

УДК 664.696.083:[547.458.61:577.11]

М.Р. Мардар, канд. техн. наук, доц. (ОНАХТ, Одеса)

Л.О. Валевська, асп. (ОНАХТ, Одеса)

ЗМІНИ ВЛАСТИВОСТЕЙ І СТРУКТУРИ КРОХМАЛЮ ЕКСТРУДОВАНИХ ЗЕРНОВИХ ПРОДУКТІВ ПІД ЧАС ЕКСТРУДУВАННЯ ЗА НАЯВНОСТІ ДОБАВОК

Представлено результати досліджень зміни властивостей і структури крохмалю екструдованих зернових продуктів під час екструдкування у присутності добавок.

Представлены результаты исследований изменения свойств и структуры крахмала экструдированных зерновых продуктов при экструдировании в присутствии добавок.

In the article presents results of changes in the properties and structure of starch extruded cereal products in extrusion in the presence of additives.

Постановка проблеми у загальному вигляді. За допомогою термопластичної екструзії в основному переробляють природні суміші біополімерів, до яких в першу чергу, відносять крохмалевмісні продукти [1]. При цьому технологічний процес екструзії надає суттєвий вплив на перетворення основних компонентів вихідної сировини – крохмалю і білка, які визначають харчову цінність готових виробів [2]. У зв'язку з широким використанням різних збагачувальних добавок у складі екструдованих зернових продуктів особливий інтерес представляє дослідження характеру їх впливу на зміну структури переважаючого компоненту екструдованої суміші – крохмалю.

Мета та завдання статті. Для виявлення впливу процесу екструзії на властивості та структуру крохмалю проведено оцінку його змін у складі екструдованих зернових продуктів, збагачених білковими добавками тваринного та рослинного походження, зокрема визначені фізико-хімічні властивості крохмалю і ферментативна атакуємість амілолітичними ферментами – α -амілазою і β -амілазою.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для дослідження використані вироблені у виробничих умовах зразки екструдованих зернових продуктів, а саме:

- 1 – контроль 1 – пшенична і кукурудзяна крупа;
- 2 – контроль 2 – екструдована пшенична і кукурудзяна крупа;
- 3 – зразок 1 – екструдована пшенична та кукурудзяна крупа з включенням 7 % коренеплідних овочів (морква, селера, петрушка);

– 4 – зразок 2 – екструдована пшенична та кукурудзяна крупа з включенням 20 % яловичої печінки та 7 % коренеплідних овочів (морква, селера, петрушка);

– 5 – зразок 3 – екструдована пшенична та кукурудзяна крупа з включенням 20 % м'яса яловичини і 7 % коренеплідних овочів (морква, селера, петрушка).

Зміни властивостей крохмалів оцінювали за такими показниками, як масова частка амілози, «синє» число, відносна в'язкість крохмалю, молекулярна маса, ферментативна атакуємість амілолітичними ферментами. Характеристики фізико-хімічних властивостей крохмалю зразків екструдованих зернових продуктів приведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Фізико-хімічні властивості крохмалю зразків екструдованих зернових продуктів

$P \geq 0,95, n=3$

Показник	Контроль 1	Контроль 2	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Масова частка амілози, %	21,4	18,6	17,6	16,2	16,1
«Синє» число	0,96	0,84	0,81	0,69	0,68
Відносна в'язкість, г·см ⁻¹	2,3	1,7	1,5	1,3	1,2
Молекулярна маса · 10 ⁻³	130,2	120,5	111,3	102,2	98,4

Як видно, екстудування пшеничної та кукурудзяної крупи призводить до часткової деструкції крохмалю, що виражається у зниженні величини молекулярної маси і відповідно, масової частки амілози (на 13,1%), яка більш лабільна, ніж амілопектин, тому руйнується в першу чергу. Введення до складу екструдованих зернових продуктів збагачувальних добавок є важливим чинником, який визначає характер перетворення крохмальних полісахаридів, а саме, цей процес інтенсифікується і масова частка амілози в дослідних зразках знижується більш суттєво (на 17,8...24,8%) по відношенню до контрольного зразка 1. При цьому спостерігається зменшення значень «синіх» чисел, що свідчить про зниження амілози в зразках крохмалю, це пояснюється по-перше, частковим переходом амілози в розчинну форму під час клейстеризації крохмалю, по-друге, тим, що в процесі екстудування за наявності вологи починається швидкий розпад компонентів крохмалю, причому швидше руйнується амілоза [3-7]. Відповідно, на 34,7...47,8% по відношенню до контролю 1 знижується

і відносна в'язкість дисперсії екструдованого крохмалю під час введення добавок (коренеплідних овочів і м'ясних компонентів), що свідчить про суттєву зміни структури і розмірів амілопектину. Це пояснюється тим, що кислотні групи, які входять до складу збагачувальних добавок, виступають каталізаторами гідролітичної деструкції компонентів крохмалю, що призводить до дезагрегації його молекул [6].

Молекулярна маса крохмалів дослідних зразків у разі введення м'ясних компонентів і коренеплідних овочів (морква, селера, петрушка) значно відрізняється від контрольних зразків. Як відомо, існує пряма залежність між величиною, яка характеризує в'язкість крохмалю і молекулярну масу [8]. Ця залежність полягає в тому, що введення добавок сприяє підвищенню ступеня молекулярної дезорганізації крохмалю і зменшенню розмірів його молекул, за рахунок зусилля гетерогенності системи, в свою чергу, це робить крохмаль більш доступним дії тиску і температури.

Таким чином, введення збагачувальних добавок до складу екструдованих зернових продуктів сприяє підвищенню ступеня молекулярної дезорганізації крохмалю і зменшенню розмірів його молекул, що зрештою призводить до підвищення ферментативної атакуємості полісахаридів крохмалю амілолітичними ферментами.

Вплив збагачувальних добавок та процес екструдування на ферментативну атакуємість крохмалю зразків екструдованих продуктів оцінювали на основі гідролізу амілолітичними ферментами – β -амілазою і α -амілазою, так як характер їх дії різний. Результати гідролізу зразків екструдованих продуктів β -амілазою представлені в табл. 2.

Таблиця 2 – Ферментативний гідроліз крохмалю екструдованих зернових продуктів β -амілазою

$P \geq 0,95, n=3$

Зразок	Границя β -амілолізу, %
Контроль 1	56,8
Контроль 2	60,2
Зразок 1	62,4
Зразок 2	65,0
Зразок 3	64,4

Як видно з даних таблиці 2, крохмаль екструдованого продукту із введенням добавок (зразки 1, 2, 3) гідролізується ферментом більшою мірою, ніж контрольна екструдована крупа

(контроль 2). Це пов'язано з процесами деполімеризації амілопектину при термообробці, які інтенсифікуються в присутності добавок.

Результати гідролізу зразків крохмалю панкреатичною α -амілазою приведені на рисунку.

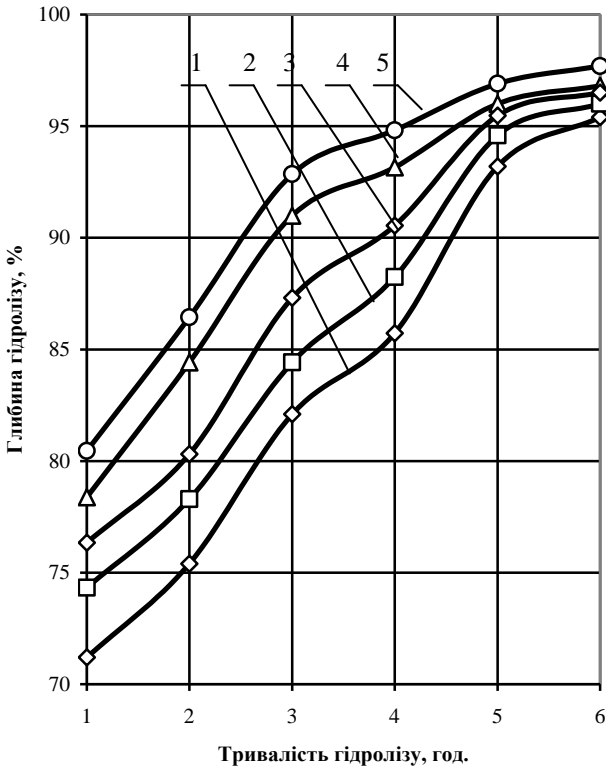


Рисунок – Кінетика ферментативного гідролізу крохмалю зразків екструдованих зернових продуктів панкреатичною α -амілазою: 1 – контроль 1; 2 – контроль 2; 3 – зразок 1; 4 – зразок 2; 5 – зразок 3

Аналіз результатів показує, що глибина гідролізу крохмалю за 6 годин дії для всіх дослідних зразків становила 95,4...97,69%, тобто панкреатична α -амілаза повністю розщеплює крохмаль. Однак, необхідно відмітити, що введення добавок до складу продукту інтенсифікує процес ферментолізу крохмалю по відношенню до вихідного (контроль 1) і екструдованого зразку (контроль 2), де по закінченні 6-ти годин гідролізу глибина розщеплення полісахариду

мінімальна. Очевидно, введення добавок створює більш розвинену поверхню контакту субстрату з ферментом, за рахунок чого процес ферментолізу посилюється.

Висновки. Таким чином, під час екструзійної обробки загальний вміст крохмалю зменшується за рахунок розщеплення молекул амілози і амілопектину, при цьому введення до складу екструдованих зернових продуктів добавок тваринного та рослинного походження призводить до збільшення глибини гідролізу полісахаридів. Це у сукупності з даними гідролізу крохмалемістких зразків амілолітичними ферментами, свідчить про відсутність негативного впливу м'ясних компонентів і коренеплідних овочів на харчову цінність даних продуктів, більш того, сприяє збільшенню ферментативної атакуючості крохмалю, і, відповідно, підвищенню його засвоюваності.

Список літератури

1. Термопластическая экструзия: научные основы, технология, оборудование [Текст] / Под ред. А. Н. Богатырева, В. П. Юрьева. – М. : Ступень, 1994. – 200 с.
2. Остриков, А. Н. Экструзия в пищевой технологии [Текст] / А. Н. Остриков, О. В. Абрамов, А. С. Рудометкин – СПб. : ГИОРД, 2004. – 288 с.
3. Душман, А. И. Новые виды крахмалов и крахмалопродуктов для пищевой промышленности (Обзор) [Текст] / А. И. Душман, Е. К. Коптілова. – М., 1971.
4. Бабиченко, Л. В. Основы технологии пищевых производств [Текст] : / Л. В. Бабиченко [учебник для мех. фак. торг. вузов] – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Экономика, 1983.
5. Handbook of food science, technology, and engineering / Y. H. Hui [et al.]. – CRC Press, 2006. – 1000 p.
6. Экструзионная обработка крахмалов и крахмалосодержащего сырья [Текст] / А. И. Жухман [и др.]. – М. : ЦНИИТЭ ; Пищепром, 1980. – Вып. 3. – 36 с.
7. Андреев, Н. Р. Основы производства нативных крахмалов [Текст] / Н. Р. Андреев. – М. : Пищепромиздат, 2001. – 259 с.
8. Жушман, А. И. Новое в технике и технологии производства экструзионных крахмалопродуктов (Обзор) [Текст] / А. И. Жушма. – М., 1986. – Вып. 2. – С. 1–28.

Отримано 31.03.2010. ХДУХТ, Харків.
© М.Р. Мардар, Л.О. Валевська, 2010.