

УДК 664.644.5

doi:10.20998/2413-4295.2017.32.18

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ У ВИРОБНИЦТВІ ХЛІБА

О. О. СИМАНОВА*, І. А. НАЗАРЕНКО

¹Кафедра технології в ресторанному господарстві та готельної і ресторанної справи, Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського, Кривий Ріг, УКРАЇНА

* email: Simakova@donnuet.edu.ua

АНОТАЦІЯ Були проведені експерименти з вивчення впливу важких металів на дію протеолітичних ферментів пшеничного борошна і визначенню впливу невеликого закислення води на процеси тістоведення і, отже, на якість готового хліба. Розроблено схему, що дозволяє як нейтралізувати надлишкову кислотність післямембранної води, так і збагатити її катіонами кальцію, які не тільки корисні для здоров'я у складі продукту, але й будучи активаторами ферментів, зможуть вплинути на протікання гідролітичних процесів при замісі тіста на такій воді, прискорити процеси тістоведення і поліпшити якість готового хліба. Калійкатіонування води дозволить не тільки без всяких додаткових добавок поліпшити якість готового хліба, але і значно скоротити процес тістоведення, а отже, і зменшити собівартість готового продукту. **Ключові слова:** пшеничне борошно; клейковина; вода; амілолітичні та протеолітичні ферменти; катіони; важкі метали.

INVESTIGATION OF THE IMPACT OF THE QUALITY OF DRINKING WATER ON THE PROCESS OF BREAD PRODUCTION

O. SIMAKOVA, I. NAZARENKO

¹Department 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 this article is to study the influence of drinking water quality on the properties of dough. During research were used the standard methods for determining the yield and quality of gluten, were studied proteolytic enzyme activity of wheat dough. Experiments were carried out to study the effect of heavy metals on the action of proteolytic enzymes of flour, experiments to determine the effect of slight acidification of water on a dough process and therefore on the quality of the finished bread. Was developed a scheme that allows both to neutralize the excess acidity of water after the membranes and enrich it with calcium cations that are not only good for health, but also acting as activators of enzymes and will be able to influence on the course of hydrolytic processes during dough kneading on a such water, accelerate dough processes and improve the quality of the finished bread. The developed scheme allows also to accelerate the kneading process and improve the quality of the finished bread/ Potassium-cationization of water for the production of bread will not only improve the quality of the finished bread without any additional additives, but also significantly reduce the dough process, and hence reduce the cost of the finished product. The complex of the experiments by modifying prescription water used for food production, shows that water quality plays an important role in ensuring not only the quality of the finished product, but also to reduce the costs of the process. This opens up opportunities with minimum capital investment to obtain significant economic results. This opens up a wide range of opportunities for a minimal amount of capital investment to receive significant economic results.

Keywords: wheat flour; gluten; water; amylolytic and proteolytic enzymes; cations; heavy metals.

Вступ

Протягом останніх десятиліть спостерігається постійне погіршення якості води поверхневих водойм, річок і, як наслідок цього, погіршення якості питної води. Це обумовлено декількома причинами. В першу чергу спостерігається збільшення споживання прісної води промисловими і сільськогосподарськими підприємствами, які після забруднення використаної води скидають її в поверхневу гідрографічну мережу. Особливу небезпеку становлять катіони перехідних і важких металів, що змиваються в поверхневі водойми. На жаль, велика частина забруднень не виймається сучасними міськими спорудами підготовки питної води. Наша країна має один з найнижчих показників в Європі щодо забезпечення прісною водою в розрахунку на душу населення.

Особливо гостро стоїть проблема забезпечення питною водою відповідної якості південних і східних регіонів, де населення змушене використовувати для пиття воду з дуже високою жорсткістю, що безумовно впливає на стан здоров'я. Крім того, вода використовується в якості основного рецептурного компонента при виробництві безлічі харчових продуктів, і, в першу чергу, хліба – продукту, що в даний час як і раніше становить основу харчування людини. Споживання хліба особливо зростає в ті періоди, коли з яких-небудь причин скорочується споживання харчових продуктів тваринного походження – яєць, молока, сиру, м'яса, тваринних жирів. В цей час і зростає відносно споживання зернових продуктів, в перших рядах яких стоїть хліб. Такі продукти, при виробництві яких використана недостатньо очищена питна вода, приймають в себе

забруднення, що знаходяться в ній і передають їх далі по ланцюгах харчування. Особливо небезпечні такі забруднювачі, як важкі метали, які мають кумулятивну дію, тобто накопичуються, концентруються при просуванні по трофічних ланцюгах [1]. Споживання води або продуктів з високим вмістом важких і перехідних (по валентності) металів – каталізаторів процесів різного роду порушень – може викликати катастрофічні зміни генетичного апарату, розбудити ген, що раніше «мовчав» або зупинити роботу необхідного гена, а потім і повністю змінити його функцію. Крім цього, некондиційна рецептурна вода, що містить домішки важких металів, може вплинути на якість харчової продукції, зокрема, на якість хліба [2-5]. Так, важкі метали є визнаними неконкурентними інгібіторами ферментів, які відіграють провідну роль у формуванні як пишного білого пористого м'якушки хліба, так і рум'яної ароматної скоринки.

Мета роботи

Метою роботи є дослідження якості питної води на властивості дріжджового тіста.

Виклад основного матеріалу

Нами проведені експерименти по вивченню впливу важких металів на дію протеолітичних ферментів пшеничного борошна. Як об'єкти дослідження обрані два металу – свинець і нікель в формі їх солей. Вплив катіонів цих металів на активність протеолітичних ферментів пшеничного борошна оцінювали по виходу сирі та сухої клейковини при замішуванні тіста, порівнюючи вихід клейковини з тіста, яке готували на дистильованій воді і на воді, яка містила 0,05 г/л катіонів свинцю або нікелю. Слід зазначити, що білковий комплекс клейковини тіста при замісі піддається дії ферментів-протеаз, які гідролізують білки до вільних амінокислот, які збагачують тісто, постачають азотисте харчування дріжджів і сприяють реакції Майара, наслідком якої є утворення коричневої хрусткої скоринки готового хліба. Клейковину в експериментах відмивали з тіста після його відлежування протягом півтори години. Дані експерименту наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Властивості клейковини в тісті, приготовленому на воді з домішками катіонів металів

Катіон металу	Вихід клейковини, %		Розтяжність, см
	Сирі	Сухої	
Без металу	33,0	10,2	6,8
Ca ²⁺	24,0	7,4	13,5
Ni ²⁺	36,0	11,1	6,8
Pb ²⁺	38,8	12,0	6,8

Дуже зручним способом визначення активності протеолітичних ферментів є вимір в'язкості розчинів желатину під дією препаратів, активність яких досліджується. Ми провели експеримент з вивчення в'язкості розчину желатину під дією протеолітичних ферментів пшеничного борошна в присутності катіонів свинцю і нікелю. Але дані експерименту не узгоджуються з наведеними вище – в'язкість розчину желатину в присутності катіонів металів не зменшується, а різко збільшується, особливо у випадку з нікелем. Ми пояснюємо цей факт переважним утворенням комплексів між білковими молекулами желатину, а не ферментів борошна, і катіоном металу, що призводить до стабілізації третинної структури желатину і, як наслідок, до підвищення в'язкості його розчинів. Нікель відноситься до перехідних металів, які мають вакантні d-орбіталі, що дає йому можливість утворювати додаткові координаційні зв'язки з молекулами субстрату, тобто підвищує його комплексоутворюючу активність. Цим і пояснюється ще більше збільшення в'язкості розчинів желатину в порівнянні з домішками катіонів свинцю. Описаний вище метод виявився непридатним для визначення дії ферментів у присутності важких металів, і взагалі, в присутності великої кількості речовин, які утворюють комплекси з білковими молекулами. З метою вивчення денатурації білка під дією наведених катіонів металів нами була розроблена методика і проведено модельні експерименти, в яких ми спостерігали випадання осаду в 2%-их водних розчинах яєчного альбуміну під дією цих металів. Випадання осаду характерно для протікання процесу денатурації білка, коли порушується його третинна і частково вторинна структура, молекула втрачає впорядковану спіральну конфігурацію і стає хаотичним нагромадженням клубків і петель.

Найбільш сучасними методами очищення води від солей, в тому числі і від солей важких металів, є мембранні методи, до яких відноситься зворотний осмос, електродіаліз і т.д. Ці методи дозволяють отримати без значних енергетичних витрат чисту, корисну для здоров'я воду. Єдиною особливістю цієї води є досить низьке значення рН (рН=4,5) через неселективність мембран щодо вуглекислоти, яка накопичується в перміаті. Нами проведені експерименти щодо визначення впливу цього невеликого закислення води на процеси тістотворення і, отже, на якість готового хліба. Критерієм оцінки ходу тістотворення вважали вихід сирі та сухої клейковини при замішуванні тіста, яке готували на дистильованій воді і на воді після мембранної очистки, що має рН=4,5. Слід зазначити, що білковий комплекс клейковини тіста при замісі піддається дії ферментів-протеаз, які гідролізують білки до вільних амінокислот, які збагачують тісто, постачають азотисте харчування дріжджів і сприяють реакції Майара, наслідком якої є утворення коричневої

хрусткої скоринки готового хліба. Дані експерименту наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 - Властивості клейковини в тісті, приготовленому на воді після мембранної очистки

Дослід	Вихід клейковини, %		Розтяжність, см
	Сирої	Сухої	
Дист. вода (контроль)	33,0	10,2	6,8
Вода після мембранної очистки	31,2	11,0	6,7

Нами розроблена схема, що дозволяє як нейтралізувати надлишкову кислотність післямембранної води, так і збагатити її катіонами кальцію, які не тільки корисні для здоров'я в складі продукту, але і будучи активаторами ферментів, зможуть вплинути на перебіг гідролітичних процесів при замішуванні тіста на такій воді, прискорити процеси тістоведення і поліпшити якість готового хліба. Відповідно до цієї схеми вода після мембранної очистки пропускається через шар подрібненого карбонату кальцію, в результаті чого відбувається реакція між надлишковою вуглекислою в воді і карбонатом кальцію, вода при цьому насичується розчинним бікарбонатом кальцію і набуває фізіологічне значення рН, що дорівнює 6,5. Використовуючи підготовлену таким чином воду, ми вивчили її вплив на кількість і якість клейковини, відмитой з тіста. Дані експерименту наведені в табл. 3.

Таблиця 3 - Властивості клейковини в тісті, приготовленому на воді, збагаченої катіонами кальцію

Дослід	Вихід клейковини, %		Розтяжність, см
	Сирої	Сухої	
Дист. вода (контроль)	33,0	10,2	6,8
Ca ²⁺	24,0	7,4	13,5

Очищення води від важких металів може здійснюватися й іншим способом – з використанням як природних, так і синтетичних сорбентів [6,7]. Найбільш широко в світі застосовується іонообмінна очистка води, пов'язана з процесом пом'якшення. При цьому в воду додається катіон натрію, з приводу якого існують деякі застереження. Нами запропонований спосіб регенерації сорбенту не хлоридом натрію, як це повсюдно прийнято, а хлоридом кальцію. При цьому при пропусненні води таким чином через підготовлений катіоніт очищена вода буде збагачуватися замість катіонів натрію катіонами кальцію, що грають величезну фізіологічну роль, зокрема в забезпеченні нормальної роботи серцевого м'яза. Як же калійкатіонізована вода позначається на поведінці білкового комплексу

пшеничного борошна? З метою відповіді на це питання нами були проведені вищеописані експерименти з вивчення клейковини тіста, приготованого на калійкатіонізованій воді. Результати експерименту наведені в таблиці 4.

Таблиця 4 – Властивості клейковини в тісті, приготовленому на калійкатіонізованій воді

Дослід	Вихід клейковини, %		Розтяжність, см
	Сирої	Сухої	
Дист. вода (контроль)	33,0	10,2	6,8
Калійкатіонізована вода	35,1	8,4	6,7

Обговорення результатів

Наведені дані експерименту свідчать про те, що вихід сирої клейковини в тісті, яке було приготовлено на воді з домішками важких металів – свинцю і нікелю, значно збільшився в порівнянні з тістом, приготованим 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, частіше за все, з сульфгідрильними групами SH, що порушує третинну структуру ферменту і призводить до його денатурації і втрати активності [8]. З даних експерименту видно, що свинець є більш сильним інгібітором протеаз, що пов'язано швидше за все з тим, що він є більш сильним окислювачем в порівнянні з нікелем і тому більш активно взаємодіє з групами SH, які мають відновні властивості. З метою порівняння нами був проведений експеримент з клейковиною, відмитой з тіста, приготованого на воді з добавкою відомого активатора ферментів – катіона кальцію – в концентрації теж 0,05 г/л у перерахунку на метал. Вихід клейковини різко зменшився, що свідчить про прискорення дії протеолітичних ферментів під впливом кальцію, який бере участь в стабілізації третинної структури ферменту і утворення активного фермент-субстратного комплексу. Поряд з виходом сирої клейковини, ми контролювали вихід сухої клейковини і її розтяжність, яка прогнозує еластичність білкового каркаса хліба при випічці тістової заготовки. Вихід сухої клейковини має дуже важливе значення для оцінки процесів, які протікають в білковому комплексі пшеничного борошна, так як під впливом деяких речовин може підвищуватися здатність білкових молекул до агрегування навколо них молекул води. При цьому підвищується гідратація білків клейковини, вона стає здатною утримувати більше зв'язаної води і вихід сирої клейковини збільшується. У технології виробництва виробів з пшеничного борошна такий процес дуже корисний для якості готових продуктів. У такому

випадку при висушуванні відмитої сирої клейковини вся зв'язана вода елімінує і вихід сухої клейковини не відрізняється від звичайного. При висушуванні сирої клейковини, отриманої в проведених експериментах вихід її проявляє таку ж закономірність, як і вихід сухої, що повністю виключає можливість підвищеної гідратації білків тіста, а залишає тільки їх інгібуючу ферменти дію. Розтяжність ж клейковини не змінюється в тісті, приготовленому на дистильованій воді і на воді з домішками свинцю і нікелю, і тільки в присутності іона кальцію клейковина стає вдвічі більше еластичною. Ці результати підтверджують висновок про те, що важкі метали інгібують дію ферментів-протеаз, що не розщеплюють білок клейковини. Катіон ж кальцію сильно активує ферменти, які при цьому починають ефективно гідролізувати білки до амінокислот, зменшують їх кількість і молекулярну масу, що надає слабкість клейковині.

Наявність невеликого закислення води вуглекислою після мембранної очистки сприяє пригніченню дії протеолітичних ферментів в тісті, хоча і в невеликій мірі. При цьому клейковина стає більш пружною, що може позначитися на пишності м'якушки. Крім того, в такій воді відсутні катіони кальцію, які є активаторами ферментів і необхідні для здоров'я людини.

Показано, що визнаний активатор ферментів катіон кальцію і в даному випадку значно активізував гідролітичні процеси, що протікають в білковому комплексі тіста із пшеничного борошна. Про це свідчить значне зменшення виходу сирої, і в ще більшому ступені сухої клейковини. З одного боку, це може зіграти позитивну роль при виробництві хліба – посилення активності гідролітичних процесів в тісті дозволить значною мірою зменшити час здійснення процесу тістovedення, а це в свою чергу допоможе заощадити енерговитрати і знизити собівартість продукту. З іншого ж боку, така активність ферментного комплексу тіста може привести до значного ослаблення його клейковини, що може позначитися на якості хліба [9,10]. Однак в будь-якому випадку, регулюючи тривалість контакту післямембранної води з карбонатом кальцію, можна знайти оптимальне рішення.

Дані експерименту з вивчення клейковини тіста, приготованого на калікатіонізованій воді докорінно відрізняються від описаних вище – вихід сирої клейковини відчутно збільшується, але при цьому вихід сухої – так само значно зменшується. Ці на перший погляд суперечливі дані легко пояснюються. Певне, катіон калію позитивно впливає на гідратацію клейковини – молекули білка в досліджуваній реакційній суміші набувають таку конформацію, при якій їх гідрофільні функціональні групи стають доступними для утворення водневих зв'язків з водою, яка міцно утримується всім білковим комплексом. Це надзвичайно позитивний процес в технології хлібopечення, особливо цінується

технологами. З метою збільшення здатності клейковини до гідратації у всьому світі проводяться роботи з пошуку добавок, які б забезпечували легке зв'язування води молекулами білка клейковини. Зменшення ж виходу сухої клейковини свідчить про активацію гідролітичних процесів в тісті, які призводять до збільшення моноцукрів і амінокислот в тістовому напівфабрикаті, від яких безпосередньо залежить швидкість дозрівання дріжджового тіста. Таким чином, калікатіонізування води, використовуваної для виробництва хліба, дозволить не тільки без всяких додаткових добавок поліпшити якість готового хліба, а й значно скоротити процес тістovedення, а отже, і зменшити собівартість готового продукту.

Висновки

Комплекс проведених експериментів по модифікації рецептурної води, використовуваної для виробництва хліба, показує, що якість води грає величезну роль в забезпеченні не тільки якості готового продукту, але і в зниженні витрат на проведення технологічного процесу. Це відкриває широкі можливості при мінімальних капітальних вкладеннях отримувати значний економічний результат.

Список літератури

1. **Теплая, Г.А.** Тяжелые металлы как фактор загрязнения окружающей среды / **Г.А. Теплая** // *Журнал Астраханский вестник экологического образования*. – 2013. – № 1 (23). – С. 182-192.
2. **Аникеева, Н. В.** Научное обоснование и разработка технологий хлебоулучшителей функционального значения / **Н. В. Аникеева** // *Журнал Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2012. – № 1. – С. 77-81.
3. **Сімакова, О. О.** Вплив води на якість хліба / **О. О. Сімакова** // *Swordl. Технічні науки*. - Одеса: Купрієнко, 2012. - Том 10. - С. 88-90.
4. **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), 158-163. - doi: 10.209998/2413-4295.2016.25.23.
5. Wasser für Backen [Електронний ресурс]. – 2009. – Режим доступу: http://orgprints.org/8714/1/wasser_f%C3%BCr_backen.pdf.
6. **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.
7. **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.
8. **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.
9. **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.
10. **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.
4. **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.
5. Wasser für Backen [Water for baking: electronic resource], 2009, access: http://orgprints.org/8714/1/wasser_f%C3%BCr_backen.pdf.

Bibliography (transliterated)

- 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.
- Teplaya, G. A.** Tyazhelye metally kak faktor zagryazneniya okruzhayushchey sredy [Heavy metals as a factor of environmental pollution]. *Zhurnal Astrakhanskiy vestnik ekologicheskogo obrazovaniya. [Astrakhan bulletin of ecological education]*, 2013, **1** (23), 182-192.
- 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.
- 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.
- Raily, M. M.** Effects of water solutions on properties of dough. *Food Sciences*, 2008, **45**(3), 304-310, doi: 10.1016/j.foodscien.2008.08.048.
- Chang, J.** Enzymes and their effect on the quality of dough. *Food Sciences*, 2011, **15**(4), doi: 14.1003/j.foodscien.2010.05.028.
- Sanamian, K. Yu.** Water chemical reactions and t heir effect on quality of wheat flour baking products. *Journal of Food Biochemistry*, 2001, **19**(8), 645-651, doi: 10.1053/1.347941.
- Romadon, M.F.** 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: Simakova@donnuet.edu.ua.

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: Simakova@donnuet.edu.ua.

Назаренко Ірина Анатоліївна – кандидат технічних наук, 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: Nazarenko@donnuet.edu.ua.

Iryna Nazarenko – Candidate of Technical Sciences, 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: Nazarenko@donnuet.edu.ua.

Будь ласка, посилайтеся на цю статтю наступним чином:

Сімакова, О. О. Дослідження якості питної води у виробництві хліба / **О. О. Сімакова, І. А. Назаренко** // *Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях*. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2017. - №32 (1254). – С. 112-116. – doi:10.20998/2413-4295.2017.32.18.

Please cite this article as:

Simakova, O., Nazarenko, I. Investigation of the impact of the qualitu of drinking water on the process of bread production. *Bulletin of NTU «KhPI». Series: New solutions in modern technologies*. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2017, **32** (1254), 112–116, doi:10.20998/2413-4295.2017.32.18.

Пожалуйста, ссылайтесь на эту статью следующим образом:

Сімакова, О. А. Исследование качества питьевой воды в производстве хлеба / **О. А. Сімакова, І. А. Назаренко** // *Вестник НТУ «ХПИ», Серия: Новые решения в современных технологиях*. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2017. - №32 (1254). – С. 112-116. – doi:10.20998/2413-4295.2017.32.18.

АННОТАЦИЯ Проведены эксперименты по изучению влияния тяжелых металлов на действие протеолитических ферментов пшеничной муки и определению влияния небольшого закисления воды на процессы тестоведения и, следовательно, на качество готового хлеба. Разработана схема, позволяющая как нейтрализовать избыточную кислотность постемембранной воды, так и обогатить ее катионами кальция, которые не только полезны для здоровья в составе продукта, но и являясь активаторами ферментов, смогут повлиять на протекание гидролитических процессов при замесе теста на такой воде, ускорить процессы тестоведения, улучшить качество готового хлеба и уменьшить себестоимость готового продукта.

Ключевые слова: пшеничная мука; клейковина; вода; амилолитические и протеолитические ферменты; катионы; тяжелые металлы.

Поступила (received) 08.09.2017