

УДК 664.644.5

doi:10.20998/2413-4295.2016.25.23

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВПЛИВ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ НА ХЛІБОПЕКАРНІ ВЛАСТИВОСТІ ПШЕНИЧНОГО БОРОШНА

**О. О. СИМАКОВА\*, Ю. М. КОРЕНЕЦЬ, В. О. ГЛУШКО**

*Кафедра технології в ресторанному господарстві та готельної і ресторанної справи, Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського, Кривий Ріг, УКРАЇНА*

*\*email: simakovaolgaal@gmail.com*

**АНОТАЦІЯ** У статті наведено результати досліджень впливу якості питної води на хлібопекарні властивості пшеничного борошна. Проведені експерименти по вивченню впливу важких металів, які містяться у питній воді, на дію як амілолітичних, так і протеолітичних ферментів пшеничного борошна, що відіграє дуже важливу роль в забезпеченні якості готового виробу. З метою вивчення денатурації білку під дією наведених катіонів металів була розроблена методика і проведений модельний експеримент, в якому ми спостерігали випадення осаду в 2%-вих водних розчинах яєчного альбуміну під дією цих металів.

**Ключові слова.** Пшеничне борошно, клейковина, вода, амілолітичні та протеолітичні ферменти, катіони, важкі метали.

## RESEARCH AND EFFECT OF DRINKING WATER ON BREAD-MAKING PROPERTIES OF WHEAT FLOUR

**O. SIMAKOVA\*, Yu. KORENETS, V. GLUSHKO**

*Department of Technology in the restaurant sector and the hotel and restaurant business, Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky, Kryvyi Rih, UKRAINE*

**ABSTRACT** The object of the article is a research of effect of drinking water on bread-making properties of wheat flour. The article presents research results of the effect of drinking water on bread-making properties of wheat flour. Have been made the experiments on the effect of heavy metals contained in the water on action of wheat flour amylolytic and proteolytic enzymes, which plays a very important role in quality assurance of the finished products. Was studied the amylolytic activity of wheat flour in presence of lead and nickel cations. Have been studied proteolytic activity of wheat flour, namely: yield and quality of gluten during laundering it from a dough, prepared on the water with impurities of lead and nickel cations; the dependence of the diffusion capacity for the roll of laundered from wheat flour substance on impurities of heavy metal cations; change in relative viscosity of 2% gelatin solution under the action of wheat flour proteases, depending on the solvent. For the purpose of study the protein denaturation under the influence of above-mentioned metal cations we have developed a layout and carried out a model experiment, in which we observed setting of sediment in 2% aqueous solution of egg albumin under the influence of these metals. Our studies indicate that the water contaminated with heavy metal impurities, particularly nickel and lead may cause deterioration of the gassing ability of semi-finished dough products. All the tests we have done confirm the fact that the heavy metal cations take a heavy toll on the biological activity of proteolytic enzymes of wheat flour, they block the elasticity of gluten, which may adversely affect the protein network of dough during baking and as a consequence, the quality of the finished product. Therefore, contamination of the water used to prepare the dough in the bread baking processes, especially such water pollutants as heavy metal cations, which are inhibitors of most enzymes, plays a very important role in ensuring the quality of the finished product that requires careful control of its purity.

**Keywords** Wheat flour, gluten, water, amylolytic and proteolytic enzymes, cations, heavy metals.

### Вступ

Різні продукти з пшеничного борошна, зокрема виробу з дріжджового тіста й, особливо, хліб, все ще складають основу харчування людини [1, 2]. Тому якість та харчова цінність хліба, як продукту щоденного споживання, має першорядне значення. Проблема харчової цінності хліба набуває особливої гостроти в ті періоди, коли за яких-небудь причин значно зменшується споживання харчових продуктів тваринного походження – яєць, молока, сиру, м'яса, тваринних жирів, та відносно зростає в діті частка зернових продуктів, у першу чергу, виробів з борошна. Зрозуміло, що в цих умовах більш одноманітного харчування проблема якості та харчової цінності хліба та можливих шляхів її підвищення стає особливо актуальною. Тому

природно, що протягом багатьох років проводилися дослідження в цій галузі, які не припиняються й досі, тому що проблема не втрачає своєї актуальності й за сучасних умов [3-5]. Усі існуючі на сьогоднішній день методи підвищення харчової повноцінності хліба можна умовно розділити на дві великі групи: збагачення його комплексом цінних біологічно активних речовин та поліпшення споживчих якостей. У деяких випадках ці два шляхи збігаються [13], як то у випадку підвищення активності ферментного комплексу пшеничного борошна, в якому велика роль належить амілолітичним та протеолітичним ферментам. Вони відповідають за накопичення у тісті вільних амінокислот та цукрів, формування хрусткої коричневої скоринки і взагалі відіграють першорядну роль у забезпеченні якості готового виробу.

Але відомо [6], що як амілолітичні, так і протеолітичні ферменти у різних субстратах дуже чутливі до самих незначних змін у навколишньому середовищі. Особливий вплив на їх активність оказують різні хімічні речовини – деякі з них активують ферменти, а інші – інгібують, позбавляючи ферменти активності. Одними з найвідоміших інгібіторів більшості ферментів є катіони важких металів [15]. Якщо вони потраплять навіть у малих кількостях до рецептурної суміші при виготовленні тіста, це може привести до погіршення якості готового виробу [12-17]. При складанні рецептур тіста для виготовлення різноманітних виробів з пшеничного борошна дуже мало уваги приділяють такому важливому рецептурному компоненту як вода, яка здебільшого береться з міської водопровідної мережі. Але зараз відомо, що протягом останніх десятиліть спостерігається постійне погіршення якості води поверхневих водоймищ, річок і, як наслідок цього, погіршення якості питної води [13]. Це обумовлено кількома причинами. Перш за все спостерігається зростання споживання прісної води промисловими та сільськогосподарськими підприємствами, які після забруднення використаної води викидають її в поверхневі водоймища. Особливу небезпеку викликає при цьому постачання у водоймища катіонів важких металів, як необхідних компонентів стічних вод гальваноцехів, серед яких неабияка кількість нікелю, цинку та ін. [7].

У теперішній час багато вчених почали займатися проблемами якості питної води та її впливу на здоров'я людини, яка стала дуже актуальною у зв'язку з неблагоприємним екологічним становищем у світі [8-11].

### Мета роботи

Метою роботи є дослідження якості питної води на хлібопекарні властивості пшеничного борошна.

### Виклад основного матеріалу

Прошло тридцять років з величезної катастрофи, що тільки знало людство, вибуху на Чорнобильській атомній електростанції, яка привела до інтенсивного забруднення значної площі України. Поряд з радиоактивним, дуже велику небезпеку становить забруднення навколишнього середовища важкими металами, одним з найтоксичніших серед яких є свинець. Підвищення вмісту свинцю в атмосфері України за ці роки пов'язано з тим, що саме цей метал намагалися використати на самому початку аварії з метою екранування зруйнованого реактора. При цьому сотні тон свинцю випарилися й надійшли до атмосфери, а згодом – і до ґрунту. Нами проведені експерименти по вивченню впливу важких металів на дію як амілолітичних, так і протеолітичних ферментів пшеничного борошна.

В якості об'єктів дослідження обрані два метали – свинець та нікель у формі їх солей.

Активність амілаз пшеничного борошна в присутності катіонів важких металів оцінювали за кількістю утвореної в реакційній суміші мальтози – продукту глибокого оцукрювання крохмалю борошна.

Вплив катіонів важких металів на протеолітичну активність ферментів пшеничного борошна оцінювали за виходом сирі та сухої клейковини при замішуванні тіста, порівнюючи вихід клейковини з тіста, яке готувалося на дистильованій воді і на воді, яка вміщувала 0,05г/л катіонів свинцю, або нікелю. Слід відмітити, що білковий комплекс клейковини тіста при замішуванні піддається дії ферментів-протеаз, які гідролізують білки до вільних амінокислот, які збагачують тісто, надають азотисте харчування дріжджам та сприяють реакції Майяра, наслідком якої є утворення коричневої хрусткої скоринки готового хліба. Клейковину в експериментах відмивали з тіста після його відлежування протягом 1,5 години.

Дуже зручним засобом встановлення активності протеолітичних ферментів сировини є вимірювання відносної грузькості розчинів желатину під дією препаратів, активність яких досліджується. Ми провели експеримент по вивченню відносної грузькості розчину желатину під дією протеолітичних ферментів пшеничного борошна у присутності катіонів свинцю та нікелю. Відносну грузькість розчинів желатину знаходили за допомогою капілярного віскозиметру ВПЖ-2 з діаметром капіляру 0,56мм у воднім термостаті. Термостатування розчинів проводили з точністю до 0,1°C. Видержування системи до початку вимірювання складало не менш 15 хвилин. Перед дослідом розчини фільтрували через фільтри Шотта. Відносну грузькість розраховували за формулою (1):

$$\eta = \frac{t_{\text{розчину}}}{t_{\text{розчинника}}} \quad (1)$$

де:  $\eta$  - відносна грузькість;

$t_{\text{розчину}}$  – час витікання розчину, сек.;

$t_{\text{розчинника}}$  – час витікання розчинника, сек.

З метою вивчення денатурації білку під дією наведених катіонів металів нами була розроблена методика і проведений модельний експеримент, у якому ми спостерігали випадення осаду в 2%-вих водних розчинах яєчного альбуміну під дією цих металів. Випадення осаду характеризує протікання процесу денатурації білку, коли порушується його третинна і, частково, вторинна структура, молекула втрачає підпорядковану спіральну конфігурацію і стає хаотичним нагромадженням клубків та петель. Випадення осаду дуже зручно кількісно контролювати за зміненням оптичної щільності розчинів, яку вимірювали на фотоелектроколориметрі КФК-2 у кюветах з товщиною шару 3 см при довжині хвилі 400 нм.

### Обговорення результатів

Експериментальні дані по дослідженню амілолітичної активності пшеничного борошна в присутності катіонів важких металів наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 - Амілолітична активність пшеничного борошна в присутності катіонів важких металів

Катіон металу	Вміст мальтози, %
Без металу (контроль)	3,9
Ca <sup>2+</sup>	4,5
Pb <sup>2+</sup>	1,4
Ni <sup>2+</sup>	2,1

Проведений експеримент свідчить про те, що катіон свинцю, як це й відомо з літератури [5], є найбільш сильним інгібітором ферментів-амілаз – він майже зовсім припиняє їх діяльність. Катіон нікелю теж інгібує амілази, але менш активно. Напроти, катіон кальцію – відомий активатор ферментних систем – прискорює гідроліз крохмалю амілазами борошна. Ці дані дозволяють зробити висновок, що вода, забруднена домішками важких металів, зокрема, свинцю та нікелю, може спричинити погіршення газоутворюючої спроможності тістового напівфабрикату.

Експериментальні дані по дослідженню кількості та якості клейковини при відмиванні її з тіста, виготовленого на воді з домішками катіонів свинцю та нікелю наведені у таблиці 2.

Таблиця 2 – Вихід та якість клейковини при відмиванні її з тіста, виготовленого на воді з домішками катіонів свинцю та нікелю

Катіон металу	Вихід клейковини, %		Здатність до розтягування, см
	Сирої	Сухої	
Без металу (контроль)	33,0	10,2	6,8
Ca <sup>2+</sup>	24,0	7,4	13,5
Ni <sup>2+</sup>	36,0	11,1	6,8
Pb <sup>2+</sup>	38,8	12,0	6,8

Наведені у таблиці дані експерименту свідчать про те, що вихід сирої клейковини в тісті, яке було виготовлено на воді з домішками важких металів – свинцю та нікелю, значно виріс порівняно з тістом, виготовленим на дистильованій воді. Це говорить про інгібування протеолітичних ферментів пшеничного борошна цими катіонами. Механізм дії катіонів на ферменти-протеази пов'язаний з їх реакцією з активними бічними функціональними групами білкових молекул ферментів, частіш за всього, з сульфгідрильними групами SH, що порушує третинну структуру ферменту і приводить до його денатурації та втрати активності. З даних експерименту видно, що свинець є більш сильним інгібітором протеаз, що пов'язано, мабуть, з тим, що він є більш сильним окислювачем порівняно з нікелем, і тому більш активно взаємодіє з групами SH, які мають відновлювальні властивості.

З метою порівняння нами був проведений експеримент з клейковиною, відмитою з тіста, виготовленою на воді з додаванням відомого активатора ферментів – катіону кальцію – у концентрації теж 0,05 г/л у перерахунку на метал.

Вихід клейковини різко зменшився, що говорить про прискорення дії протеолітичних ферментів під дією кальцію, який приймає участь у стабілізації третинної структури ферменту та утворенні активного фермент-субстратного комплексу.

Поряд з виходом сирої ми контролювали вихід сухої клейковини, яка прогнозує еластичність білкового каркасу хліба при випіканні тістової заготовки. Вихід сухої клейковини має дуже важливе значення для оцінки процесів, які протікають у білковому комплексі пшеничного борошна, тому що під впливом деяких речовин може підвищуватися здібність білкових молекул до агрегування навколо них молекул води. При цьому підвищується гідратація білків клейковини, вона становиться спроможною утримувати більше зв'язаної води і вихід сирої клейковини зростає. В технології виготовлення виробів з пшеничного борошна такий процес дуже корисний для якості готових продуктів. В такому випадку при висушуванні відмитої сирої клейковини вся зв'язана вода елімінує і вихід сухої клейковини не відрізняється від звичайного. При висушуванні сирої клейковини, одержаної в проведених експериментах, вихід її виявляє таку ж залежність, як і вихід сирої, що повністю виключає можливість підвищеної гідратації білків тіста під дією важких металів, а залишає тільки їх інгібуючу ферменти дію. Здатність же клейковини до розтягування не змінюється в тісті, виготовленому на дистильованій воді та на воді з домішками свинцю та нікелю, і лише в присутності катіону кальцію клейковина стає удвічі еластичнішою.

Ці результати підтверджують висновок про те, що важкі метали інгібують дію ферментів-протеаз, які не розчеплюють білки клейковини. Катіон же кальцію сильно активує ферменти, які при цьому починають активно гідролізувати білки до амінокислот, зменшують їх кількість та молекулярну масу, що надає клейковині слабкості.

Важливим критерієм якості та хлібопекарних властивостей пшеничного борошна є здатність кульки клейковини вагою 10 г до розпливання після годинного відлежування. Дані по здатності клейковини, відмитої з тіста з домішками важких металів, до розпливання наведені в таблиці 3.

Наведені дані експерименту повністю узгоджуються з попередніми – клейковина під дією катіонів важких металів закріплюється, стає менш еластичною.

Експериментальні дослідження відносної густоти розчинів желатину під дією протеолітичних ферментів пшеничного борошна наведені у таблиці 4.

Таблиця 3 – Залежність здатності до розпльвання кульки клейковини, відмитої з пшеничного борошна, від домішків катіонів важких металів

Катіон металу	Діаметр кульки, мм
без металу (контроль)	41
Pb <sup>2+</sup>	37
Ni <sup>2+</sup>	39
Ca <sup>2+</sup>	95

Таблиця 4 – Змінення відносної густоти 2%-вих розчинів желатину під дією протеаз пшеничного борошна залежно від розчинника

Розчинник	Відносна густота (η)
вода	1,6
водний розчин солі свинцю (C <sub>Pb</sub> =0,05 г/л)	1,95
водний розчин солі нікелю (C <sub>Ni</sub> =0,05 г/л)	2,05
водний розчин солі кальцію (C <sub>Ca</sub> =0,05 г/л)	1,3

Дані, одержані в результаті експерименту, узгоджуються з попередньо одержаними – відносна густота розчину желатину з добавкою пшеничного борошна без добавок катіонів важких металів значно менша порівняно з тою, яка одержана з добавками катіонів свинцю та нікелю. Напевно, ці катіони інгібують дію протеаз пшеничного борошна, які становляться менш активними і більш повільно гідролізують макромолекули желатину. Катіон кальцію, як і в попередніх дослідах, проявляє дуже велику активуючу здібність, він прискорює процес гідролізу желатину, внаслідок чого густота його розчину зменшується. Але в цьому досліді домішки катіонів свинцю значно менше гальмують процес гідролізу порівняно з катіонами нікелю. Ми пояснюємо цей факт не більшою активністю катіону нікелю як інгібітору протеаз пшеничного борошна, а додатковим процесом комплексоутворення між макромолекулою желатину та цим катіоном, що приводить до стабілізації третинної структури желатину і, як наслідок, до підвищення густоти його розчинів. Нікель належить до перехідних металів, які мають вакантні d-орбіталі, що надає йому можливість утворювати додаткові координаційні зв'язки з молекулами субстрату, тобто підвищує його комплексоутворюючу здібність. Цим і пояснюється ще більше зростання густоти розчинів желатину порівняно з домішками катіонів свинцю. Катіон же свинцю належить до р-елементів, які не мають електронних рівней з вакантними d-орбіталами, це позбавляє його властивостей до утворення координаційних зв'язків з електронозбагаченими ділянками білкових молекул желатину.

Фактично проведені експерименти свідчать про те, що білкові молекули протеолітичних ферментів зазнають денатурації під дією катіонів важких металів. Під денатурацією розуміється будь який процес, який порушує четвертинну, третинну і навіть вторинну структуру білкової молекули, змінює її просторову спіральну конфігурацію, не торкаючись ковалентного пептидного зв'язку. Але незважаючи на зберігання основного скелету молекули, її біологічні властивості втрачаються.

Експериментальні дослідження змінення оптичної щільності водних розчинів яєчного альбуміну в присутності катіонів металів з метою вивчення денатурації білку протеолітичних ферментів під дією наведених катіонів металів наведені в таблиці 5.

Таблиця 5 – Змінення оптичної щільності водних розчинів яєчного альбуміну в присутності катіонів металів

Катіон металу	Оптична щільність, D
Без металу (контроль)	0,05
Ca <sup>2+</sup>	0,03
Ni <sup>2+</sup>	0,25
Pb <sup>2+</sup>	0,38

Дані експерименту підтверджують факт денатурації білку катіонами важких металів, особливо свинцем і повністю узгоджуються з даними, одержаними при експериментах з клейковиною. Катіон кальцію сприяє стабілізації третинної структури білка і тому прозорість розчину яєчного альбуміну підвищується.

## Висновки

Проведені нами дослідження свідчать про те, що вода, забруднена домішками важких металів, зокрема, свинцю та нікелю, може спричинити погіршення газоутворюючої спроможності тістового напівфабрикату. Усі випробувані нами тести підтверджують той факт, що катіони важких металів згубно впливають на біологічну активність протеолітичних ферментів пшеничного борошна, вони позбавляють клейковину еластичності, що може негативно сказатися на білковому каркасі тіста при його випіканні і, як наслідок, на якості готового виробу. Тому забруднення води, яку використовують для приготування тіста у процесах випікання хліба, особливо катіонами важких металів, які є інгібіторами більшості ферментів, відіграє дуже важливу роль в забезпеченні якості готового виробу, що потребує ретельного контролю її чистоти.

У подальшому для розробки технологічного процесу виробництва виробів з пшеничного борошна будуть досліджені засоби підвищення якості одного із основних рецептурних компонентів – питної води.

## Список літератури

## Bibliography (transliterated)

- 1 **Аникеєва, Н. В.** Научное обоснование и разработка технологий хлебобулочных изделий функционального значения / **Н. В. Аникеєва** // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2012. – № 1. – С. 77-81.
- 2 **Коршунова, Г. Ф.** Украинское хлебопечение – перспективы развития / **Г. Ф. Коршунова** // *Вестник Меркурия*. – 2006. – № 3. – 10 с.
- 3 **Сімакова, О. О.** Разработка способов повышения качества и пищевой ценности изделий из пшеничной муки / **О. О. Сімакова, Г. В. Руденко** // *Техника и технология пищевых производств. Сборник тезисов докладов участников 6-ой международной конференции студентов и аспирантов*. – МГУП. – 2007. – 122 с.
- 4 **Семенова, Л. Я.** Вплив морської капусти на якісні показники дріжджового тіста / **Л. Я. Семенова** // *Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр.* Донецьк: ДонНУЕТ. – 2011. – № 27. – С. 239-244.
- 5 **Семенова, Л. Я.** Вплив ламінарії цукрової на якісні показники дріжджового тіста / **Л. Я. Семенова** // *Вісник ДонНУЕТ. Технічні науки*. – Донецьк: ДонНУЕТ. – 2012. – Вип. № 1 (53). – С. 153-157.
- 6 **Гридина, С. Б.** Ферментативная активность зерновых культур / **С. Б. Гридина, Е. П. Зинкевич, Т. А. Владимирцева, К. А. Забусова** // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. – 2014. – № 8. – С. 57-60.
- 7 **Теплая, Г. А.** Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды / **Г. А. Теплая** // *Астраханский вестник экологического образования*. – 2013. – № 1 (23). – С. 182-192.
- 8 **Сімакова, О. О.** Вплив води на якість хліба / **О. О. Сімакова** // *Swordl. Технічні науки*. – Одеса: Купрієнко, 2012. – Том 10. – С. 88-90.
- 9 **Сімакова, О. О.** Роль качества питьевой воды в производстве хлеба / **О. О. Сімакова, Р. П. Никифоров** // *Вісник ДонНУЕТ. Технічні науки*. – Кривий Ріг: ДонНУЕТ. – 2015. – Вип. № 2 (63). – С. 98-104.
- 10 **Буденный, М. М.** Потребителю о питьевой воде / **М. М. Буденный, В. В. Агарков, В. Н. Леншин**. – Х.: Фактор. – 2010. – 112 с.
- 11 **Волошин, М. Д.** Проблеми підвищення якості питної води / **М. Д. Волошин, О. А. Крюковська, А. В. Іванченко**; Дніпродержин. держ. техн. університет. – Дніпродержинськ: ДДТУ. – 2013. – 268 с.
- 12 Wasser für Backen, 2009, [Web]: [http://orgprints.org/8714/1/wasser\\_f%C3%BCr\\_backen.pdf](http://orgprints.org/8714/1/wasser_f%C3%BCr_backen.pdf)
- 13 **Tankyan, S. W.** Characterization of drinkink water for baking industry / **S. W. Tankyan** // *Biochemistry of baking*. – 2013. – Vol. 402/1. – P. 18 - 43. – doi:10.1016/j.bcy.2013.04.015.
- 14 **Raily, M. M.** Effects of water solutions on properties of dough / **M. M. Raily, J. P. Hawking** // *Food Sciences*. – 2008. – Vol. 45. – № 3. – P. 304-310. – doi:10.1016/j.foodscien.2008.08.048.
- 15 **Chang, J.** Enzymes and their effect on the quality of dough / **J. Chang, W. Ksiu** // *Food Sciences*. – 2011. – Vol. 15. – № 4. – P. 33-37. – doi: 14.1003/j.foodscien.2010.05.028.
- 16 **Sanamian, K. Yu.** Water chemical reactions and their effect on quality of wheat flour baking products / **K. Yu. Sanamian** // *Journal of Food Biochemistry*. – 2001. – Vol. 19, № 8. – P. 645-651. – doi:10.1053/1.347941.
- 17 **Romadon, M. F.** Oil composition of coriander (*Coriandrum sativum* L.) fruit-seeds / **M.F. Romadon, J.T. Morsel** // *European Food Research and Technology*. – 2002. – Vol.215. – № 3. – P. 204-209.
- 1 **Anikeyeva, N. V.** Nauchnoye obosnovaniye i razrabotka tekhnologiy khlebobulochnykh izdeliy funktsional'nogo znacheniya [Scientific substantiation and development of technologies of bakery products of a functional purpose]. *Zhurnal Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altay State University], 2012, **1**, 77-81.
- 2 **Korshunova, G. F.** Ukrainskoye khlebopecheniye – perspektivy razvitiya [Ukrainian Bakery - prospects of development] *Vestnik Merkuriva. Zhurnal* [Bulletin of Mercurv. Journal], 2006, **3**, 10 p.
- 3 **Simakova, O. O., Rudenko, G. V.** Razrabotka sposobov povsheniya kachestva i pishchevoy tsennosti izdeliy iz pshenichnoy muki [Developing ways to improve the quality and nutritional value of products from wheat flour]. *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. Sbornik tezisov dokladov uchastnikov 6-oy mezhdunarodnoy konferentsii studentov i aspirantov* [Abstracts of the participants of the 6th International Conference of students and graduate students], MGUP, 2007, 122 p.
- 4 **Semenova, L. Ya.** Vpliv mors'koї kapusti na yakisni pokazniki drizhdzhovogo tista [The impact of seaweed on quality indicators of dough]. *Obladnannya ta tekhnologii kharchovykh virobnitstv: temat. zb. nauk. pr.* [Equipment and technology of food production: scientific research journal], Donetsk: DonNUYET, 2011, **27**, 239-244.
- 5 **Semenova, L. Ya.** Vpliv laminarii tsukrovoi na yakisni pokazniki drizhdzhovogo tista [The impact of sugar kelp on quality indicators dough]. *Visnik DonNUYET. Tekhnichni nauky* [Bulletin of DonNUET, Technical sciences], Donetsk: DonNUYET, 2012, **1**(53), 153-157.
- 6 **Gridina, S. B., Zinkevich, Ye. P., Vladimirtseva, T. A., Zabusova, K. A.** Fermentativnaya aktivnost' zernovykh kul'tur [The enzymatic activity of cereals]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Krasnoyarsk State University], 2014, **8**, 57-60.
- 7 **Teplaya, G. A.** Tyazhelye metally kak faktor zagryazneniya okruzhayushchey sredy [Heavy metals as a factor of environmental pollution]. *Astrakhanskiy vestnik ekologicheskogo obrazovaniya*. [Astrakhan bulletin of ecological education], 2013, **1**(23), 182-192.
- 8 **Simakova, O. O.** Vpliv vody na yakist' khliba [Effect of water on quality of dough]. *Swordl. Tekhnichni nauky* [Swordl. Technical Sciences], Odesa: Kupriyenko, 2012, **10**, 88-90.
- 9 **Simakova, O. O., Nikiforov, R. P.** Rol' kachestva pit'yevoy vody v proizvodstve khleba [The role of the quality of drinking water in the production of bread]. *Visnik DonNUYET. Tekhnichni nauky* [Bulletin of DonNUET, Technical sciences], Kriviy Rih: DonNUYET, 2015, **2**(63), 98-104.
- 10 **Budennyi, M. M., Agarkov, V. V., Len'shin, V. N.** Potrebiteleyu o pit'yevoy vode [For customer about drinking water], Kharkiv: Faktor, 2010, 112 p.
- 11 **Voloshyn M. D., Kryukov's'ka, O. A., Ivanchenko, A. V.** Problemy pidvishchennya yakosti pitnoyi vody [Problems of improving the quality of drinking water]. *Dniprodzerzhyn. derzh. tekhn. Universytet* [Dniprodzerzhynsk National Technical University], Dniprodzerzhinsk: DDTU, 2013, 268 p.
- 12 Wasser für Backen, 2009, [Web]: [http://orgprints.org/8714/1/wasser\\_f%C3%BCr\\_backen.pdf](http://orgprints.org/8714/1/wasser_f%C3%BCr_backen.pdf)
- 13 **Tankyan, S. W.** Characterization of drinkink water for baking industry. *Biochemistry of baking*, 2013, **402**/1, 18-43, doi: 10.1016/j.bcy.2013.04.015.
- 14 **Raily, M. M., Hawking, J. P.** Effects of water solutions on properties of dough. *Food Sciences*, 2008, **45**(3), 304-310, doi:10.1016/j.foodscien.2008.08.048.

- 15 **Chang, J., Ksiu, W.** Enzymes and their effect on the quality of dough. *Food Sciences*, 2011, **15**(4), 33-37, doi:14.1003/j.foodscien.2010.05.028.
- 16 **Sanamian, K. Yu.** Water chemical reactions and their effect on quality of wheat flour baking products. *Journal of Food Biochemistry*, 2001, **19**(8), 645-651, doi:10.1053/1.347941.
- 17 **Romadon, M. F., Morsel, J. T.** Oil composition of coriander (*Coriandrum sativum* L.) fruit-seeds. *European Food Research and Technology*, 2002, **215**(3), 204-209.

#### Відомості про авторів (About authors)

**Сімакова Ольга Олександрівна** – кандидат технічних наук, доцент, Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського, доцент кафедри технології в ресторанному господарстві та готельної і ресторанної справи; м. Кривий Ріг, Україна; e-mail: simakovaolgaal@gmail.com.

**Olga Simakova** – Candidate of Technical Sciences, Docent, Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky, Docent of the Department of Technology in the restaurant sector and the hotel and restaurant business; Kryvyi Rih, Ukraine; e-mail: simakovaolgaal@gmail.com.

**Коренець Юрій Миколайович** – Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського, старший викладач кафедри технології в ресторанному господарстві та готельної і ресторанної справи; м. Кривий Ріг, Україна; e-mail: yuriu\_korenec@mail.ru.

**Yurii Korenets** – Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky, Senior Lecturer of the Department of Technology in the restaurant sector and the hotel and restaurant business; Kryvyi Rih, Ukraine; e-mail: yuriu\_korenec@mail.ru.

**Глушко Вікторія Олексіївна** – Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського, асистент кафедри технології в ресторанному господарстві та готельної і ресторанної справи; м. Кривий Ріг, Україна; e-mail: viki9327@mail.ru.

**Viktoriia Glushko** – Donetsk National University of Economics and Trade named after Mikhail Tugan-Baranovsky, Assistant of the Department of Technology in the restaurant sector and the hotel and restaurant business; Kryvyi Rih, Ukraine; e-mail: viki9327@mail.ru.

*Будь ласка, посилайтеся на цю статтю наступним чином:*

**Сімакова, О. О.** Дослідження та вплив якості питної води на хлібопекарні властивості пшеничного борошна / **О. О. Сімакова, Ю. М. Коренець, В. О. Глушко** // *Вісник НТУ «ХПІ»*, Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2016. – № 25 (1197). – С. 158-163. – doi:10.20998/2413-4295.2016.25.23.

*Please cite this article as:*

**Simakova, O., Korenets, Yu., Glushko, V.** Research and effect of drinking water on bread-making properties of wheat flour. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies*. – Kharkiv: NTU "KhPI", 2016, **25** (1197), 158-163, doi:10.20998/2413-4295.2016.25.23.

*Пожалуйста, ссылайтесь на эту статью следующим образом:*

**Сімакова, О. А.** Исследование и влияние качества питьевой воды на хлебопекарные свойства пшеничной муки / **О. А. Сімакова, Ю. Н. Коренець, В. А. Глушко** // *Вестник НТУ «ХПІ»*, Серія: Новые решения в современных технологиях. – Харьков: НТУ «ХПІ». – 2016. – № 25 (1197). – С. 158-163. – doi:10.20998/2413-4295.2016.25.23.

**АННОТАЦІЯ** В статті приведені результати досліджень впливу якості питної води на хлібопекарні властивості пшеничної муки. Проведені експерименти по изучению влияния тяжелых металлов, содержащихся в питьевой воде, на действие как амилолитических, так и протеолитических ферментов пшеничной муки, что играет очень важную роль в обеспечении качества готового изделия. С целью изучения денатурации белка под действием приведенных катионов металлов была разработана методика и проведен модельный эксперимент, в котором наблюдалось выпадение осадка в 2%-ных водных растворах яичного альбумина под действием этих металлов.

**Ключевые слова.** Пшеничная мука, клейковина, вода, амилолитические и протеолитические ферменты, катионы, тяжелые металлы.

Надійшла (received) 15.08.2016