

УДК 518.142

**Л.О. ФЕДОРЕНЧЕНКО**, старший науковий співробітник

**С.А. БАЖАЙ**, аспірант

**Т.А. КОРОЛЮК, Т.І. РОМАНОВСЬКА**, старші наукові співробітники

Національний університет харчових технологій

## **НАКОПИЧЕННЯ ІНОЗИТУ В ПРОЦЕСІ ПРОРОЩУВАННЯ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ**

*Досліджено вплив температурних режимів на утворення інозиту в процесі пророщування зерна пшениці. Експериментально доведено, що замочування та пророщування зерна сприяють значному розщепленню фітину. Встановлено, що витримування пророщеного зерна при температурі 50 °С протягом 20 хв з подальшою пастеризацією дає змогу зменшити вміст фітину на 95,4 %. Щадні температурні режими пастеризації практично не впливають на вміст інозиту в зерні.*

У вітчизняній та зарубіжній науковій літературі зазначається, що в процесі пророщування зерна в ньому зростає вміст вітамінів. Нас зацікавила зміна кількості інозиту, деякі форми якого мають вітамінну активність, у процесі пророщування зерна пшениці.

Інозит бере участь у здійсненні нервово-трофічних процесів, у регулюванні діяльності шлунка та кишечника, виявляє ліпотропну дію, впливає на обмін фосфоліпідів, знижує підвищений рівень холестерину, що характерний для певних захворювань: діабету, атеросклерозу, ліпоїдного нефрозу. Інозит є ростовим фактором для деяких мікроорганізмів кишкової флори, тому стимулює мікробіологічний синтез деяких вітамінів, зокрема біотину. У разі нестачі інозиту спостерігаються випадіння волосся, запори,

---

© Л.О. Федоренченко, С.А. Бажай, Т.А. Королюк, Т.І. Романовська, 2003

діабетиків дефіцит інозиту зумовлює підвищення кров'яного тиску та склеротизацію артерій [1, 2].

Інозит у рослинах перебуває у вигляді фітину – подвійної кальцієво-магнієвої солі інозитофосфорної кислоти. У фітині зосереджено 50...70 % загальної кількості фосфору зернових та зернобобових. Анатомічно диференційовані частини зерна містять різну кількість фітину: в ендоспермі зерна його майже немає, у висівках та зародку – відповідно 85,96 та 47,98 % до загальної кількості фосфору [3].

Фітинова кислота утворює з кальцієм важкорозчинні солі, які не перетравлюються травним соком [2, 4]. Тому наявність фітину в харчових продуктах не бажана.

Цінний хімічний склад зернових продуктів дає можливість використовувати їх для виготовлення продуктів оздоровчого, лікувального харчування або продуктів функціонального призначення. Але традиційна обробка зернових з метою видалення антихарчових речовин, зокрема фітатів, призводить до втрати певних біологічно активних речовин, які містяться в периферійних частинах зерна. Тому створення нових технологій оброблення зернових, які б давали змогу одночасно позбутися антихарчових речовин і зберегти важливі складові зернівки, є актуальним.

Відомо, що екстрагування водою зерна чи борошна сприяє активізації дії ферменту фітази, яка у досить активній формі міститься в периферійних частинах зерна злакових. Під дією фітази відбувається розщеплення фітину до неорганічних фосфатів та інозиту [3, 4].

Дослідження, проведені G. Sripriya із співавторами [5] та K. Vijayakumari із співавторами [6], довели, що замочування і пророщування сприяють зниженню антихарчових речовин, зокрема фітатів, у зерні та насінні.

Вміст інозиту та його фосфатів у борошні та зерні злакових і бобових досліджували хроматографією на папері, а також методом високоефективної рідинної хроматографії [7, 8].

Протягом останніх 10–15 років було розроблено нові методики виділення фітину із зернової сировини та відходів її перероблення [9, 10]. Однак ступінь гідролізу фітину автори не встановили. Накопичення інозиту у процесі замочування та пророщування зерна теж не досліджували.

Під час виконання наукової роботи Проблемної науково-дослідної лабораторії “Розробити технологію оздоровчих продуктів харчування, збагачених солодовими екстрактами та рослинними антиоксидантами” (№0100U000688) розроблено рецептури і технологію зерно-плодоовочевих сумішей, основою яких є ціле пророщене зерно пшениці. Тому метою наших досліджень стало встановлення впливу замочування і пророщування зерна на гідроліз фітину та накопичення інозиту.

Кількісно визначали фітин екстрагуванням його із зернової сировини 1-відсотковим розчином азотної кислоти і подальшим осадженням 25-відсотковим розчином аміаку [9].

Дослідження гідролізу фітину проводили при різних температурних режимах: 16 та 22 °С. Зерно замочували повітряно-водняним способом. Зміну кількості фітину визначали після 4 год замочування та пророщування зерна протягом 48 год (табл.1).

## Вплив замочування та пророщування зерна на ступінь гідролізу фітину

Зразок	Сухі речовини (СР), %	Фітин, % до СР	Фітин, % від початкової кількості
Зерно пшениці	86,00	0,8400	100,00
Зерно пшениці, замочене при температурі 16 °С	76,50	0,3718	44,30
Зерно пшениці замочене при температурі 22 °С	74,80	0,3954	47,00
Зерно пшениці пророщене при температурі 16 °С	52,99	0,3385	40,30
Зерно пшениці пророщене при температурі 22 °С	52,00	0,3604	42,90

Проведені дослідження показали, що уже на перших етапах замочування зерна відбувається значний гідроліз фітину. Причому при нижчих температурах гідроліз відбувається активніше. Так, замочування при температурі 16 °С сприяло зменшенню кількості фітину на 55,7 %, підвищення температури до 22 °С дещо уповільнило гідроліз фітину – його кількість зменшилася на 53,0 %.

Пророщування зерна продовжує гідроліз фітину. Як і під час замочування, при температурі 16 °С процес відбувається активніше, ніж при температурі 22 °С.

Оскільки оптимальною температурою для дії фітази є 48...55 °С [3], то в наступній серії експериментів дослідили загальний вплив на гідроліз фітину витримування пророщеного зерна при температурі 50 °С протягом 20 хв та подальшої пастеризації при температурі 80 °С протягом 30 хв (табл. 2).

**Вплив пастеризації на ступінь гідролізу фітину**

Зразок	Сухі речовини (СР), %	Фітин, % до СР	Фітин, % від кількості до пастеризації	Фітин, % від початкової кількості
Зерно пшениці вихідне	86,00	0,8400	100,00	100,00
Зерно пшениці пастеризоване	86,00	0,5043	60,04	60,04
Зерно пшениці, пророщене при температурі 16 °С та пастеризоване	52,99	0,0388	11,46	4,62
Зерно пшениці пророщене при температурі 22°С та пастеризоване	52,00	0,1310	36,35	15,60

Для характеристики комплексного впливу температурного режиму процесу замочування і пророщування зерна пшениці та пастеризації на гідроліз фітину провели насамперед пастеризацію сухого непророщеного зерна. В такому зерні кількість фітину зменшується приблизно на 40 % від початкового вмісту. Пастеризація зерна, пророщеного при температурі 22 і 16 °С, дає змогу знизити вміст фітину відповідно на 84,40 та 95,38 %.

Дослідження, під час яких тривалість витримування зерна перед пастеризацією при температурі 50 °С становила 30 хв, показали, що ступінь гідролізу фітину не підвищується порівняно з витримуванням протягом 20 хв. Тому витримування зерна перед пастеризацією при температурі 50 °С понад 20 хв недоцільне.

Математично-статистична обробка результатів аналізу свідчить, що відносна похибка кількісного визначення фітину методом осадження аміаком не перевищує 3 %.

Отримані експериментальні дані показали, що замочування та пророщування зерна сприяє значному розщепленню фітину. Тому наступним етапом наших досліджень стало визначення зміни кількості інозиту.

Інозит визначали двома методами: хроматографією на папері та високоефективною рідинною хроматографією на хроматографі фірми PERKIN ELMER (США).

Дослідження впливу замочування зерна пшениці на зміну кількості інозиту показали, що у процесі замочування протягом 28 год при температурі 16 °С вміст інозиту зростає з 5,41 до 20,5 мг %.

Щоб встановити вплив пророщування зерна на процес утворення інозиту, проведено нову серію досліджень при різних температурних режимах: 10, 16 та 22 °С (табл. 3).

*Таблиця 3*

**Вплив температурних режимів на утворення інозиту у процесі пророщування зерна**

Тривалість пророщування, год	Кількість інозиту, мг%, при температурі пророщування, °С		
	10	16	22
36	25,83	24,7	22,13
44	31,05	30,00	25,68
60	32,94	32,42	28,85

Досліджено вплив пастеризації пророщеного зерна на вміст інозиту. Зразок пророщеного при 16 °С зерна пастеризували при температурі 80 °С протягом 30 хв. Встановлено, що таке температурне оброблення практично не впливає на вміст інозиту в зерні – він зменшується лише на 0,65 %.

Математично-статистична обробка даних показала, що розходження результатів, отриманих методом хроматографії на папері порівняно з методом високоефективної рідинної хроматографії, не перевищує 3 %.

**Висновки.** Цінність проведеної наукової роботи полягає в тому, що експериментально встановлено вплив замочування і пророщування зерна пшениці на гідроліз фітину. Вперше досліджено вплив температурних режимів на утворення інозиту в процесі пророщування зерна.

Доведено, що замочування та пророщування зерна при температурі 16 °С є ефективним способом зниження антимінеральної дії фітину і збільшення вмісту інозиту.

Витримування пророщеного зерна при температурі 50 °С протягом 20 хв з подальшою пастеризацією дає змогу зменшити вміст фітину на 95,4 %. Встановлено, що щадні температурні режими пастеризації практично не впливають на вміст інозиту в зерні.

### ЛІТЕРАТУРА

1. *Витамины* / Под ред. М.И. Смирнова. – М.: Медицина, 1974. – 493 с.
2. *Биологически активные вещества пищевых продуктов: Справ.* / В.В. Петрушевский, В.Г. Гладких, Е.В. Винокурова и др. – К.: Урожай, 1992. – 192 с.
3. *Козьмина Н.П., Кретович В.Л.* Биохимия зерна и продуктов его переработки. – М.: Заготиздат, 1950. – 358 с.
4. *Булгаков Н.И.* Биохимия солода и пива. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Пищ. пром-сть, 1976. – 264 с.
5. *Changes in carbohydrate, free amino acids, organic acids, phytate and HCL extractability of minerals during germination and fermentation of finger millet (Eragrostis tectoria)* / G. Sripriya, U. Antony, T.S. Chandra // *Food Chem.* – 1997. – V. 58, №4. – С. 345–350.
6. *Effect of soaking and heat processing of the levels of antinutrients and digestible proteins in seeds of Vigna aconitifolia and Vigna sinensis* / K. Vijayakumari, P. Siddhuraju, M. Pugalenti, K. Janardhanan // *Food Chem.* – 1998. – V. 63, №2. – С. 259–264.
7. *On the Cyclitols Present in Sugar Pine (Pinus lambertiana Dougl)* / E. Clinton Ballou and B. Arthur Anderson // *Journal of Food Science.* – 1953. – V. 75, №2. – С.648–649.

8. *HPLC Method for Determination of Inositol Tri-, Tetra-, Penta-, and Hexaphosphates in Foods and Intestinal Contents* / A.-S. Sandberg, R. Ahderinne // *Journal of Food Science*. – 1986. – V 51, №3. – С. 547–550.
9. *Таименов Р.С., Сабиров К.А., Ибрагимов А.Я., Карабаев А.Ш.* Анализ фитина в отходах производства риса // *Химико-фармацевтический журн.* –1990. – Т.24, № 10. – С. 86–87.
10. *Антонюк В.О., Антонюк Л.Я.* Одержання фітину та лектину із зародків пшениці в одному технологічному циклі // *Укр. біохім. журн.* – 2000. – Т. 72, №2. – С. 97–99.

*Одержана редколегією*

*Исследовано влияние температурных режимов на образование инозита в процессе проращивания зерна пшеницы. Экспериментально подтверждено, что замачивание и проращивание зерна способствуют значительному расщеплению фитина. Установлено, что выдерживание пророщенного зерна при температуре 50 °С в течении 20 мин с последующей пастеризацией дает возможность уменьшить количество фитина на 95,4 %. Щадящие температурные режимы пастеризации практически не влияют на содержание инозита в зерне.*