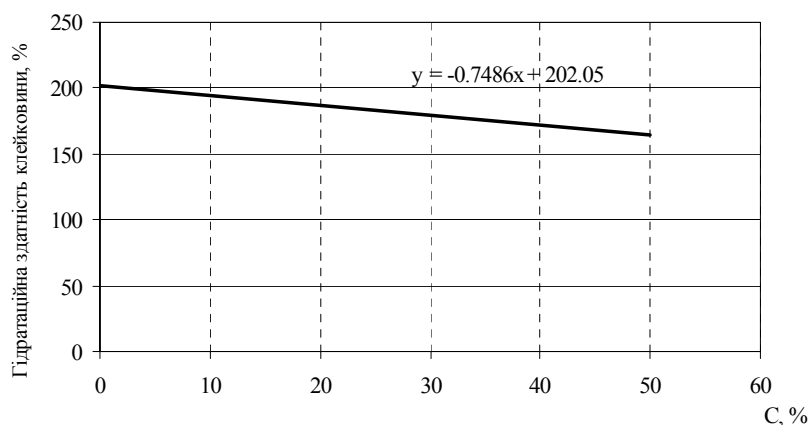


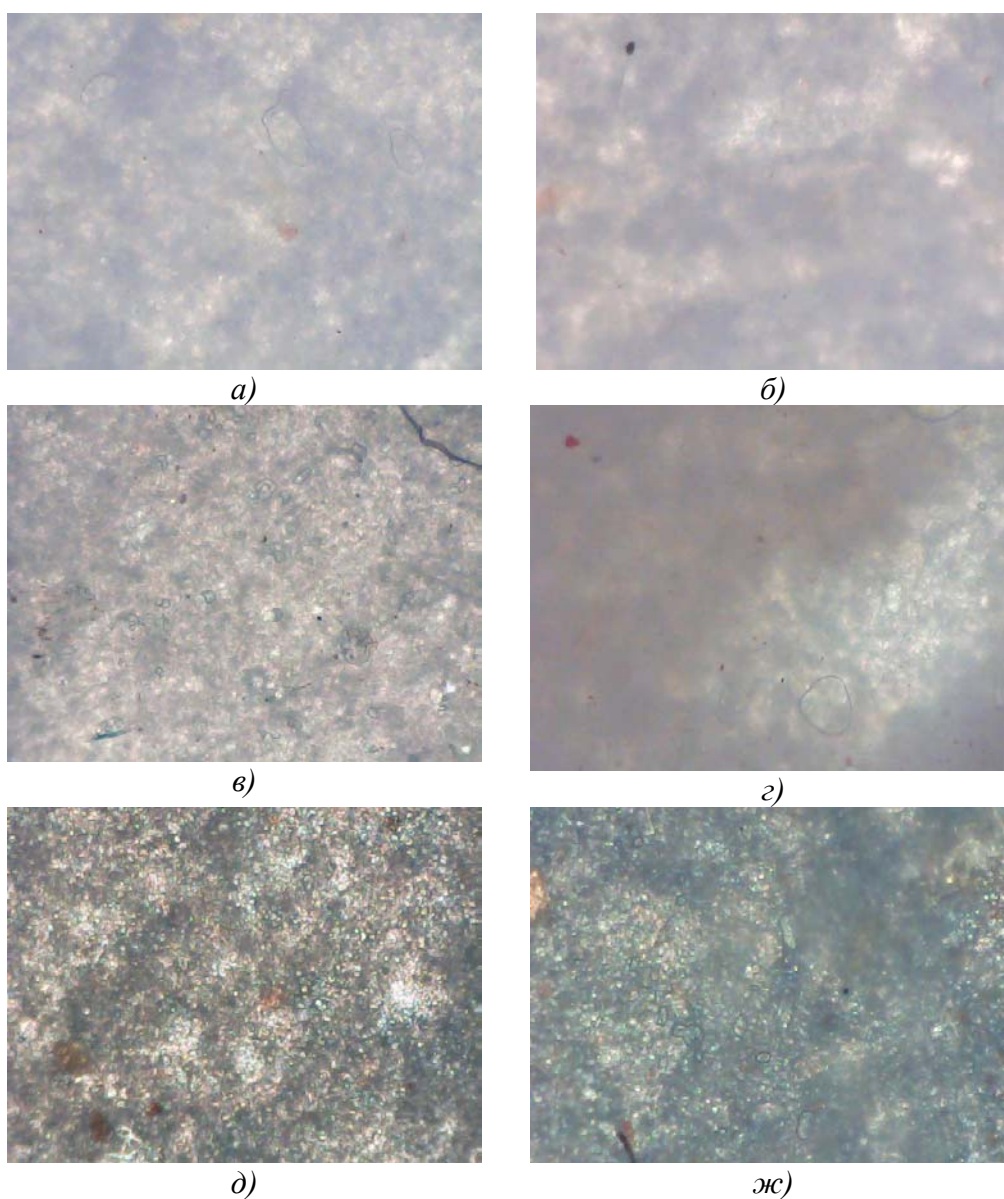
Рис. 2. Гідратаційна здатність клейковини модельних композицій із борошном "Здоров'я"

Установлено, що в борошняних модельних композиціях із підвищенням концентрації БЗ гідратаційна здатність клейковини знижується. Так, при додаванні 10 % БЗ вона зменшується на 1.0 %, 20 % БЗ – на 8.1,

30 % БЗ – на 9.8, 40 % БЗ – 17.6, 50 % БЗ – 21.2 % відносно контроль-ного зразка.

Погіршення показників якості клейковини в усіх випадках можна пояснити тим, що під час сушіння зерна за температури 55–60 °С відбувається часткова денатурація білків клейковини. Це в подальшому негативно впливає на їхню водопоглинальну здатність і, відповідно, реологічні характеристики клейковини.

Мікроструктуру клейковини модельних композицій наведено на *рис. 3*. У контрольному (*а*) та зразку з 10 % БЗ (*б*) білок клейковини формує мікроструктуру різного розміру, фрагменти якої з'єднані між собою плівкою набряклої клейковини. У неперервну фазу вкраплена вода, яка на мікрофотографіях проглядається як порожнини.



*Рис. 3.* Мікроструктура клейковини модельних композицій БПВГ:БЗ, %:  
*а)* 100:0; *б)* 90:10; *в)* 80:20; *г)* 70:3; *д)* 60:40; *ж)* 50:50

При збільшенні концентрації БЗ (див. рис. 3 в, г, д, ж) білкові плівки, які внаслідок попередніх денатураційних процесів мають меншу еластичність, утворюють структуру, що характеризується появою більших фрагментів. Унаслідок цього білковий каркас має нещільну структуру, спостерігається розшарування клейковинної плівки, що призводить до послаблення клейковини та зростання показника ІДК-1М.

**Висновки.** Борошно "Здоров'я" в суміші з борошном пшеничним вищого гатунку в усіх досліджених співвідношеннях послаблює пружні та еластичні властивості клейковини, знижує її гідратаційну здатність.

Доведено, що максимальний вміст БЗ у борошняних сумішах з БПВГ має становити 30 %, що уможливило прийнятні характеристики клейковини для використання в технології бісквітного тіста.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Химический состав пищевых продуктов.* — Режим доступа : <http://bwbooks.net/index.php?id1=4&author=skurihina-im>.
2. *Milner J. Functional foods: The US perspective / J. Milner // American Journal of Clinical Nutrition.* — 2010. — N 71 (6). — P. 654—1659. — Way of access : <https://books.google.com.ua/books?id=enxwAgAAQBAJ&pg=PA396&lpg=PA396&dq>.
3. *Position of the American Dietetic Association: functional foods // Journal of American Dietetic Association.* — 2009. — N 109 (4). — P. 735—746. — Way of access : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19338113>.
4. *Долматов Г. Г. Технология хлебопекарного производства : учебн. / [Г. Г. Долматов, Н. И. Селина, Г. В. Ткачева, Н. В. Шестаков].* — М. : Владос, 2015. — 336 с.
5. *Чудік Ю. В. Удосконалення технології бісквітних і пісочних напівфабрикатів на основі ячмінного борошна : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 : захищена 16.10.02 / Юлія Вікторівна Чудік.* — Харків, 2002. — 316 с.
6. *Чорна Н. В. Технологія бісквітних напівфабрикатів з використанням соргового борошна : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.01 / Н. В. Чорна.* — Харків, 1998. — 24 с.
7. *Холодова Е. Н. Разработка технологии и оценка потребительских свойств бисквитного полуфабриката с использованием тритикалевой и пшеничной муки : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук : спец. 05.18.15 / Е. Н. Холодова.* — Одесса, 2010. — 25 с.
8. Пат. UA 75226, МПК A21D 2/00. Спосіб отримання борошна з зерна пшениці, пророщеного у розчині морської харчової солі / заявник та патентовласник М. Ф. Кравченко, М. Ю. Криворучко, Т. М. Поп, А. В. Антоненко, О. Ю. Гаврилюк. — № u2014 05636 ; заявл. 08.05.2012 ; опубл. 26.11.2012, Бюл. № 22.
9. ТУ У 10.6-05476322-001:2013. Борошно "Здоров'я". Технічні умови. — Чинний від 2013—01—28. — Чернівці : ЧТЕІ КНТЕУ, 2013. — 18 с.
10. ДСТУ ISO 21415-1:2009 (ISO 21415-1:2006, IDT). Пшениця і пшеничне борошно. Вміст клейковини. Ч. 1. Визначення сирової клейковини ручним способом. — К. : Держспоживстандарт України, 2011. — 12 с.

11. ДСТУ ISO 21415-1:2009 (ISO 21415-2:2006, IDT). Пшениця і пшеничне борошно. Вміст клейковини. Ч. 2. Визначання сирової клейковини механічним способом. — К. : Держспоживстандарт України, 2011. — 14 с.
12. Дробот В. І. Технологія хлібопекарського виробництва / В. І. Дробот. — К. : Логос, 2002. — 365 с.

Стаття надійшла до редакції 25.01.2016.

**Kravchenko M., Romanovs'ka O. Impact of flour Zdorovia on the rheological properties of gluten of dough.**

**Background.** The group of authors has developed a way of production of wheat wholemeal flour, germinated in solution of sea food salt [8]. The received flour is called *Zdorovia* and can be considered as a food and dietary additive by production of biscuit semi-finished products.

*The aim* is definition of influence of the flour *Zdorovia* on quality and technological properties of a gluten of model compositions of high grade flour (HGF) and *Zdorovia* mixes.

**Material and methods.** The quantity and quality of a gluten of model compositions was defined according to DSTU ISO 21415-1:2009 [10], elastic properties by the device IDK-1M [11], microstructure by a microscopy at increase by 120 times, hydration ability was determined by the relation of a mass fraction of the hydrated gluten to the mass of a dry gluten [12].

**Results.** The main indicators of gluten of model compositions in which the content of the flour *Zdorovia* varied from 10 to 50 % are defined. The content of the flour *Zdorovia* less than 10 % almost doesn't influence indicators of biological value of products, and at increase in concentration of the flour *Zdorovia* more than 50 % a gluten in flour mixes is not washed off. At determination of elasticity it is established that the gluten of a control sample and a sample with concentration of the flour *Zdorovia* of 10 % after stretching gets an initial form at once. At increase of concentration of the flour *Zdorovia* to 30 and 40 % essential reduction of elasticity of gluten is observed. Addition of the flour *Zdorovia* reduces elastic properties of model compositions. The flour *Zdorovia* reduces total of gluten in mixes and worsens its elastic properties.

It is established that in flour model compositions with increase of concentration of the flour *Zdorovia* hydration ability of a gluten decreases: at addition 10 % of the flour *Zdorovia* hydration ability decreases by 1 % and 50–21 % compared to control sample. As a result protein framework has leaky structure that leads to weakening of gluten

**Conclusion.** The flour *Zdorovia* in mix with high grade wheat flour in all concentration which were investigated weakens yielding and elastic properties of gluten, reduces its hydration ability.

It has been proved that maximum content of the flour *Zdorovia* must be 30 % that provides acceptable indicators of quality of gluten to use in technology of egg sponge.

*Keywords:* gluten, elasticity, tensile properties, hydration ability, microstructure, flour, biscuit.

#### REFERENCES

1. *Himicheskij* sostav pishhevyyh produktov. — Rezhim dostupa : <http://bwbooks.net/index.php?id1=4&author=skurihina-im>.
2. *Milner J.* Functional foods: The US perspective / J. Milner // *American Journal of Clinical Nutrition*. — 2010. — N 71 (6). — P. 654—1659. — Way of access : <https://books.google.com.ua/books?id=enxwAgAAQBAJ&pg=PA396&lpg=PA396&dq>.
3. *Position* of the American Dietetic Association: functional foods // *Journal of American Dietetic Association*. — 2009. — N 109 (4). — P. 735—746. — Way of access : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19338113>.



4. *Dolmatov G. G.* Tehnologija hlebopekarnogo proizvodstva : uchebn. / [G. G. Dolmatov, N. I. Selina, G. V. Tkacheva, N. V. Shestak]. — M. : Vlados, 2015. — 336 s.
5. *Chudik Ju. V.* Udoskonalennja tehnologii' biskvitnyh i pisochnyh napivfabrykativ na osnovi jachminnogo boroshna : dys. ... kand. tehn. nauk : 05.18.01 : zahyshhena 16.10.02 / Julija Viktorivna Chudik. — Harkiv, 2002. — 316 s.
6. *Chorna N. V.* Tehnologija biskvitnyh napivfabrykativ z vykorystannjam sorgovogo boroshna : avtoref. dys. na zdobuttja nauk. stupenja kand. tehn. nauk : spec. 05.18.01 / N. V. Chorna. — Harkiv, 1998. — 24 s.
7. *Holodova E. N.* Razrobotka tehnologii i ocnka potrebitel'skih svojstv biskvitnogo polufabrikata s ispol'zovaniem tritikalevoj i pshennoj muki : avtoref. dis. na soiskanie uch. stepeni kand. tehn. nauk : spec. 05.18.15 / E. N. Holodova. — Odessa, 2010. — 25 s.
8. Pat. UA 75226, MPK A21D 2/00. Sposib otrymannja boroshna z zerna pshenyци, proroshhenogo u rozchyni mors'koi' harchovoi' soli / zajavnyk ta patentovlasnyk M. F. Kravchenko, M. Ju. Kryvoruchko, T. M. Pop, A. V. Antonenko, O. Ju. Gavryljuk. — № u2014 05636 ; zajavl. 08.05.2012 ; opubl. 26.11.2012, Bjul. № 22.
9. TU U 10.6-05476322-001:2013. Boroshno "Zdorov'ja". Tehnichni umovy. — Chynnyj vid 2013—01—28. — Chernivci : ChTEI KNTEU, 2013. — 18 s.
10. DSTU ISO 21415-1:2009 (ISO 21415-1:2006, IDT). Pshenyca i pshenyчне boroshno. Vmist klejkovyny. Ch. 1. Vyznachennja syroi' klejkovyny ruchnym sposobom. — K. : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny, 2011. — 12 s.
11. DSTU ISO 21415-1:2009 (ISO 21415-2:2006, IDT). Pshenyca i pshenyчне boroshno. Vmist klejkovyny. Ch. 2. Vyznachennja syroi' klejkovyny mehanichnym sposobom. — K. : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny, 2011. — 14 s.
12. *Drobot V. I.* Tehnologija hlibopekars'kogo vyrobnyctva / V. I. Drobot. — K. : Logos, 2002. — 365 s.