

Таблиця 6 – Вміст вітамінів у полісолодовому та зерновому екстрактах

Вітамін, мкг/г	ЗЕ з тритикале сорту АД 42	ЗЕ з тритикале сорту Гарне	Ячмінно-солодовий екстракт	Полісолодовий екстракт
Вітамін С	2380	2370	1140...2280	1760...2200
Тіамін (В <sub>4</sub> )	4,2	4,1	3,0...4,0	10
Рибофлавін (В <sub>2</sub> )	8,6	8,4	3,1...8	12
Пантотенова кислота (В <sub>3</sub> )	32,0	31,8	32,0	40
Піридоксин (В <sub>6</sub> )	7,0	6,9	6,2	9,0
Ніацин (РР)	289	283	170...375	170
Біотин (Н)	0,27	0,25	0,3	0,4...1,6
Вітамін (Е)	3,6	3,7	–	–

Встановлено, що в зернових екстрактах з тритикале вміст більшості з досліджених вітамінів на 4,3...12,9 % переважає ячмінно-солодовий та за деякими показниками полісолодовий екстракти, що можна пояснити як дією високих температур при уварюванні солодового суслу, так і особливістю технології зернових екстрактів.

Таким чином, за результатами проведених досліджень, встановлено:

1. За білковим складом зернові екстракти є повноцінним заміником пивного суслу.
2. Використання зернових екстрактів із тритикале як заміника солоду завдяки високому вмісту вітамінів дозволяє підвищити біологічну цінність пива.

#### Література

1. Шевченко В.Е., Павлюк Н.Т., Верзилин В.В. Тритикале. – Воронеж: ВГАУ, 1997. – 281 с.
2. Л.К. Сечняк, Ю.Г. Сулима. Тритикале. Москва. – 1993. – 320 с.
3. Сечняк А.К., Сулима Ю.Г. Тритикале. – М.: Колос, 1984. – 317 с.
4. Тертычная Т.Н., Черных О.С., Дерканосова Н.М. Использование тритикале в производстве диетического печенья // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. - № 2. – С. 48 -54.
5. П.М. Мальцев. Технология броидильных производств. – Общий курс. Издание второе, переработанное и дополненное. – М.: - 1980. – 560 с.
6. Н.О. Емельянова, Н.Я. Гречко, В.М. Кошова, В.Х. Суходол. Технологія солодових екстрактів, концентратів квасного суслу і квасу. За ред. Н.О. Емельянової. – Київ 1994. – С. 150.

УДК 664.788

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ОЗОНО-ПОВІТРЯНОЇ СУМІШІ НА ПРОЦЕС ПРОРОЩЕННЯ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ

Сафонова О.М., д-р техн. наук, професор, Холодова О.А., Бородіна А.В., Єпіхіна Т.А.  
Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка

*Досліджено вплив озono-повітряної суміші на процес пророщення зерна пшениці. Встановлено позитивний вплив озону на енергію пророщення.*

*Influence of ozone-air mixture on the process of wheat grain germination was studied. It is established the positive effect of ozone on germination energy.*

Ключові слова: зерно, процес пророщення, енергія проростання, здатність проростання, озono-повітряна суміш, солодове борошно.

Здорове харчування людини є основою її доброго самопочуття. Однак сучасний ритм життя провокує нерегулярне та неправильне харчування. Це сприяє збільшенню рівня захворюваності серед населення та втрати життєвого тону. Тому виробництво продуктів підвищеної харчової цінності для оздоровлення населення є пріоритетним напрямом розвитку харчової промисловості України. Сьогодні актуальним є питання пошуку природних речовин, які вміщують вітаміни та мінерали, необхідні для підвищення стійкості організму людини до дії несприятливих факторів та навколишнього середовища.

Україна є одним із лідерів серед країн Європи за обсягом виробництва зерна пшениці та інших зернових культур, які містять необхідні для людини мікро- та макроелементи, білки, вуглеводи та вітаміни.

Саме тому одним із перспективних напрямів удосконалення та розроблення сучасних конкурентоспроможних, ресурсозберігаючих технологій функціональних та оздоровчих продуктів є такі технологічні прийоми, які б сприяли більш повному вилученню або використанню цінних компонентів зерна та продуктів його перероблення, підвищенню споживного попиту та рівня безпеки зернових продуктів [1,2].

Одним із шляхів використання всіх потенційних можливостей зерна пшениці, тобто доведення до споживача всього комплексу його живильних речовин, є виробництво солодового борошна. Продукти перероблення пророщеного зерна пшениці мають специфічний хімічний склад, вони є унікальними як джерело вітамінів, мінеральних речовин, ненасичених жирних кислот. Це дозволяє віднести солодове борошно до продуктів з оздоровчими властивостями та використовувати для збагачення широкого спектру харчових продуктів [3].

Однак промислове виробництво солодового борошна пов'язане з низкою невирішених завдань, серед яких інтенсифікація процесу пророщення та мікробіологічна безпека кінцевого продукту. Сучасні способи інтенсифікації процесу пророщення єднають у собі сукупність фізичних та хімічних способів впливу на сировину, а також використання мікроорганізмів, що синтезують біологічно активні речовини та активують ростові процеси [4]. Скорочення тривалості пророщення поряд зі збільшенням ефективності виробництва сприяє зменшенню затрат сухих речовин на утворення ростків та процес дихання.

Аналіз сучасних способів інтенсифікації процесу отримання солоду показав, що озоневі технології є найбільш привабливими для цієї мети. Озон є потужним окисником і чинить комплексну дію на насінний матеріал: стимулювальну та стерилізувальну. Технології використання озону є простими у використанні та екологічно безпечними. Серед переваг озоневих технологій варто відзначити те, що озон виробляється на місці використання, а невикористаний озон швидко розкладається з утворенням молекулярного кисню [5]. Озон чинить високу знезаражуючу дію на патогенні мікроорганізми, що дозволяє підвищити мікробіологічну безпеку об'єктів, які обробляються. Експерти в галузі харчових та озоневих технологій схвалюють використання озону в харчовій промисловості (GRAS), який є екологічно чистим та не викликає мутагенної й канцерогенної дії.

**Метою** наших досліджень було встановлення впливу різних технологічних чинників (гідромодуль, температура води при замочуванні, товщина зернового шару, концентрація озону та тривалість процесу оброблення зерна озоном) на інтенсивність процесу пророщення.

В якості об'єктів досліджень використовували зерно врожаю 2010 року, яке відповідало вимогам ДСТУ 3768-2010 «Пшениця. Технічні умови» за такими показниками якості: вологість 14%, скловидність 87 %, натура 782 г/л, масова частка сирової клейковини 30 %; вода питна – за ДСТУ 2874-82. Попереднє оброблення зерна озоно-повітряною сумішшю здійснювали шляхом введення озону в товщу зернового шару. Концентрація озону в дослідженнях коливалася від 0,5 до 1,5 г/м<sup>3</sup>, тривалість процесу оброблення від 30 до 90 хв. Отримання солоду здійснювали повітряно-водяним способом. Пророщення зерна пшениці здійснювали протягом 48...72 год. Енергію та здатність пророщення зерна визначали за кількістю пророслих зерен протягом трьох та п'яти діб, згідно з ГОСТ 10968-88.

На першому етапі досліджень визначали вплив гідромодуля на інтенсивність процесу пророщення. Для забезпечення оптимальних умов пророщення зерна пшениці встановлювали основні параметри замочування зерна пшениці при ваговому співвідношенні зерен пшениці й води 1:1, 1:2, 2:1. Інтенсивність процесу пророщення оцінювали за середньою довжиною ростка зерен пшениці протягом 80 год (рис. 1).

Аналіз експериментальних даних показує, що за перші 48 год пророщення зерна довжина ростків в умовах різного гідромодуля не відрізняється. Проте, вже через 64 год пророщення довжина ростків зародка при використанні гідромодуля 1:1 є на (30...60) % більшою за довжину ростків при інших режимах замочування. При використанні гідромодуля 1:1 процес пророщення йде більш рівномірно та через 72 год пророщення формуються довші пелюстки зародка. Слід також враховувати, що рекомендована довжина ростків, за якої можна досягнути найбільшої харчової користі від пророщення зерна, повинна бути в межах 1,0...1,5 мм. За гідромодуля 1:1 процес пророщення можна завершити через 48...56 год, за гідромодуля 1:2 – через 56...62 год, а за гідромодуля 2:1 – більше ніж через 72 год.

Суттєвим фактором, що впливає на інтенсивність процесу пророщення зерна пшениці, є товщина шару зерна. Це зумовлено тим, що зерно пшениці утворює щільний шар внаслідок низької свердловинності зернової маси пшениці. Це ускладнює процес дихання зерна та негативно позначається на розвитку пелюстків пшениці. Тому з метою збільшення ефективності пошарового розміщення зерна в процесі пророщення досліджено процес пророщення зерна пшениці за різної товщини шару, який змінювали від 1 до 5 см.

У результаті проведених досліджень встановлено, що при пророщенні зерна в шарі товщиною 1...2 см вміст пророслих зерен пшениці був у середньому на 15 % більше порівняно зі зразками, де шар зерна коливався від 3 до 5 см. Також було встановлено, що найбільш прийнятним для пророщення є замочування зерна пшениці у воді з температурою (10...20) °С протягом 12...18 год.

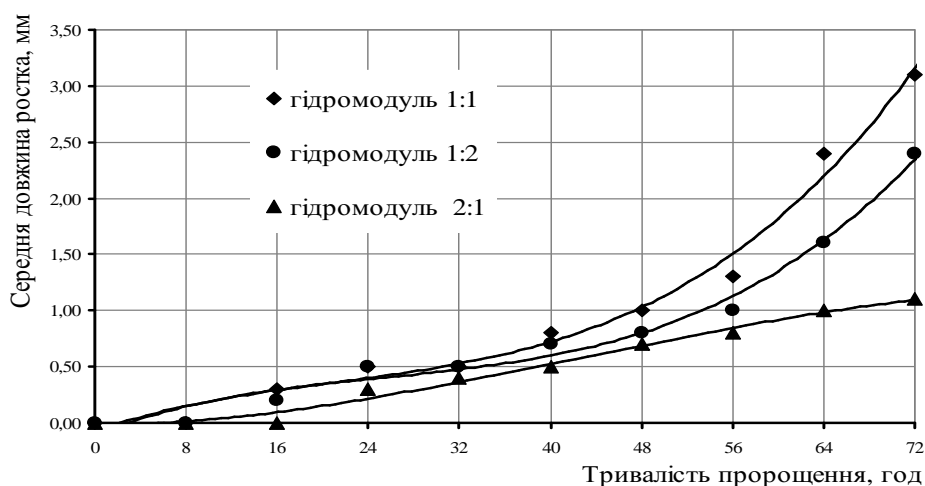


Рис.1 – Вплив гідромодуля на процес пророщення зерна

На початковому етапі розвитку зародок пшениці потерпає від багатьох негативних факторів. Біотоксини, що є метаболітами патогенної мікрофлори, в більшості випадків призводять до пригнічення розвитку зародка, навіть життєздатного. Тому висока мікробіологічна засміченість зерна негативно позначається на процесі його пророщення. Сьогодні для нейтралізації токсинів та природних інгібіторів пророщення зерна застосовують слабкі розчини перманганату калію. Перманганат калію не є токсичним, тому таке оброблення зерна позитивно впливає на якість зерна, не погіршуючи його споживні властивості. Проте, на наш погляд, озон, як сильний окисник, є найбільш привабливим з метою зниження мікробіологічної засміченості зерна за рахунок його більш високого окисного потенціалу. Крім того, відомо про позитивний вплив озону на посівні якості насіння з метою дезінфекції в процесі зберігання. Так, обробка зерна озono-повітряною сумішшю (протягом 30 хв., при концентрації  $2 \text{ г/м}^3$ ) практично стерилізує зернову масу від усіх видів мікроорганізмів [6].

З метою довести ефективність застосування озону в якості не тільки антисептика, але й активатора росту, нами проведено оброблення зерна перед пророщенням в різні способи.

Порівнювали результати пророщення в таких умовах:

- без спеціальної підготовки перед пророщуванням, яке відбувалось за традиційною технологією (повітряно-водним способом, гідромодуль 1:1);
- із застосуванням озону (попереднє оброблення зерна в озono-повітряній суміші та пророщення повітряно-водним способом, гідромодуль 1:1);
- комбінованим способом (попереднє оброблення зерна в озono-повітряній суміші та замочування його в 1% розчині перманганату калію 1:1).

Оцінювали енергію проростання та здатність зерна пшениці до проростання. Результати наведено в табл. 1. Отримані дані свідчать, що попереднє оброблення зерна пшениці озono-повітряною сумішшю дозволяє збільшити енергію та здатність проростання. Після оброблення зерна озonom спостерігається стабільний ефект активації пророщення та прискорення розвитку в порівнянні з необробленими зразками пшениці.

Так, при попередньому обробленні зерна перед замочуванням озono-повітряною сумішшю з концентрацією озону ( $0,5 \dots 1,5 \text{ г/м}^3$ ) та тривалістю 30 хв. енергія проростання збільшується на (6...7) % відносно контрольного зразка, а сам процес проростання йде більш рівномірно у порівнянні з іншими зразками, що може бути зумовлено пригніченням активності мікрофлори на поверхні зерна під дією озону. Аналогічна тенденція спостерігається для здатності проростання. При збільшенні тривалості попереднього оброблення зерна озono-повітряною сумішшю понад 30 хв. енергія проростання зерна зменшується на (1...2) %.

Слід відзначити, що при збільшенні концентрації озону понад  $1,0 \text{ г/м}^3$  за будь-якої тривалості оброблення відбувається зменшення енергії проростання. Такий вплив можна пояснити надмірними окисними процесами, які відбуваються під дією атомарного кисню, що утворюється під час розпаду озону, та призводять до пригнічення розвитку зародка. Застосування комбінованої технології пророщення (попереднє

оброблення зерна озоном та його замочування в розчинні перманганату калію) не призводить до збільшення енергії проростання та здатності проростання у порівнянні з озоною технологією.

**Таблиця 1 – Вплив режимів оброблення зерна пшениці озоно-повітряною сумішшю на енергію та здатність проростання**

Спосіб замочування	Режими оброблення		Енергія проростання, %	Здатність проростання, %
	концентрація озону, г/м <sup>3</sup>	тривалість оброблення, хв.		
а (контроль)	0	0	90	91
б (озоно-повітряна суміш)	0,5	30	96	98
		60	95	97
		90	94	96
	1,0	30	97	98
		60	95	96
		90	93	94
	1,5	30	96	98
		60	94	96
		90	92	92
в (озоно-повітряна суміш, 1% розчин перманганату калію)	0,5	30	96	97
		60	95	97
		90	95	97
	1,0	30	97	98
		60	97	98
		90	95	96
	1,5	30	96	98
		60	95	97
		90	94	96

### Висновки

Встановлено, що найбільш ефективним є такі режими пророщення зерна пшениці: товщина шару 1...2 см, гідромодуль 1:1, температура води (16...18) °С, тривалість замочування – 12...18 год. Показано високу ефективність попереднього оброблення зерна пшениці озоно-повітряною сумішшю перед замочуванням, що дозволяє зменшити кількість непророслих зерен з 10 % до 3 %, тобто в 3 рази. Енергія проростання при цьому збільшується на (6...7) %. Доцільними є режими оброблення зерна озоно-повітряною сумішшю з концентрацією озону 0,5...1,0 г/м<sup>3</sup> протягом 30 хв.

### Література

1. Обґрунтування і розроблення складу продуктів оздоровчого призначення / Л.О. Федоренченко, А.І. Українець, Т.І. Романовська, С.А. Бажай // Наук. праці УДУХТ. – 2001. – №10. – С.49–50.
2. Урбанчик Е.Н., Касьянова Л.А., Агеенко О.В. Исследование процессов замачивания и проращивания зерна // Сб. докл. и стат. науч.-практ. конф. «Проблемы переработки крупяных культур и развитие крупяной промышленности». М., 2003. С. 49–56.
3. Шаталова Г.С. Целебное питание. М., 1995.
4. Raven P.H., Evert R.F., Eichhorn S. E. Germination // Biology of Plants, 7th Edition, W. H. Freeman and Company Publishers. NewYork, 2005.
5. Rice R.G. and Browning, M.E., Editors, Ozone: Analitical Aspects and Odor Control (Stamford, CT: Intl. Ozone Assoc, Pan American Group. 2003).
6. Горбунов Н.Н. Предпосевное озонирование семян зерновых, технических и овощных культур, озонирование при хранении зерна: Сб. реф. н.-и. работ, выполн. по грантам администрации Воронеж. обл. – Воронеж, 1994. – с. 79-80.