

УДК 663.4:663.031

doi: 10.20998/2413-4295.2018.45.23

**ОСОБЛИВОСТІ ОЗОНУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РОЗЧИНІВ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ СОЛОДУ****О. С. КОВАЛЬОВА\*, А. О. ПЕРКОВА, К. В. САВІТЧЕНКО***кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції, Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет, Дніпро, УКРАЇНА**\*e-mail: livre@i.ua*

**АНОТАЦІЯ** У статті наведено спосіб виробництва солоду з використанням озонованих водних розчинів. Проаналізовано та досліджено технологічний процес пророщування зерна, що включає багатократне замочування зерна з періодичним ворушінням і продувкою шару зерна повітрям в процесі замочування і пророщування, фільтрування та повторне озонування технологічних розчинів, а також сушіння пророщеного матеріалу. Особливістю досліджуваної технології є використання в якості агента замочування зерна водні розчини оброблені озоном. Наведені результати дослідження впливу озонованих водних розчинів на технологічні показники солодового зерна, особливості виробництва різноманітних солодів з використанням озонування солодових розчинів. Представлено оптимальну концентрацію озону для виходу високоякісної продукції. Досліджено вплив озонованих водних розчинів на динаміку поглинання вологи зерном, зміни якісних показників солоду, проведено моніторинг ферментативної активності в зерновій сировині при пророщуванні дослідних зразків порівняно з контролем, в якості якого обрано зерно, що пророщувалося по класичній технології без застосування активаторів. Встановлено, що озоновані водні розчини мають найбільший вплив на здатність до проростання всіх досліджуваних зразків зерна без винятку, покращують технологічні характеристики пивоварного солоду, збільшують ферментативну активність готового продукту. Також було запропоновано використовувати технологічні розчини повторно, а саме після їх фільтрування, озонувати та застосовувати для наступного замочування зернового матеріалу в якості агента зволоження. Таке технологічне рішення дозволяє зменшити витрати води в 2-2,5 рази, що значно знизить собівартість готового продукту. Крім основної своєї функції - знезараження, озон виконує ряд функцій, що дозволяють удосконалити технологічні процеси виробництва солоду. Використання озонованих водних розчинів дозволяє скоротити тривалість пророщування зернового матеріалу на 1-2 дні. Прискорення біохімічних процесів у пророщеному матеріалі призводить до збільшення вмісту борошністих зерен, що є важливим технологічним результатом при подальшому виробництві різноманітної продукції з отриманого солоду і свідчить про більш повне розчинення складових зернового матеріалу.

**Ключові слова:** злакові культури; ячмінь; стимулятор росту; озоновані водні розчини; енергія проростання; здатність проростання; борошністість зерна.

**OZONATION FEATURES OF TECHNOLOGICAL SOLUTIONS IN THE MALT PRODUCTION****O. KOVALIOVA\*, A. PERKOVA, K. SAVITCHENKO***departament of technology storage and processing of agricultural products, Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University, Dnipro, UKRAINE*

**ABSTRACT** There is a method of producing malt with the use of ozone aqueous solutions in this article. The technological process of grain sprouting has been analyzed and investigated, which involves repeatedly soaking the grain with periodic stirring and blasting of the layer of grain with air during soaking and sprouting, filtering and secondary ozonation of technological solutions, as well as drying of sprouted material. The feature of the technology under study is use of ozone-treated aqueous solutions as a grain soaking agent. The study results of the influence on ozonized aqueous solutions on technological parameters of malt grain, features of the production of various malts using ozonation of malt solutions are obtained. The optimal concentration of ozone for the output of high-quality products is presented. It is researched the influence of ozonized aqueous solutions on the dynamics of absorption of moisture by grain, changes in qualitative parameters of malt, the monitoring of enzyme activity in grain raw materials was carried out with germination of experimental samples in comparison with the control, in which the grain that was propagated by classical technology without the use of activators was selected. It has been established that ozonized aqueous solutions have the greatest influence on the ability to sprout all studied samples of grain without exception, improve the technological characteristics of brewing malt, increase the enzymatic activity of the finished product. It was also suggested that the technological solutions were reused, namely after filtration, ozonized and used for subsequent soaking of the grain material as a moisturizing agent. Such a technological solution can reduce water consumption by 2-2,5 times, which significantly reduces the cost price of the finished product. In addition to its main function – disinfection, ozone performs a number of functions, which allow to improve the malt production processes. The use of ozone aqueous solutions will reduce the duration of grain germination material for 1-2 days. Acceleration of biochemical processes in germinated material leads to an increase in the content of floury grains, which is an important technological result in the further production of various products from the obtained malt and indicates a more complete dissolution of the components of grain material.

**Keywords:** cereal crops; barley; growth stimulator; ozonated aqueous solutions; germination energy; germination ability; flouriness of grain.

**Вступ**

Актуальною проблемою харчової та переробної галузі в наш час є пошук екологічно

чистих способів виробництва продуктів харчування, підвищення їх конкурентоспроможності та зменшенні економічних витрат на їх виготовлення.

Для вирішення цієї проблеми проводять пошук екологічно чистих способів активації проростання зерна. Активатори дозволяють прискорити процес солодородження, скоротити втрати на виробництво та покращити якісні показники пророщеного зернового матеріалу. За своєю природою інтенсифікатори солодородження класифікують на: фізичні, хімічні [1,2], фізико-хімічні [3], біологічні [4], біохімічні [5], біотехнологічні [6,7] та комплексні [8-10]. Всі вони прискорюють пророщення зернового матеріалу, скорочують тривалість технологічного процесу солодородження.

У процесі приготування солоду в зерні протікають складні біохімічні процеси, в результаті яких синтезуються і активізуються ферменти та за участю цих ферментів здійснюються зміни різних груп зерна. По кількості створених водорозчинних речовин на цій стадії судять про екстрактивність солоду – одним із найважливіших показників якості. У залежності від виду солоду на наступних стадіях його отримання прагнуть у тій чи іншій мірі зберегти активні ферменти чи, навпаки, їх повністю інактивувати та надати продукту відповідний зовнішній вигляд [11,12].

Виробництво солоду передбачає такі стадії, як підготовка сировини, багатократне замочування зерна з періодичним ворушінням й періодичною продувкою шару зерна повітрям в процесі замочування і пророщування, сушіння і відлежування.

Особливістю досліджуваної технології є використання в якості агенту замочування зерна водні розчини оброблені озоном. Озоном називають активний кисень. Це сполука з трьох атомів кисню. В сучасному житті озон не лише широко застосовується для очистки повітря, обробки води, але й області детоксикації та зберігання овочів та фруктів [13].

### Мета роботи

В основу роботи поставлена задача вдосконалити спосіб виробництва солоду таким чином, щоб підібрати режими озонування водних розчинів для виробництва пивоварного ячмінного солоду, розширити асортимент зернових культур, що переробляються на солод, досягти підвищення біологічної цінності готового продукту, скорочення тривалості процесу пророщування зерна і виключити потребу у видаленні відпрацьованих у процесі замочування токсичних доз хімічних речовин [14]. Також максимально розширити технологічні можливості способу і забезпечити енергозбереження та отримання високоякісного продукту [15].

Пропонується ввести в технологічний процес солодородження озонування водних розчинів, що

використовуються при замочуванні зерна, та провести підбір нових режимів озонування технологічних розчинів і замочування зернової сировини [16].

### Виклад основного матеріалу

В якості агенту замочування зерна було запропоновано використовувати водні розчини оброблені озоном. Озоном називають активний кисень. Це сполука з трьох атомів кисню. Озон по своїм властивостям винищує бактерії в 2,5-6 разів ефективніше за УФ-проміні та в 600-3000 раз активніше за хлор. Озон отримують за допомогою іонізації та високовольтного електричного розряду. Озонатор по теорії активації працює за рахунок електроенергії з проникністю 10 см. В сучасному житті озон не лише широко застосовується для очистки повітря, обробки води, але й області детоксикації та зберігання овочів та фруктів [17]. Функції озонатора універсальні. В процесі роботи озонатора не залишається небезпечні хімічні речовини, тому повторне забруднення не буде відбуватись [18].

Визнано, що озон є самим екологічно чистим, ефективним, дезінфікуючим агентом. Апарат, який був застосований для озонування є промисловим і здатен забезпечувати великі об'єми озонованих водних розчинів [19]. При його використанні озон отримують з кисню за допомогою іонізації та високовольтного електричного розряду. Отримання озону відбувається з повітря, що надходить у прилад, завдяки роботі насоса. Під впливом електричного розряду порушуються молекули кисню повітря і розпадаються на атоми. Звільнені атоми на деякий час приєднуються до молекул кисню, утворюючи озон.

Основні переваги обробки води, що використовується в технології солодородження озоном складаються, в першу чергу з його хімічних властивостей. Це один з найсильніших окиснювачів, що обумовлює механізм впливу на мікроорганізми [20]. Він полягає в руйнуванні мікроорганізмів шляхом інактивації бактеріальних протеїнів, тобто дифузії через мембрану клітини в цитоплазму з ураженням життєвих центрів. Потім відбувається подальше окислення і руйнування органічних продуктів. Крім того, озон має високу ефективність у боротьбі з пліснявою мікрофлорою і багатьма іншими патогенними мікроорганізмами, що є важливою характеристикою при пророщуванні зерна, оскільки патогенна мікрофлора, що присутня на поверхні зернової сировини викликає погіршення якості готового продукту, а іноді призводить до повного псування пивоварного солоду.

Перевагою озонування є здатність озону вступати в реакцію з більшістю неорганічних речовин. В результаті цього більшість солей з розчинного стану переходять у нерозчинні комплексні сполуки [16]. Відбувається додаткове освітлення води, ліквідується кольоровість, запахи, присмак. Ця особливість дозволяє додатково покращити якість агенту зволоження зернового матеріалу, оскільки якість води має суттєвий вплив на подальшу якість солоду [21]. Крім того, слід відмітити, що озон має здатність створювати потужний електричний потенціал, в результаті чого заряджені колоїдні частинки будуть піддаватися коагуляції. Розкладання озону приводить до утворення кисню, що має велике значення в процесі солодоращення, оскільки кисень приймає активну участь в процесі дихання зерна при пророщуванні. Таким чином, крім основної своєї функції - знезараження, озон виконує ряд функцій, що дозволяють удосконалити технологічні процеси виробництва солодів.

На початкових етапах дослідження з метою встановлення оптимальної концентрації озону в розчині зерно злакових культур оброблялося озонованими водними розчинами з різними концентраціями озону діапазоні концентрацій 0,1-10 мг/л.

Спосіб виробництва солоду здійснюють наступним чином: підготовлений до пророщування зерновий матеріал замочують в водному розчині, який був попередньо озонований на промисловому озонаторі. Попереднє замочування здійснюють впродовж 4 годин за температури 18-20 °С. По завершенню терміну розчин зливають, а зерно витримують 16 годин без доступу рідини. При повторному замочуванні використовують аналогічно оброблений розчин. Повітряно-водяне замочування проводять впродовж 24 годин до повного насичення зерна злакових культур вологою. Пророщування здійснюють впродовж 3-7 діб при температурі 17-21 °С, періодично зволожуючи та зворушуючи шар зерна висотою з метою рівномірного розподілу рідини і запобігання злежування маси. Завершальною стадією технологічного процесу є сушіння пророщеного матеріалу до сталої вологості в 5-6 % [22].

Також було запропоновано використовувати технологічні розчини повторно, а саме після їх фільтрування, озонувати та застосовувати для наступного замочування зернового матеріалу в якості агенту зволоження. Таке технологічне рішення дозволяє зменшити витрати води в 2-2,5 рази, що значно знизить собівартість готового продукту [23].

### Обговорення результатів

Висновки про ефективність впливу озону на технологічний процесу виробництва солодів робили спираючись на зміну енергії та здатності проростання, динаміки поглинання вологи зерном, зміни якісних показників солоду, моніторингу ферментативної активності в зерновій сировині при пророщуванні дослідних зразків порівняно з контролем, в якості якого обрано зерно, що пророщувалося по класичній технології без застосування активаторів (рис. 1-2, табл. 1).

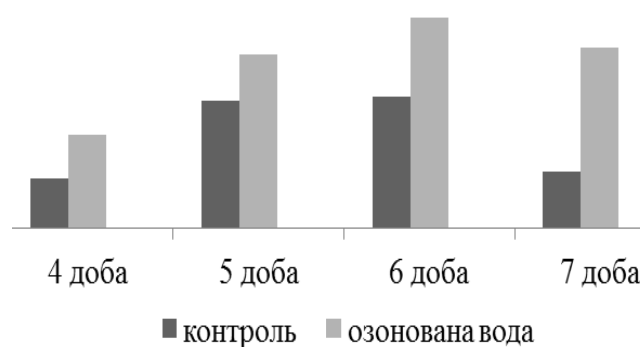


Рис. 1 – Ферментативна активність в процесі пророщування

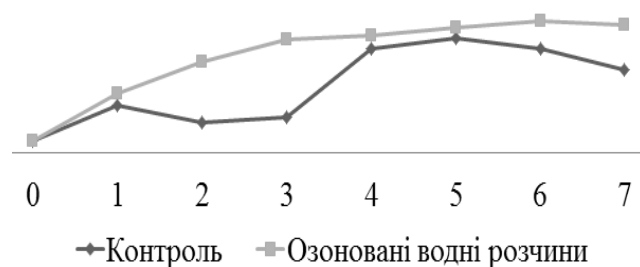


Рис. 2 – Вміст цукрів в зерновому матеріалі в процесі пророщування, %

У ході дослідження було встановлено, що озоновані водні розчини мають найбільший вплив на здатність до проростання всіх досліджуваних зразків зерна без винятку (табл. 2).

Крім того позитивним результатом є покращення технологічних характеристик пивоварного солоду (табл. 3).

Таблиця 1 – Динаміка набухання зерна при використанні озонованих водних розчинів

Час замочування, хв.	Дослідні зразки зерна, початкова вага 3 г	
	контроль	Озоновані водні розчини
Вага матеріалу, г		
30	3,152	3,201
90	3,523	3,601
180	5,281	5,342
270	5,512	5,889
Маса вологи, поглиненої зерном, г/1 зерно		
30	0,152	0,201
90	0,523	0,601
180	2,281	2,342
270	2,512	2,889
Швидкість набухання, г/хв.		
30	0,005	0,007
90	0,006	0,007
180	0,012	0,013
270	0,009	0,011

Таблиця 2 – Життєздатність, енергія та здатність проростання різних культур при використанні озонованої води, %

Культура	Життєздатність	Енергія проростання		Здатність проростання	
		контроль	Озоновані водні розчини	контроль	Озоновані водні розчини
Ячмінь	99	91	94	97	99
Пшениця	97	92	95	95	97
Жито	97	93	95	95	97
Овес	98	91	93	95	97
Просо	97	92	94	95	97
Сорго	100	92	95	97	100
Кукурудза	100	93	96	98	100
Амарант	98	91	93	96	98
Льон	99	90	94	97	98
Чечевиця	99	92	95	97	99
Гречка	97	90	92	94	96
Квасоля	100	91	95	97	100
Соя	99	90	92	96	99
Горох	97	91	92	94	97
Рис	96	89	90	93	96

Таблиця 3 – Зміна якості солоду при використанні озонованої води

№	Показник	Контроль	Озонована вода
1	Вміст білка, %	11,5	11,4
2	Екстрактивність, %	78,0	81,0
3	Ступінь зброджування, %	77,0	79,0
4	Число Кольбаха, %	33,0	38,1
5	Діастатична властивість, °WK	220	270
6	Скловидність, %	4	2
7	Час опукрювання, хв.	20	15

Збільшення ферментативної активності також є важливою технологічною характеристикою, особливо для пророщеного зерна, яке в подальшому буде використовуватись для виробництва оздоровчих продуктів.

Прискорення біохімічних процесів у пророщеному матеріалі призводить до збільшення вмісту борошнистих зерен, що є важливим технологічним результатом при подальшому виробництві різноманітної продукції з отриманого солоду і свідчить про більш повне розчинення складових зернового матеріалу.

Висновок про дієвість озонованих розчинів робили спираючись на результати досліджень зернового матеріалу порівняно з контролем та комплексну оцінку готового продукту.

### Висновки

Запропонована технологія виробництва солоду дозволяє скоротити тривалість замочування, відмовитись від використання активаторів проростання різної природи, значно активізувати ферментативні процеси в зерні, а саме збільшити кількість амілолітичних та протеолітичних ферментів, отримати солод високої якості з покращеними технологічними показниками в більш короткі строки (3-6 діб) в залежності від зернової культури. А повторне використання технологічних розчинів дозволяє скоротити витрати води в 2-2,5 рази, що робить технологію більш економічно доцільною.

### Список літератури

1. **Pivovarov, O.** Features of obtaining malt with use of aqueous solutions of organic acids / **O. Pivovarov, O. Kovaliova, T. Khromenko, Z. Shuliakevych** // *Food Science and Technology*. – 2017. – V.11, 4. – P. 29-35. – doi:10.15673/fst.v11i4.728.

2. **Киселева, Т. Ф.** Возможность интенсификации солодоращения посредством использования комплекса органических кислот / **Т. Ф. Киселева, Ю. Ю. Миллер, Ю. В. Гребенникова, Е. И. Стабровская** // *Техника и технология пищевых производств: научно-технический журнал*. – 2016. – Т. 40. – № 1. – С. 11-18.
3. **Agu, R. C.** Malting performance of normal huskless and acid-dehusked barley samples / **R. C. Agu, D. L. Devenny, G. H. Palmer** // *The Extract Factory, Scotmalt Ltd, Kirkliston, West Lothian, Edinburgh*. – 2002. – № 2. – P. 215-220. – doi:10.1002/j.2050-0416.2002.tb00543.x.
4. **Кузнецова, О. В.** Использование природных и синтетических рострегуляторов растений в промышленной микологии и солодоращении / **О. В. Кузнецова** // *Биология. Экология. Вестник Днепропетровского университета*. – 2010. – Т. 1, Вып. 18. – С. 86–91.
5. **Laier, E.** Applications of enzymes in the brewing process with particular emphasis in glucanases / **E. Laier** // *Cerev: sia*. – 2000. – 25, № 2. – P. 46-56.
6. **Lewis, M. J.** Malting technology: malt, specialized malts and non-malt adjuncts / **M. J. Lewis, T. W. Young** // *Boston: Aspen Publishers Inc.* – 2001. – P. 163-190. – doi: 10.1007/978-1-4615-1801-3\_4.
7. **Kitamura, Y.** The development of activated germination malting / **Y. Kitamura, T. Yumoto, K. Yamada, A. Noshiro** // *Germany: Monatsschrift für Brauwiss.* – 1990. – P. 372–376.
8. Functional component-enriched barley malt root letsan dprocess for producing the same / **K. Makoto, O. Yoshihiro, I. Kazutoshi**, Billington, Lawrence Emlyn Haseltine Lake, Imperial House, 15-19 Kingsway London WC2B 6UD GB. – Заявка 1698235 ЕПВ, МПК А 23 L 1/10 (2006.01). Sapporo Breweries Ltd Tokyo 150-8522 (JP). N 04807426.4; Заявл. 21.12.2004; Опубл. 06.09.2006; Приор. 22.12.2003, N 2003424745.
9. **Buiatti, S.** I processios sidativi e l'attivita antiossidante nellafiliera del malto e della birra / **S. Buiatti, P. Passaghe, M. Fontana** // *Birra e malto*. – 2007. – N 96. – P. 33-34.
10. Method of producing processed barley product / **N. Kageyama, Sh. Kawasaki, S. Takaoka, K. Nakahara**, Vossius & Partner Siebert strasse 4 81675 Munchen DE. Заявка 1842434 ЕПВ, МПК А 23 L 1/10 (2006.01), С 12 С 1/00 (2006.01). Suntory Ltd. N 05844855.6; Заявл. 27.12.2005; Опубл. 10.10.2007; Приор. 28.12.2004, N 2004381576.
11. **Нарцисс, Л.** Технология солода / **Л. Нарцисс** // *Научное пособие*. – Санкт-Петербург: Изд-во Профессия, 1980. – С. 504.
12. **Маркина, Н. С.** Химия отрасли / **Н. С. Маркина** // *Учебное пособие*. – Воронеж: Изд-во ВГТА, 2007. – С. 132.
13. Применение озонных технологий в промышленности. URL: <http://www.medozone.com.ua/v-promishlennosti/56-primenenie-ozonnyh-tehnologiy-v-promyshlennosti.html>.
14. **Калуянц, К. А.** Химия солода и пива / **К. А. Калуянц** // *Учебное пособие*. – Москва: Изд-во Агропромиздат, 1990. – 176 с.
15. **Калуянц, К. А.** Технология солода, пива и безалкогольных напитков / **К. А. Калуянц, В. Л. Яровенко, В. А. Домарецкий, Р. А. Колчева** // *Учебное пособие*. – Москва: Изд-во Колос, 1992. – С. 446.
16. **Додонов, С. Н.** Технологический процесс обработки зерна озоном для производства солода / **С. Н. Додонов** // дис. канд. техн. наук – Саранск: Изд-во ГМГУ ИМ. Н. П. Огарева, 2004. – С. 174.
17. **Горбунов, Н. Н.** Предпосевное озонирование семян зерновых, технических и овощных культур, озонирование при хранении зерна / **Н. Н. Горбунов** // *Сб. реф. н.-и. работ, выполн. по грантам администрации Воронеж. обл.* – Воронеж, 1994. – С. 79-80.
18. Навіщо потрібне озонування води. URL: <http://zettastd.com/raznye-sovety/navishho-potribne-ozonuvannya-vodi/>.
19. **Василечко, В. О.** Вода як невід'ємний продукт харчування і сировина в харчовій промисловості / **В. О. Василечко, Я. П. Скоробогатий, Г. В. Гришук** // *Львів: Вісник Львівської комерційної академії*. – 2014. – Вип. 14. – С. 121-129.
20. **Бичківський, Р. В.** Забезпечення якості питної води за допомогою її озонування / **Р. В. Бичківський, О. Й. Гонсьор** // *Автоматика, вимірювання та керування: науковий журнал*. – Львів: Вид-во Вісник Національного ун-ту "Львівська політехніка". – 2004. – №500. – С. 117–123.
21. **Приходько, Н. М.** Інтенсифікація солодозрощування озонуванням / **Н. М. Приходько, Т. А. Кучеренко** // *Хімія і сучасні технології: матеріали IV Міжнарод. наук.-техніч. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених*. – Дніпропетровськ. – 2009. – С. 325.
22. **Кунце, В.** Технология солода и пива / **В. Кунце** // *Научное пособие*. – Санкт-Петербург: Изд-во Профессия, 2009. – С. 1064.
23. Очищення води озоном: принцип роботи та застосування. 2017. URL: <http://dovidkam.com/remont/vodoprovod/ochishheniya-vodi-ozonom-princip-roboti-ta-zastosuvannya.html>.

## References (transliterated)

1. **Pivovarov, O. Kovaliova, O., Khromenko, T., Shuliakevych, Z.** Features of obtaining malt with use of aqueous solutions of organic acids. *Food Science and Technology*, 2017, **11**, 4, 29-35, doi:10.15673/fst.v11i4.728.
2. **Kiseleva, T. F., Miller, U. U., Grebennikova, U. V., Stabrovskaya, E. I.** Vozmognost' intensifikacii solodorashenia posredstvom ispolzovania kompleksa organicheskikh kislot. *Tehnika i tehnologia pishevih proizvodstv: nauchno-tehnicheskii jurnal*, 2016, **40**, 1, 11-18.
3. **Agu, R. C., Devenny, D. L., Palmer, G. H.** Malting performance of normal huskless and acid-dehusked barley samples. *The Extract Factory, Scotmalt Ltd, Kirkliston, West Lothian, Edinburgh*, 2002, **2**, 215-220, doi:10.1002/j.2050-0416.2002.tb00543.x.
4. **Kuznecova, O. V.** Ispolzovanie prirodnuh i sinteticheskikh rostregulatorov rastenii v promishlennoi mikologii i solodorashenii. *Biologia. Ecologia. Vestnik Dnepropetrovskogo universiteta*, 2010, **1**, 18, 86–91.
5. **Laier, E.** Applications of enzymes in the brewing process with particular emphasis in glucanases. *Cerev: sia*, 2000, **25**, 2, 46-56.
6. **Lewis, M. J., Young, T. W.** Malting technology: malt, specialized malts and non-malt adjuncts. *Boston: Aspen Publishers Inc*, 2001, 163-190, doi: 10.1007/978-1-4615-1801-3\_4.
7. **Kitamura, Y., Yumoto, T., Yamada, K., Noshiro, A.** The development of activated germination

- malting. *Germany: Monatsschrift für Brauwiss*, 1990, 372–376.
8. **Makoto, K., Yoshihiro, O., Kazutoshi, I.** Functional component-enriched barley malt root letsan dprocess for producing the same. Billington, Lawrence Emlyn Haseltine Lake, Imperial House, 15-19 Kingsway London WC2B 6UD GB, Zayavka 1698235 EPV, MPK A 23 L 1/10 (2006.01). Sapporo Breweries Ltd Tokyo 150-8522 (JP). N 04807426.4; Zayavl. 21.12.2004; Opubl. 06.09.2006; Prior. 22.12.2003, N 2003424745.
  9. **Buiatti, S., Passaghe, P., Fontana, M.** I processios sidativi e l'attivita antiossidante nellafiliera del malto e della birra. *Birra e malto*, 2007, 96, 33-34.
  10. **Kageyama, N., Kawasaki, Sh., Takaoka, S., Nakahara, K.** Method of producing processed barley product. (Vossius & Partner Siebert strasse 4 81675 Munchen DE). Zayavka 1842434 EPV, MPK A 23 L 1/10 (2006.01), C 12 C 1/00 (2006.01). Suntory Ltd. N 05844855.6; Zayavl. 27.12.2005; Opubl. 10.10.2007; Prior. 28.12.2004, N 2004381576.
  11. **Narciss, L.** Tehnologija soloda. *Nauchnoe posobie, Sankt-Peterburg: Izd-vo Profecchia*, 1980, 504.
  12. **Markina, N. C.** Himia otrasli. *Uchebnoe posobie, Voronej: Izd-vo VGTA*, 2007, 132.
  13. Primenenie ozonnyh tehnologiy v promichlenosti. Available at: <http://www.medozone.com.ua/v-promishlennosti/56-primenenie-ozonnyh-tehnologiy-v-promyshlennosti.html>
  14. **Kalunianc, K. A.** Himia soloda i piva. *Uchebnoe posobie, Moskva: Izd-vo Agropromizdat*, 1990, 176.
  15. **Kalunianc, K. A., Yarovenko, V. L., Domareckii, V. A., Kolcheva, R. A.** Tehnologija soloda, piva i bezalkogolnih napitkov. *Pidruhnik. Moskva: Izd-vo Kolos*, 1992, 446.
  16. **Dodonov, C. N.** Tehnologicheski process obrabotki zerna ozonom dlya proizvodstva soloda. dic. kand. tehn. nauk. Saransk: Izd-vo GMGU IM. N. P. Ogareva, 2004, 174.
  17. **Gorbunov, N. N.** Predposevnoe ozonirovanie semian zernovih, tehniceskikh i ovoshnih kultur, ozonirovanie pri hranenie zerna. *Sb. ref. n.-i. robot, vipoln. po grantam administracii Voronej. obl, Voronej*, 1994, 79-80.
  18. Navisho potribne ozonuvannia vodi. Available at: <http://zettastd.com/raznye-sovety/navishho-potribne-ozonuvannya-vodi/>.
  19. **Vasilechko, V. O., Skorobogatii, Ya. P., Grishuk, G. V.** Voda yak nevid'emnii product harchuvania i sirovina v harchovii promislovosti. *Lviv: Visnik Lvivskoi komerciinoi akademii*, 2014, 14, 121-129.
  20. **Buchkivskii, R. V., Gonsior, O. I.** zabezpechennia yakosti putnoi vodi za dopomogou ii ozonuvannia. *Avtomatika, vumiruvannia ta keruvannia: naukovii jurnal, Lviv: Vud-vo Visnik Nacionalnogo un-tu "Lvivskaya politehnika"*, 2004, 500, 117–123.
  21. **Prihodko, N. M., Kucherenko, T. A.** Intensifikacia solodozroshuvannia ozonuvanniam. *Himia i suchasni tehnologii: materiali IV Mignarodn. nauk.-tehnich. konf. studentiv, aspirantiv ta molodih vchenih, Dnipropetrovsk*, 2009, 325.
  22. **Kunce, V.** Tehnologija soloda i piva. *Nauchnoe posobie, Sankt-Peterburg: Izd-vo Profecchia*, 2009, 1064.
  23. Ohushennia void ozonom: princip robotu ta zastosuvannia. 2017. Available at: <http://dovidkam.com/remont/vodoprovod/ochishhennya-vodi-ozonom-princip-roboti-ta-zastosuvannya.html>.

#### Відомості про авторів (About authors)

**Ковальова Олена Сергіївна** – кандидат технічних наук, доцент, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, доцент кафедри технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції; м. Дніпро, Україна; ORCID: 0000-0001-9113-8926; e-mail: [livre@i.ua](mailto:livre@i.ua).

**Olena Kovaliova** – Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), Associate professor, department of technology storage and processing of agricultural products, Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine; ORCID: 0000-0001-9113-8926; e-mail: [livre@i.ua](mailto:livre@i.ua).

**Перкова Анна Олександрівна** – магістрант, кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна; e-mail: [perkova\\_95@ukr.net](mailto:perkova_95@ukr.net).

**Anna Perkova** – graduate students, department of technology storage and processing of agricultural products, Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine; e-mail: [perkova\\_95@ukr.net](mailto:perkova_95@ukr.net).

**Савітченко Катерина Володимирівна** – магістрант, кафедра технології зберігання і переробки сільськогосподарської продукції, Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна; e-mail: [katiasava96@gmail.com](mailto:katiasava96@gmail.com).

**Kateryna Savitchenko** – graduate students, department of technology storage and processing of agricultural products, Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine; e-mail: [katiasava96@gmail.com](mailto:katiasava96@gmail.com).

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

**Ковальова, О. С.** Особливості озонування технологічних розчинів при виробництві солоду / **О. С. Ковальова, А. О. Перкова, К. В. Савітченко** // *Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях.* – Харків: НТУ «ХПІ». – 2018. – № 45 (1321). – С. 166-172. – doi:10.20998/2413-4295.2018.45.23.

*Please cite this article as:*

**Kovaliova, O. S., Perkova, A. O., Savitchenko, K. V.** Ozonation features of technological solutions in the malt production. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies.* – Kharkiv: NTU "KhPI", 2018, 45 (1321), 166–172, doi:10.20998/2413-4295.2018.45.23.

*Пожалуйста, ссылайтесь на эту статью следующим образом:*

**Ковальова, Е. С.** Особенности озонирования технологических растворов при производстве солода / **Е. С. Ковальова, А. А. Перкова, Е. В. Савитченко** // *Вестник НТУ «ХПИ», Серия: Новые решения в современных технологиях.* – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2018. – № 45 (1321). – С. 166-172. – doi:10.20998/2413-4295.2018.45.23.

**АННОТАЦИЯ** В статье приведен способ производства солода с использованием озонированных водных растворов. Проанализировано и исследовано технологический процесс проращивания зерна, который включает многоэтапное замачивание зерна с периодическим ворошением и продуванием слоя зерна воздухом в процессе замачивания и проращивания, фильтрование и повторное озонирование технологических растворов, а также сушка пророщенного материала. Особенностью исследованной технологии является использование в качестве агента замачивания зерна водных растворов обработанных озоном. Приведены результаты исследования воздействия озонированных водных растворов на технологические показатели солодового зерна, особенности производства различных солодов с использованием озонирования солодовых растворов. Приведена оптимальная концентрация озона для получения высококачественного продукта. Исследовано воздействие озонированных водных растворов на динамику поглощения влаги зерном, изменения качественных показателей солода, проведен мониторинг ферментативной активности в зерновом сырье при проращивании исследуемых образцов по сравнению с контролем, в качестве которого взято зерно, которое проращивалось по классической технологии без использования активаторов. Установлено, что озонированные водные растворы имеют большое влияние на способность прорастания всех исследованных образцов без исключения, улучшают технологические характеристики пивоваренного солода, увеличивают ферментативную активность готового продукта. Также было предложено использовать технологические растворы повторно, а именно после их фильтрования, озонировать и использовать для следующего замачивания зернового материала в качестве агента увлажнения. Такое технологическое решение позволяет уменьшить использование воды в 2-2,5 раза, что значительно снижает себестоимость готового продукта. Кроме своей основной функции – обеззараживания, озон выполняет ряд функций, которые позволяют усовершенствовать технологические процессы производства солода. Использование озонированных водных растворов позволит сократить длительность проращивания зернового материала на 1-2 дня. Ускорение биохимических процессов в пророщенном материале приводит к увеличению содержания мучнистых зерен, что есть важным технологическим результатом при последующем производстве различной продукции из полученного солода и свидетельствует о более полном растворении составляющих зернового материала.

**Ключевые слова:** злаковые культуры; рожь; ячмень; стимулятор роста; озонированные водные растворы; энергия прорастания; способность прорастания; мучнистость зерна.

*Поступила (received) 21.11.2018*