

## ДИНАМІКА ГІДРОЛІТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПІД ЧАС ПРОРОЩУВАННЯ ЖИТА

*Досліджено фізико-хімічні процеси під час пророщування жита і отримання прозер різних стадій пророщування. Вивчено вплив технологічних чинників, а саме температури, вологості, термінів на отримання прозер різних стадій пророщування. Досліджено динаміку гідролізу полісахаридів жита, процесів підвищення вмісту декстринів, моно- та дисахаридів. Визначено, що цілеспрямований процес гідролізу полісахаридів, насамперед, крохмалю зернівки, призводить до накопичення декстринів певної молекулярної маси, які в композиції з нативним крохмалем характеризуються здатністю утворювати емульсію та забезпечувати стабільність структури.*

*Исследованы физико-химические процессы при проращивании ржи и получении проростков разных стадий проращивания. Изучено влияние технологических факторов, а именно температуры, влажности, продолжительность на получение проростков разных стадий проращивания. Исследовано динамику гидролиза полисахаридов ржи, процессов повышения содержания декстринов, моно- и дисахаридов. Определено, что целенаправленный процесс гидролиза полисахаридов, прежде всего крахмала зерновки, приводит к накоплению декстринов определенной молекулярной массы, которые сравнительно с нативным крахмалом характеризуются способностью образовывать эмульсию и обеспечивать стабильность структуры.*

*The work focuses on the research of physical and chemical processes when sprouting wheat and getting spired grain of various grades of sprouting. The impact of technological factors such as temperature, moisture content, space of time on getting spired grain of various grades of sprouting has been studied. The dynamics of hydrolysis of polysaccharides of wheat has been monitored. The content of dextrin, mono- and disaccharides has been specified. It has been determined that the object-oriented process of the hydrolysis of polysaccharides, uppermost the starch of wheat, results in the accumulation of a certain molecular mass which, compared to the natural starch, is characterized by the power to generate emulsion and provide the structure stability.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Прагнення сучасної людини до здорового способу життя і корисних продуктів з року в рік набирає все більшу популярність у всьому світі. На жаль, сучасні харчові продукти в процесі технологічної обробки за умов промислового виробництва втрачають значну частину необхідних організму людини компонентів. Це призводить до зниження природної біологічної цінності багатьох продуктів, що спричиняє порушення обмінних процесів в організмі, і як наслідок нерационального харчування, –

погіршення стану здоров'я. Тому актуальним є створення продуктів, що містять у збалансованому стані необхідні харчові інгредієнти: білки, вуглеводи, мінеральні речовини, вітаміни тощо.

Одним з альтернативних напрямків збагачення традиційної продукції є використання зернових культур, які здавна використовувалися в раціоні харчування людей завдяки своїм високим лікувальним, оздоровчим та профілактичним властивостям [1]. Зернові культури – це той продукт, який вживає більша частина населення України. Їх зерна складаються з органічних речовин, основна частка яких припадає на білки й вуглеводи, а також жирів, органічних кислот, вітамінів та неорганічних речовин – фосфору, кремнію, калію, натрію, магнію тощо.

**Мета та завдання статті.** Метою даної роботи є дослідження гідролітичних процесів, що відбуваються під час пророщування зерен жита, встановлення динаміки цих процесів, визначення кількості і якості декстринів, моно- та дисахаридів на різних стадіях пророщування.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Пророслі зерна (прозери) – це продукти лікувально-оздоровчого харчування, бо в них підвищується вміст вітамінів, мінералів, рослинних ферментів та фітогормонів. Саме наявність фітогормонів – унікальна особливість пророслих зерен, що визначають їх біологічну активність і лікувальні властивості. Ці властивості значною мірою зумовлені вмістом легкозасвоюваних цукрів, яким надається велике значення в профілактиці багатьох захворювань шлунково-кишкового тракту, діабету, жовчочкам'яної хвороби, атеросклерозу, онкопатології тощо. Маючи високу біологічну активність прозери сприяють передусім нормалізації обмінних процесів, підвищенню вмісту гемоглобіну в крові, зниженню рівня холестерину. Не менш важливі також поліпшення розумової та фізичної працездатності, підвищення опірності організму інфекціям, виведення радіонуклідів. Прозерам властива ще й загальнозміцнююча та тонізуюча дії, завдяки їм поповнюється дефіцит вітамінів, мікро- та макроелементів в організмі. Тому використання пророслих зерен (наприклад жита) в технології харчових продуктів емульсійного типу є доцільним і перспективним.

Аналіз існуючих технологій кулінарної продукції, яка має емульсійну текстуру показує, що найчастіше стабілізація її технологічних властивостей досягається шляхом використання функціонально-технологічних інгредієнтів – загусників, емульгаторів, стабілізаторів, застосування яких сприяє формуванню необхідної структури і забезпечує стійкість її в технологічному потоці. З урахуванням сучасних підходів щодо оздоровчого харчування, доцільно використання функціональних композицій, з крохмалю і пророщених зернових, що дозво-

лить розробити широкий асортимент нової продукції, забезпечити стабільність і значно підвищити її харчову цінність.

Згідно з аналітичними даними стабільність крохмальних клейстерів може бути значно підвищена введенням високомолекулярних сполук полісахаридної природи [2]. У якості таких сполук можливе використання декстринів крохмалю, які отримані шляхом біологічної модифікації, а саме під час пророщування. Залежно від ступеня деструкції та молекулярної маси, продукти деструкції здатні утворювати або розчини ВМС, або справжні молекулярно-дисперсні розчини, введення яких дозволяє корегувати стабільність крохмальних клейстерів під час зберігання.

Враховуючи те, що різні види жита, залежно від температури та умов зберігання, а також кліматичних умов вирощування самого зерна, мають різні фізико-хімічні показники, то нами було досліджено умови і термін пророщування жита (ГОСТ 16990-88). Для досліджень обрані зразки жита з різними термінами та стадією пророщування: стандартний зразок зерен жита, пророщування зерна до розлушування зернівки, прозора до білої бруньки та прозора до зеленого паростку, характеристика цих зразків приведена в табл. 1. Пророщування здійснювалося за умови кімнатної температури при високій вологості до різної стадії пророщування.

Згідно з аналітичними даними підживлення зародка зерна забезпечується невеликим запасом цукрів, амінокислот, мінеральних та інших речовин, які розчиняються у воді при замочуванні зерна. Під час пророщування в результаті підвищення активності ферментів починається розщеплювання всіх високомолекулярних сполук зерна (крохмалю, білків, ліпідів, некрохмальних полісахаридів та ін.) з утворенням простих низькомолекулярних речовин.

Дослідженнями встановлено, що кількість крохмалю у зразках зменшується відповідно до збільшення тривалості пророщування, що є свідченням та підтвердженням активних гідролітичних процесів. Так, масова частка крохмалю зменшилась у зразках 2, 3, 4 відповідно на 3,5; 6,9; 59,8%. Наведені дані свідчать, що динаміка процесу гідролізу крохмалю тим більша, чим триваліший термін пророщування. Саме в період між 16 і 48 годинами пророщування, коли за рахунок інтенсивних ферментативних процесів біосинтезу утворюється зелений паросток, спостерігається зменшення крохмалю в 2,3 рази порівняно із стандартним зразком.

Дані про зміни вмісту декстринів та моно- і дисахаридів, масової частки крохмалю наведені у таблиці 2.

Таблиця 1 – Формат дослідження зразків прозер жита

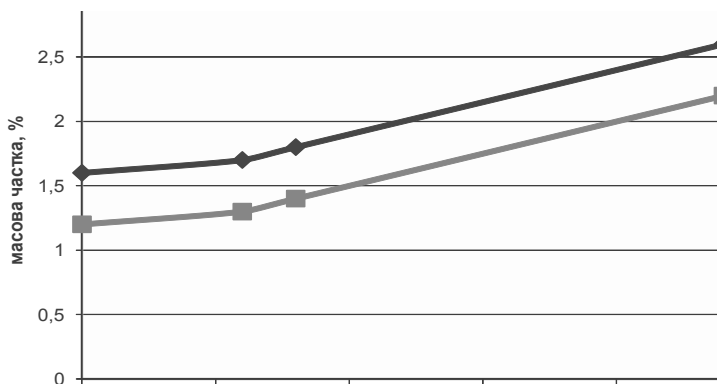
Зразок	Температура пророщування, С°	Вологість пророщування, %	Тривалість пророщування, год.	Стадія пророщування
Зразок № 1	-	-	-	Зерно не пророщене (стандарт за ГОСТ 16990-88)
Зразок № 2	18-20	95-97	12	Зернівка на стадії розлущування
Зразок № 3	18-20	95-97	16	Прозери до білої бруньки
Зразок № 4	18-20	95-97	48	Прозери до зеленого паростка

Таблиця 2 – Визначення вмісту декстринів та моно- і дисахаридів у часі

Показник	Фактичне значення показників			
	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4
Масова частка декстринів, %	1,6	1,7	1,8	2,6
Масова частка Моно- та дисахаридів, % (відновлюючих та невідновлюючих)	1,2	1,3	1,4	2,2
Масова частка крохмалю, %	68	65,6	63,3	27,3

Паралельно процесу гідролізу крохмалю відбувається процес утворення декстринів, моносахаридів та дисахаридів, кількість яких збільшується залежно від стадії пророщування зразків прозер жита. Так, масова частка декстринів у зразку 2 збільшується на 6,2%, а у зразках 3 і 4 відповідно на 12,5 і 62,5% порівняно з стандартним зразком (рис.). Наведені дані свідчать, що максимальна кількість декстринів утворюється під час пророщування протягом 48 годин (зразок № 4). Так, якщо в період пророщування 12 годин (зразок № 2) і 16 годин

(зразок №3), масова частка декстринів збільшилась на 5,9 %, то за термін пророщування зразків 3 і 4 приріст масової частки декстринів складає 44,4 %. Згідно з аналітичними даними, щодо протікання гідролітичних процесів у прозерах жита, свідомо керуючи процесом гідролізу крохмалю шляхом біологічної модифікації можливо отримати декстрини різної молекулярної маси, здатних позитивно впливати на структуроутворення в емульсійних системах харчових продуктів [3].



**Рисунок – Вміст декстринів та моно- і дисахаридів в житі залежно від терміну пророщування: ♦ – декстрини; ■ – моно- та дисахариди**

Порівнюючи динаміку процесів гідролізу крохмалю і накопичення декстринів, можна констатувати, що приріст масової частки декстринів особливо інтенсивно відбувається у зразку 3, тобто за період пророщування 12...16 годин, бо зменшення вмісту крохмалю у цих зразках тягне за собою збільшення декстринів у 1,7...1,8 рази порівняно зі стандартним зразком. Між тим, цей процес значно уповільнюється за умов подовження терміну пророщування до 48 годин (зразок № 4), де спостерігається приріст всього на 2,7 %. Це можна пояснити тим, що при появі зеленого паростка частина декстринів поступово гідролізується і перетворюється у прості цукри, які необхідні для біосинтезу речовин.

Як відомо при активізації ферментів гідроліз крохмалю відбувається прискореними темпами. Під час пророщування особлива роль відводиться  $\alpha$ -амілазі, яка розщеплює крохмаль до декстринів, а потім до мальтози і глюкози. Свідченням цих процесів є отримані дані щодо збільшення масової частки моно- та дисахаридів. Так, при проро-

щуванні 12 годин (зразок № 2) кількість цукрів збільшилась на 8,3 % порівняно зі стандартним зразком, під час пророщування 16 годин (зразок № 3) і 48 годин (зразок № 4) відповідно на 16,7 і 83,3%. Максимальна кількість цукрів спостерігається у прозерах зеленого паростку, бо саме в цей період біологічним процесам, що відбуваються у зерні необхідно мати достатню кількість цукру, яка використовується для біосинтезу.

Обґрунтовуючи термін пророщування можна стверджувати, що доцільно пророщувати жито в інтервалі температур +18...+20°C, при вологості  $W=95...97\%$  протягом 16 годин. Крім того, встановлено, що пророщування протягом 3 діб і більше забезпечує значну дію ферментів, які перетворюють крохмаль до низькомолекулярних декстринів і моносахаридів, що зумовлює солодкий смак самого зерна і значне зниження в'язкості клейстерів, що небажано.

Вивчено стабільність модельної системи з пророслих зерен жита під час зберігання протягом 3 діб при температурі +5...+8°C і вплив тривалості пророщування та утворених декстринів на процес ретроградації. Дані свідчать, що декстрини полісахаридів, отримані під час пророщування протягом 12, 16, 48 годин після 3-х діб зберігання відшаровують відповідно 8, 5, 25 % води. За наявності 10 % цукру в системі простежується аналогічна тенденція, але кількість відшарованої води, залежно від тривалості пророщування, збільшується в 1,2...1,4 рази, цукор негативно впливає на суспензію, відповідно виділяється більше рідини. При додаванні в суспензії 2 % крохмалю спостерігається інший результат, кількість відшарованої води зменшується. Порівняльний аналіз результатів досліджень показує, що за умов використання бінарної композиції крохмалю з прозерами, пророслих протягом 16 годин, кількість відшарованої води менш порівняно з контрольним зразком (непроросле зерно) в 3 рази.

**Висновки.** Наведені дані дозволяють зробити висновок про здатність декстринів полісахаридів пророслого жита зменшувати відшарування води і затримувати процес ретроградації. Це дає змогу обґрунтовано прогнозувати, що прозери жита у складі функціональної композиції з нативним крохмалем доцільно використовувати в харчових продуктах з емульсійною текстурою, це дозволить забезпечити стабільність структурно-механічних властивостей у часі, а разом з тим значно підвищити харчову цінність і створити продукцію оздоровчого призначення.

#### *Список літератури*

1. Пророщені зерна злакових культур [Текст] / С. Потапенко [та ін.] // Харчова і переробна промисловість. – 2006. – № 7. – С. 19–21.
2. Мостова, Л. М. Технологія десертної продукції емульсійного типу з використанням стабілізаційних систем на основі крохмалю [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Л. М. Мостова. – Х., 2001. – 19 с.

3. Литвинова, Е. В. Способы стабилизации эмульсий лечебно-профилактического назначения [Текст] / Е. В. Литвинова, А. Б. Лисицын // Пищевые ингредиенты, сырье и добавки. – 2002. – № 1. – С. 22–24.

Отримано 31.03.2010. ХДУХТ, Харків.  
© Л.М. Мостова, В.О. Гапоненко, 2010.

УДК 635.17

**Є.В. Бєлінська, (ПУСКУ, Полтава)**

## **ФІЗИЧНІ І ТЕПЛОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КОРЕНЕПЛОДІВ РЕДИСУ**

*Наведено результати досліджень фізичних і теплофізичних властивостей сортів редису різних строків стиглості.*

*Приведены результаты исследований физических и теплофизических свойств сортов редиса разных сроков созревания.*

*In the article the results of studies of the physical and thermophysical properties of the types of the radish of the different periods of the ripening are given*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Редис – це специфічний коренеплід, особливість якого визначається його харчовими, лікувальними властивостями і скоростиглістю: технічна стиглість коренеплодів у ранніх сортів настає через 20–30 днів від появи сходів і через 40–45 днів у пізньостиглих сортах. Редис – коренеплід, який не придатний для тривалого зберігання, згідно з РСТ УСССР 291-89, його рекомендовано зберігати в складських приміщеннях при температурі не вище 12<sup>0</sup> С і в холодильних камерах при температурі 0<sup>0</sup> С

За яких би умов не зберігалися коренеплоди, вони залишаються живими організмами, яким притаманні функції обміну речовин, окислювально-відновні процеси та теплофізичні характеристики. Теплофізичні характеристики дають комплексну оцінку теплофізичних властивостей коренеплодів. На теплофізичні властивості коренеплодів впливають їх фізико-механічні, фізико-хімічні та хімічні характеристики. Тому, насамперед, виникає інтерес до вивчення фізичних і теплофізичних властивостей коренеплодів редису, які слід знати і враховувати для успішного зберігання цього виду коренеплідних овочів.

**Аналіз основних досліджень і публікацій.** Багато науковців і дослідників цікавить питання вивчення теплофізичних і фізичних властивостей коренеплодів редису. Деякі автори [1] досліджуючи коренеплоди редису визначили, що його фізична густина, при вологості 91,3...92,5%, складає 920 кг/м<sup>3</sup>. Вміст газів у тканинах – 6,3% [2]. Питомо теплоємність складає 3960 Дж/(кгК), при цьому для редису її рекомендовано розраховувати за формулою :