

## ДОСЛІДЖЕННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДРІЖДЖОВОГО ТІСТА ПРОТЯГОМ ФЕРМЕНТАЦІЇ

С. Ю. ПОПОВА\*, А. В. СЛАЩЕВА

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

\*email: rez\_ok@mail.ru.

**АНОТАЦІЯ** У роботі доведена перспективність використання сухої картопляної добавки (СКД) із вторинних продуктів переробки картоплі (ВППК) в технологіях виробів із дріжджового тіста. Встановлено, що використання СКД поліпшує фізичні та структурно-механічні властивості дріжджового тіста під час розстоювання. Досліджено вплив добавки на зміни напруження зсуву та в'язкості зразків тіста із додаванням СКД залежно від тривалості розстоювання та сорту борошна. Встановлено, що зміни в в'язкості однакові як для контрольних зразків тіста з борошна обох досліджуваних партій, так і з додаванням СКД, що свідчить про можливість використання добавки різної концентрації без суттєвих змін структурно-механічних властивостей тіста.

**Ключові слова:** вторинні продукти переробки картоплі; суха картопляна добавка; реологічні властивості; структурно-механічні властивості; технологічний процес; дріжджове тісто.

## THE STUDY OF RHEOLOGICAL PROPERTIES OF DOUGH DURING FERMENTATION

S. Yu. POPOVA\*, A. V. SLASHCHEVA

Department of restaurant business technology and hotel and catering, Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky, Kryvyi Rih, UKRAINE.

**ABSTRACT** The purpose of the research was the substantiation of rational concentration of dry potato supplements from the point of view of the rheological properties of dough.

Studies conducted in model systems yeast dough obtained by the accelerated method. Express technology due to pre-activation of yeast (*Saccharomyces cerevisia* is) in a nutrient medium consisting of water and dry additives from the secondary products of processing of potatoes.

The study on the determination of the viscosity and shear stress of the dough depending on the concentration of the dry additive and potato flours. The results of experimental studies of all samples showed that they possess stable structure, which destruction begins only after reaching a certain voltage. Therefore, the investigated test specimen with dry potato Supplement have a stable structure, which ensures that no sticking of the dough on the working bodies of technological equipment and promotes efficiency.

It is proved that the use of a dry potato additives in a concentration of 5 % by weight of flour contributes to dough with a stable rheological performance.

The obtained results can be used in the baking industry with the aim of intensification of the process of production of yeast dough.

**Keywords:** secondary products of processing of potatoes; potato dry additive; rheological properties; structural and mechanical properties; technological process; yeast dough.

### Вступ

В практиці світового хлібопекарського виробництва економічно розвинених країн все більшого розвитку набуває впровадження нових інтенсивних технологій [1, 2], орієнтованих на пекарні невеликої потужності та міні-пекарні. Ці технології більш гнучкі, ніж традиційні, дозволяють оперативну реагувати на вимоги ринку у задоволенні населення свіжими виробами [3].

Актуальність даної роботи обумовлена необхідністю створення прискореної технології дріжджового тіста для хлібопекарної промисловості шляхом використання добавки із ВППК як джерела легкозасвоюваних цукрів [4], що дозволяє форсувати технологічний процес тістоутворення за рахунок попередньої активації дріжджів [5]. Використання

добавки із ВППК в технологіях хлібобулочних виробів з дріжджового тіста дозволить не тільки раціонально використовувати сировинні ресурси, а й створити прискорену технологію дріжджового тіста без використання небезпечних речовин.

Раціональне використання ВППК привертає увагу дослідників з усього світу, тому що вони є цінним джерелом клітковини та рослинного білку, а також редукуючих цукрів і крохмалю [6]. Як правило, у цілому дослідники відзначають позитивний вплив ВППК на реологічні властивості хліба. Наприклад, додавання картопляного борошна (максимальна кількість добавки – 35% до маси пшеничного борошна) сприяє підвищенню гігроскопічності, газоутворювальної здатності, загального об'єму CO<sub>2</sub> [7]. Польські дослідники відзначають, що додавання картопляного білка у кількості 2-10% призводить до

зменшення щільності м'якучки хліба та збільшення об'єму хліба [8].

Використання добавок рослинного та тваринного походження в технологіях дріжджового тіста дозволяють підвищити харчову цінність та розширити асортимент хлібобулочних виробів [9, 10]. Проте, натуральних добавки, як правило, містять цілий комплекс речовин, які впливають на реологічні [11, 12] та технологічні [13] властивості тіста. Тому введення будь-яких добавок потребує ретельного вивчення їх впливу на реологічні показники тіста, що дозволяє прогнозувати якісні та органолептичні властивості нових видів хлібобулочних виробів [14].

Таким чином, використання СКД, отриманої із ВППК, для розробки прискореної технології дріжджового тіста потребує досліджень впливу кількості добавки на структурно-механічні показники тіста в процесі ферментації.

### Мета роботи

Метою експериментальних досліджень було встановлення зміни кількісних значень напруження зсуву та в'язкості зразків тіста з додаванням СКД в залежності від концентрації добавки та сорту борошна від тривалості розстоювання.

Відповідно до мети було визначено наступні задачі:

- дослідження структурно-механічних показників якості дріжджового напівфабрикату у залежності від концентрації сухої картопляної добавки;
- дослідження структурно-механічних показників якості дріжджового напівфабрикату у залежності від сорту борошна.

### Виклад основного матеріалу

Формування фізичних властивостей тіста залежить від багатьох факторів, в основному від співвідношення біополімерів борошна, стану його білково-протеїнового комплексу та від рецептури тіста. СКД містить білки та крохмаль, які можуть суттєво впливати на формування реологічних властивостей тіста. Окрім того, СКД оброблено лимонною кислотою яка значним чином змінює стан білкових речовин. Із зазначеного вище випливає доцільність дослідження впливу СКД та її концентрації на реологічні властивості дріжджового тіста. Також для організації і корекції технологічного процесу необхідно враховувати хлібопекарні властивості борошна, тому доцільним є дослідження реологічних властивостей дріжджового тіста від сорту борошна.

Експериментальні дослідження проводили за допомогою віскозиметру Rheotest RN4.1, який забезпечив можливість одержання абсолютних значень показників за швидкостей зсуву 0,3-6,5 с<sup>-1</sup>.

Визначення в'язкості та напруги зсуву дріжджового тіста контрольного зразка вологістю 38% та досліджуваних зразків з додаванням СКД у концентрації 1; 3 та 5% до маси борошна (досліди зразків тіста з концентрацією СКД 7% не проводили

із врахуванням незадовільних результатів органолептичних властивостей даних зразків).

Температура зразків (32°C) була однорідною по всьому об'єму, коливання температури склали 0,1°C протягом експерименту, зразки мали однорідну консистенцію.

При визначенні органолептичних показників якості досліджуваних зразків було встановлено, що при внесенні СКД у концентрації 5% до маси борошна ці показники не поступалися контрольним зразкам. Таким чином, вважаємо раціональним внесення СКД у кількості 5% до маси борошна, оскільки ця концентрація не погіршує органолептичні показники та покращує реологічні властивості тіста, а також сприяє скороченню часу дозрівання тіста.

Задачею експериментальних досліджень було встановлення зміни напруження зсуву та в'язкості зразків тіста із додаванням СКД у концентрації 5% до маси борошна партій №1 (вищий сорт) та №2 (I сорт) залежно від тривалості ферментації. На рис. 1-4 наведено криві зміни напруження зсуву залежно від швидкості зсуву та тривалості дозрівання.

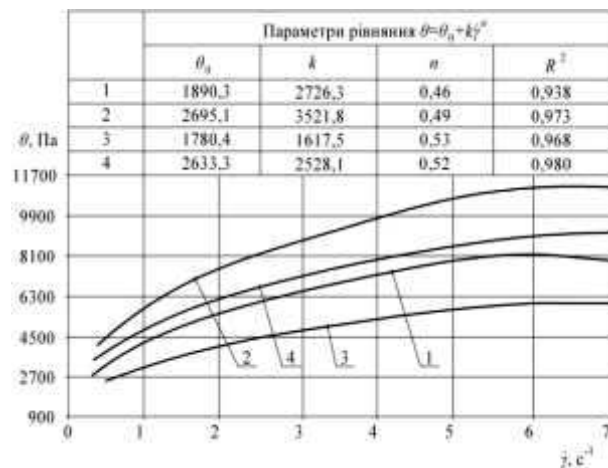


Рис. 1 – Залежність напруги зсуву від швидкості зсуву після замішування тіста

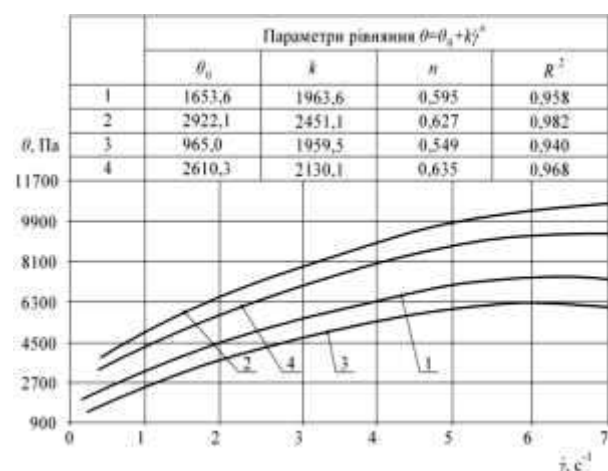


Рис. 2 – Залежність напруги зсуву від швидкості зсуву після 45-60 с ферментації

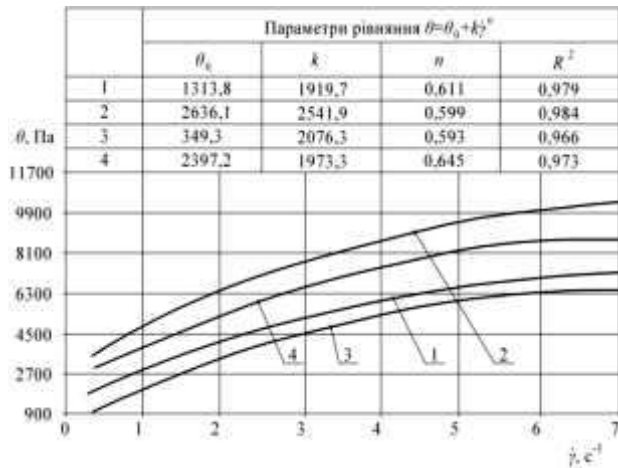


Рис. 3 – Залежність напруги зсуву від швидкості зсуву після 90-60 с ферментації

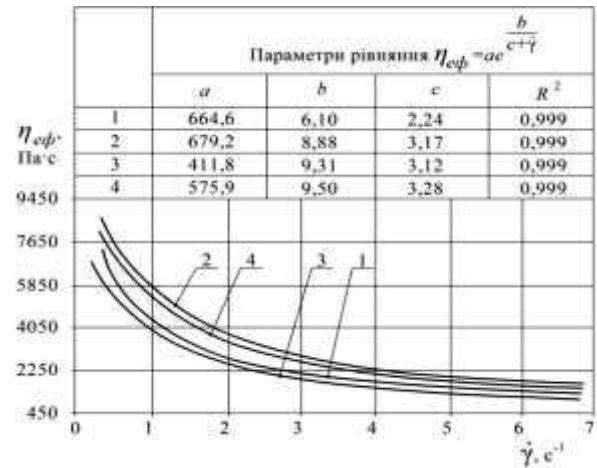


Рис. 6 – Залежність ефективної в'язкості від швидкості зсуву після 45-60 с ферментації

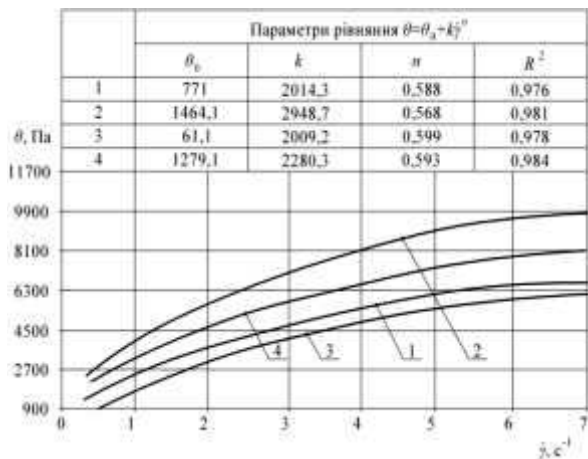


Рис. 4 – Залежність напруги зсуву від швидкості зсуву після 135-60 с ферментації

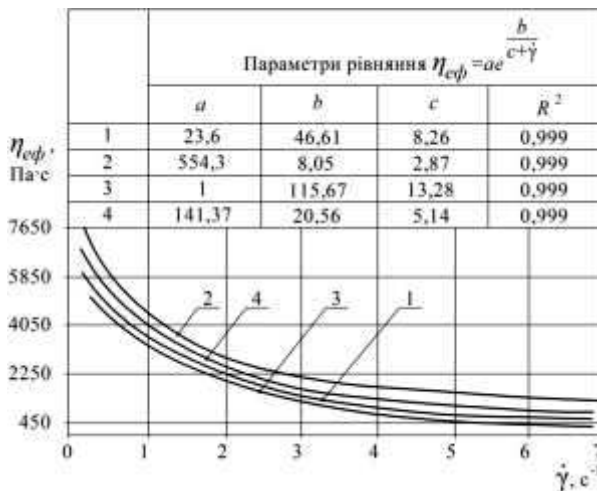


Рис. 7 – Залежність ефективної в'язкості від швидкості зсуву після 90-60 с ферментації

На рис. 5–8 наведено криві зміни ефективної в'язкості залежно від швидкості зсуву та тривалості дозрівання.

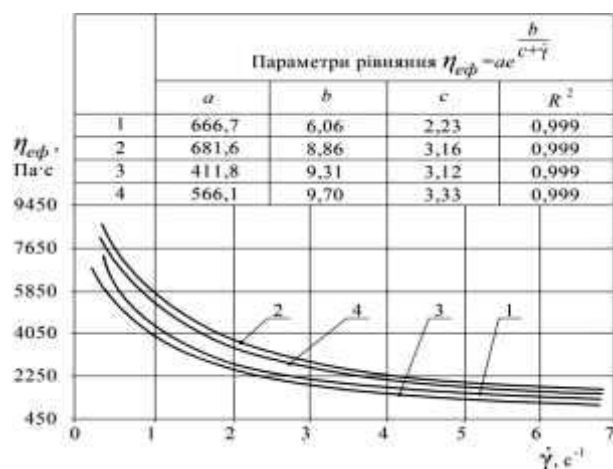


Рис. 5 – Залежність ефективної в'язкості від швидкості зсуву після замішування тіста

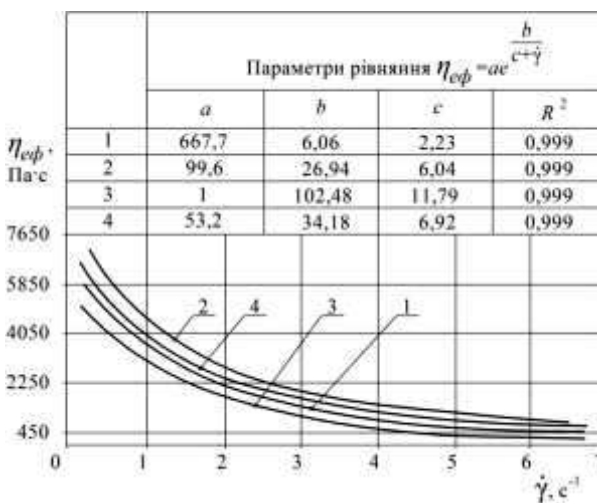


Рис. 8 – Залежність ефективної в'язкості від швидкості зсуву після 135-60 с ферментації

де: 1 – контроль (борошно партії №1); 2 – зразок з додаванням СКД 5% до маси борошна партії №1; 3 – контроль (борошно партії №2); 4 – зразок з додаванням СКД 5% до маси борошна партії №2

Характер зміни напруження зсуву (рис. 1 – 4) для всіх зразків залишається постійним: зі збільшенням швидкості напруження зсуву зростає. При швидкості зсуву  $6,5 \text{ с}^{-1}$  значення напруження зсуву при тривалості розстоювання від 0 до  $135 \cdot 60 \text{ с}$  зменшуються на 18%. Вплив тривалості розстоювання від сорту борошна зменшується зі збільшенням швидкості зсуву.

З графіків (рис. 5 – 8) видно, що зі збільшенням швидкості зсуву в'язкість тіста при будь-якій тривалості вистоювання зменшується для всіх зразків. По мірі збільшення часу вистоювання в'язкість також зменшується. Закономірність зміни в'язкості однакова для контрольних зразків тіста з борошна обох досліджуваних партій, так і з додаванням СКД 5% до маси борошна.

Таким чином, досліджувані зразки тіста з СКД мають стійку структуру, що забезпечить відсутність налипання тіста на робочі органи технологічного обладнання та сприятиме ефективності його роботи.

### Обговорення результатів

В роботі запропоновано використання СКД, отриманої із ВППК у якості активатора дріжджового середовища, яка сприяє інтенсифікації процесу тістоведіння на  $(60 \dots 90) \cdot 60 \text{ с}$ . Досліджено реологічні властивості тістових напівфабрикатів, контрольного та досліджуваних зразків.

В результаті проведених досліджень реологічних властивостей дріжджового тіста під час ферментації встановлено, що додавання СКД до рецептурного складу дріжджового тіста сприяє укріпленню клейковинного каркасу просторової сітки тістових напівфабрикатів. Укріплення тіста знаходить своє відображення в підвищенні стабільності тіста з додаванням СКД та зменшенню його розрідження. Також, процес укріплення тіста сприяє підвищенню показників розтяжності та енергії тіста в процесі ферментації.

### Висновки

Додавання у тісто СКД незначним чином впливає на показники ефективної в'язкості, а залежно від концентрації добавки значення напружень зсуву за однієї швидкості зростають, оскільки напруження зсуву є найбільш чутливою характеристикою змін властивостей сировини. Зі збільшенням вмісту добавки спостерігається покращення показників формоутримуючої здатності. При підвищенні процентного вмісту СКД збільшуються абсолютні значення величин ефективної в'язкості та напруги зсуву тіста у порівнянні з контрольним зразком. Також встановлено, що реологічні показники якості

дріжджового напівфабрикату виробленого із вищого та I сортів борошна коливаються у невеликих діапазонах.

На даному етапі досліджень оптимальною концентрацією СКД до маси борошна виявлено 5 %. Розроблена прискорена технологія дріжджового тіста із використанням СКД дозволить налагодити випуск широкого асортименту продукції на підприємствах невеликої потужності.

У подальших дослідженнях планується встановлення впливу СКД на споживчі властивості виробів виготовлених за прискореною технологією із додаванням СКД.

### Список літератури

- 1 **Cauvain, S. P.** Bread: Breadmaking processes / **S. P. Cauvain** // *Encyclopedia of food and health*. – 2016. – P. 478–483. – doi: 10.1016/b978-0-12-384947-2.00087-8.
- 2 **Лебеденко, Т. Є.** Удосконалення процесу активації дріжджів шляхом використання фітодобавок / **Т. Є. Лебеденко, В. О. Кожевникова, Н. Ю. Соколова** // *Харчова наука і технологія*. – 2015. – № 2 (31). – С. 25–33. – doi: 10.15673/2073–8684.31/2015.44264.
- 3 **Huang, S.** Optional ingredients for dough / **S. Huang, D. Miskelly** // *Steamed breads*. – 2016. – P. 47–63. – doi: 10.1016/b978-0-08-100715-0.00004-5.
- 4 **Попова, С. Ю.** Дослідження фракційного складу цукрів вторинних продуктів переробки картоплі / **С. Ю. Попова** // *Східно-Європейський журнал передових технологій: науковий журнал*. – 2015. – № 5/6 (77). – С. 23–29. – doi: 10.15587/1729-4061.2015.51551.
- 5 **Попова, С. Ю.** Оптимізація процесу попередньої активації дріжджів / **С. Ю. Попова, Р. П. Никифоров, А. В. Слащева** // *Технологічний аудит і резерви виробництва*. – 2015. – Т. 5, № 4 (25). – С. 29–35. – doi: 10.15587/2312–8372.2015.51760.
- 6 **Mushtaq, Q.** Potato peels: a potential food waste for amylase production / **Q. Mushtaq, M. Irfan, F. Tabssum, J. I. Qazi** // *Journal of Food Process Engineering*. – 2016. – №10. – P. 345–352. – doi: 10.1111/jfpe.12512.
- 7 **Xing-li, Liu.** Influence of potato flour on dough rheological properties and quality of steamed bread / **Liu Xing-li, Mu Tai-hua, Sun Hong-nan, Chen Jing-wang** // *Journal of Integrative Agriculture*. – 2016. – Vol. 11. – P. 2666–2676. – doi: 10.1016/S2095-3119(16)61388-6.
- 8 **Witczak, T.** Rheology of gluten-free dough and physical characteristics of bread with potato protein / **T. Witczak, L. Juszcak, R. Ziobro, Ja. Korus** // *Journal of Food Process Engineering*. – 2016. – Vol. 9. – P. 345–352. – doi: 10.1111/jfpe.12491.
- 9 **Heertje, I.** Structure and function of food products: a review / **I. Heertje** // *Food Structure*. – 2014. – Vol. 1 (1). – P. 3–23. – doi: 10.1016/j.foostr.2013.06.001.
- 10 **Лебеденко, Т. Є.** Современные представления о пищевой ценности хлебо-булочных изделий. Основные направления для их коррекции / **Т. Е. Лебеденко, В. А. Кожевникова, Н. Ю. Соколова** // *Зернові продукти і комбікорми*. – 2015. – № 2 (58). – С. 25–33. – doi: 10.15673/2313-478x.58/2015.46011.
- 11 **Ronda, F.** Rheological properties of gluten-free bread doughs: relationship with bread quality / **F. Ronda, S. Pérez-Quirce, M. Villanueva** // *Advances in Food*

- Rheology and Its Applications*. – 2016. – P. 297–334. – doi: 10.1016/b978-0-08-100431-9.00012-7.
- 12 **Sanz, T.** Creep-recovery and oscillatory rheology of flour-based systems / **T. Sanz, A. Salvador, M. J. Hernández** // *Advances in Food Rheology and Its Applications*. – 2016. – P. 277–295. – doi: 10.1016/b978-0-08-100431-9.00011-5.
- 13 **Slashcheva, A.** Study of the protein-carbohydrate mix effect on the technological properties of short yeast-leavened dough / **A. Slashcheva, R. Nykyforov, S. Popova, Yu. Korenets** // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2016. – Vol. 2, Issue 11 (80). – P. 24–31. – doi: 10.15587/1729-4061.2016.64294
- 14 **Hadiyanto Asselman, A.** Quality prediction of bakery products in the initial phase of process design / **A. Hadiyanto Asselman, G. V. Straten, R. M. Boom, D. C. Esveld, A. J. B. V. Boxtel** // *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. – 2007. – № 8 (2). – P. 285–298. – doi: 10.1016/j.ifset.2007.01.006
- 6 **Mushtaq, Q., Irfan, M., Tabssum, F., Qazi, J. I.** Potato peels: a potential food waste for amylase production. *Journal of Food Process Engineering*, 2016, **10**, 345–352. doi: 10.1111/jfpe.12512.
- 7 **Xing-li Liu, Tai-hua Mu, Hong-nan Sun, Jing-wang Chen** Influence of potato flour on dough rheological properties and quality of steamed bread. *Journal of Integrative Agriculture*, 2016, **11**, 2666–2676, doi: 10.1016/S2095-3119(16)61388-6.
- 8 **Witczak, T., Juszcak, L., Ziobro, R., Korus, Ja.** Rheology of gluten-free dough and physical characteristics of bread with potato protein. *Journal of Food Process Engineering*, 2016, **9**, 345–352, doi: 10.1111/jfpe.12491.
- 9 **Heertje, I.** Structure and function of food products: a review. *Food Structure*, 2014, **1** (1), 3–23, doi: 10.1016/j.foostr.2013.06.001.
- 10 **Lebedenko, T. E., Kozhevnikova, V. O., Sokolova, N. Yu.** Modern ideas about the nutritional value of bakery products. The main directions of their correction. *Grain products and mixed fodders*, 2015, **2** (58), 19–25. doi: 10.15673/2313-478x.58/2015.46011.
- 11 **Ronda, F., Pérez-Quirce, S., Villanueva, M.** Rheological properties of gluten-free bread doughs: relationship with bread quality. *Advances in Food Rheology and Its Applications*, 2016, 297–334, doi: 10.1016/b978-0-08-100431-9.00012-7.
- 12 **Sanz, T., Salvador, A., Hernández, M. J.** Creep-recovery and oscillatory rheology of flour-based systems. *Advances in Food Rheology and Its Applications*, 2016, 277–295, doi: 10.1016/b978-0-08-100431-9.00011-5.
- 13 **Slashcheva, A., Nykyforov, R., Popova, S., Korenets, Yu.** Study of the protein-carbohydrate mix effect on the technological properties of short yeast-leavened dough. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2016, **2** (11/80), 24–31, doi: 10.15587/1729-4061.2016.64294.
- 14 **Hadiyanto Asselman, A., Straten, G. V., Boom, R. M., Esveld, D. C., Boxtel, A. J. B. V.** Quality prediction of bakery products in the initial phase of process design. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2007, **8** (2), 285–298, doi: 10.1016/j.ifset.2007.01.006.

#### Bibliography (transliterated)

- 1 **Cauvain, S. P.** Bread: Breadmaking processes. *Encyclopedia of food and health*, 2016, 478–483. doi: 10.1016/b978-0-12-384947-2.00087-8.
- 2 **Lebedenko, T. E., Kozhevnikova, V. O., Sokolova, N. Yu.** Improving the activation process of the yeast through the use of herbal supplements. *Food science and technology*, 2015, **2** (31), 25–33, doi: 10.15673/2073-8684.31/2015.44264
- 3 **Huang, S., Miskelly, D.** Optional ingredients for dough. *Steamed breads*, 2016, 47–63. doi: 10.1016/b978-0-08-100715-0.00004-5
- 4 **Popova, S. Ju.** Study of fractional composition of carbohydrates, secondary products of processing of potatoes *East European journal of advanced technologies: scientific journal*, 2015, **5/6** (77), 23–29, doi: 10.15587/1729-4061.2015.51551.
- 5 **Popova, S. Ju., Nykyforov, R. P., Slashcheva, A. V.** Pre-activation optimization of the yeast. *Technology Audit and Production Reserves*, 2015, **5** (4/25), 29–35, doi: 10.15587/2312- 8372.2015.51760.

#### Відомості про авторів (About authors)

**Попова Світлана Юрївна** – к.т.н., доцент, «Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського», доцент кафедри технологій в ресторанному господарстві та готельної і ресторанної справи, м. Кривий Ріг, Україна, e-mail: rez\_ok@mail.ru.

**Popova Svitlana** – PhD, Associate Professor, Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky, associate professor department of restaurant business technology and hotel and catering, Kryvyi Rih, Ukraine, e-mail: rez\_ok@mail.ru

**Слащева Аліна В'ячеславівна** – кандидат технічних наук, доцент, «Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського», доцент кафедри технологій в ресторанному господарстві та готельної і ресторанної справи, м. Кривий Ріг, Україна, e-mail: sl-alina-2011@ua.ru

**Slashcheva Alina** – PhD, Associate Professor, Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky, associate professor department of restaurant business technology and hotel and catering, Kryvyi Rih, Ukraine, e-mail: sl-alina-2011@ua.ru, Rez\_ok@mail.ru

Будь ласка посилайтесь на цю статтю наступним чином:

**Попова, С. Ю.** Дослідження реологічних властивостей дріжджового тіста протягом ферментації / **С. Ю. Попова, А. В. Слащева** // *Вісник НТУ «ХПІ»*, Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2016. – № 42 (1214). – С. 199–204. – doi:10.20998/2413-4295.2016.42.32.

Please cite this article as:

**Попова, S., Slashcheva, A.** The study of rheological properties of dough during fermentation. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies.* – Kharkiv: NTU "KhPI", 2016, **42** (1214), 199–204, doi:10.20998/2413-4295.2016.42.32.

Пожалуйста ссылайтесь на эту статью следующим образом:

**Попова, С. Ю.** Исследование реологических свойств дрожжевого теста в течение ферментации / **С. Ю. Попова, А. В. Слащева** // *Вестник НТУ «ХПИ», Серия: Новые решения в современных технологиях.* – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2016. – № 42 (1214). – С. 199-204. – doi:10.20998/2413-4295.2016.42.32.

**АННОТАЦИЯ** В работе доказана перспективность использования сухой картофельной добавки (СКД) из вторичных продуктов переработки картофеля (ВППК) в технологиях изделий из дрожжевого теста. Установлено, что использование СКД улучшает физические и структурно-механические свойства дрожжевого теста во время расстойки. Исследовано влияние добавки на изменения напряжения сдвига и вязкости образцов теста с добавлением СКД в зависимости от продолжительности расстойки и сорта муки. Установлено, что изменения вязкости одинаковы как для контрольных образцов теста из муки обеих исследуемых партий, так и с добавлением СКД, что свидетельствует о возможности использования добавки различной концентрации без существенных изменений структурно-механических свойств теста.

**Ключевые слова:** вторичные продукты переработки картофеля; сухая картофельная добавка; реологические свойства; структурно-механические свойства; технологический процесс; дрожжевое тесто.

Надійшла (received) 06.12.2016