

Рис. 2. Кінетика процесу ферментативного зцукрювання розріджених гідролізітів крохмалю протягом всього процесу, починаючи від 4 год зцукрювання, за різних значень GE після розріджування: 10; 15; 23; 30%.

співпадають. При подальшому продовженні процесу зцукрювання спостерігається більший приріст показника GE тих гідролізітів, які мали менше значення GE після розріджування (GE 10; 15%) (рис. 2). Тобто зі зменшенням ступеню полімеризації молекул гідролізату після розріджування (GE 23; 30%) спостерігається зниження ступеню зцукрювання та зменшення швидкості їх розщеплення під час зцукрювання до мальтози, оскільки β -амілаза має спорідненість до високомолекулярного субстрату. Але зразки з низьким значенням GE після розріджування (10%) мають високу в'язкість клейстеру, що погіршує його контакт з ферментом та ускладнює процес зцукрювання. Крім того, зцукрювання високомолекулярного субстрату (GE 10%) ускладнюється його схильністю до ретроградації. Отже, ферментативне розріджування суспензії слід проводити до досягнення значення GE гідролізату 12...15%. В'язкість таких гідролізітів значно знижена, а ступінь по-

лімеризації молекул полісахаридів достатньо високий, що є оптимальним для подальшого зцукрювання гідролізітів до мальтози.

Висновок

Вивчено кінетику процесу ферментативного зцукрювання гідролізітів крохмалю в залежності від отриманих значень глюкозного еквіваленту після розріджування. Встановлено, що найбільше значення глюкозного еквіваленту при зцукрюванні до мальтози досягається за оптимального ступеня розріджування крохмальної суспензії, який відповідає величині глюкозного еквіваленту 12...15%.

Список використаних джерел

1. Бобровник Л.Д. Углеводы в пищевой промышленности / Л.Д. Бобровник, Г.А. Лезенко. – К. : Урожай, 1991. – 112 с.
2. Драгилев А.И. Технология кондитерских изделий / А.И. Драгилев, И.С. Лурье. – М. :

ДеЛи принт, 2001. – 483 с.

3. Крылова Э.Н. Сахарозаменители при производстве карамели / Э.Н. Крылова // Пищевая промышленность. – 1999. – №3. – С. 16.

4. Магомедов О.Г. Технология карамели / О.Г. Магомедов, А.Я. Олейникова, И.В. Плотникова, А.Ф. Брехов. – М. : ГИОРД, 2008. – 218 с.

5. Технология пищевых производств / Л.П. Ковальская, В.Ф. Суходол, Л.М. Куц и др. – М. : Колос, 1999. – 752 с.

6. Гулюк Н.Г. Крахмал и крахмалопродукты / Н.Г. Гулюк, А.И. Жушман, Т.А. Ладур, Е.А. Штыркова. – М. : Агропромиздат, 1985. – 240 с.

7. Кравченко Т.И. Разработка технологии получения высокомаальтозных сиропов из крахмала с применением ферментных препаратов: дис. канд. техн. наук: 05.18.05 / Т.И. Кравченко. – М., 1989. – 125 с.

8. Фогарти В. Амилолитические ферменты / В. Фогарти. В кн. : Микробные ферменты и биотехнология. – М., 1986. – Ч.1. – С. 9-80.

9. Майданець О.М. Удосконалення технології ферментативного розріджування крохмалю та мальтодекстринів: дис. канд. техн. наук: 05.18.05 / О.М. Майданець. – К., 2005. – 162 с.

10. Майданець О.М. Дослідження кінетики ферментативного розріджування крохмалю / О.М. Майданець, О.В. Грабовська, Н.І. Штангеева, В.О. Мірошник // Наукові праці НУХТ. – 2004. – №15. – С. 62–64.

11. Грабовська О.В. Оптимізація технологічних параметрів ферментативного розріджування крохмалю / О.В. Грабовська, О.М. Майданець, Н.І. Штангеева, В.О. Мірошник // Цукор України. – 2004. – №6. – С.31–33.

Дослідження властивостей екструдованих крохмалів

О.Ю. Мельник, доцент кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів, кандидат технічних наук, Національний університет харчових технологій

Одним з перспективних видів модифікованих крохмалів є екструдовані, які відносяться до групи набухаючих. Їх отримують шляхом термічного оброблення нативного крохмалю, в результаті якого відбувається попередня клейстеризація крохмальних молекул. Процес екструдювання призводить до деструкції крохмальних зерен і утворення продуктів з меншою молекулярною масою. Тому екструдовані крохмалі здатні набухати у холодній воді і можуть використовуватися у виробництві продуктів, які не потребують попереднього кулінарного оброблення.

Ключові слова: екструдювання, крохмаль, деструкція, набухання.

Перспективним видом модифікованих крохмалів є екструдовані, які відносять до групи набухаючих. Їх отримують шляхом термічної обробки нативного крохмала, в результаті чого відбувається попередня клейстеризація крохмальних молекул. Процес екструдювання призводить до деструкції крохмальних зерен і утворення продуктів меншої молекулярної маси. По тому екструдовані крохмалі здатні набухати в холодній воді і можуть використовуватися в виробництві продуктів, які не потребують попередньої термічної обробки.

Ключевые слова: экструдование, крахмал, деструкция, набухание.

The extrusion process leads to the destruction of the starch grains and forming products with smaller molecular mass. That is why the extruded starches are able to swell in cold water and don't form draggles. The data obtained evidence that extruded starches of potatoes, corn and tapioca lead to their changed structure and creates new properties allowing to use them in manufacturing products that require no culinary processing.

Key words: extruding, starch, destruction, swelling.

Крохмаль є цінною сировиною для виробництва різних продуктів. Цей полісахарид та продукти його модифікації широко використовуються в усіх галузях харчової промисловості. Основною властивістю нативного крохмалю є здатність утворювати в'язкий прозорий, але нестабільний клейстер або гель, який руйнується при тривалому зберіганні. Для покращення функціональних властивостей нативний крохмаль модифікують, внаслідок чого він набуває заздалегідь заданих властивостей. Різні види модифікованих крохмалів стали необхідними інгредієнтами більшості харчових продуктів. Вони застосовуються в якості згущувачів, стабілізаторів, наповнювачів та емульгаторів і входять до переліку харчових добавок, дозволених до використання у харчових продуктах.

Одним з перспективних видів модифікованих крохмалів є екструдовані, які відносяться до групи набухаючих. Їх отримують шляхом термічного оброблення нативного крохмалю, в результаті якого відбувається попередня клейстеризація крохмальних молекул. Процес екструдювання призводить до деструкції крохмальних зерен і утворення продуктів з меншою молекулярною масою, тому екструдовані крохмалі здатні набухати у холодній

воді і не утворюють драглів. Метою роботи було дослідження структури та властивостей екструдованих картопляного, кукурудзяного та тапіокового крохмалів в порівнянні з нативними.

З метою надання рекомендацій щодо застосування даних видів крохмалю досліджували наступні групи показників: масову частку цукрів, розчинність, здатність екструдованих крохмалів до набухання та зміну ступеня кристалічності крохмалю після процесу модифікації.

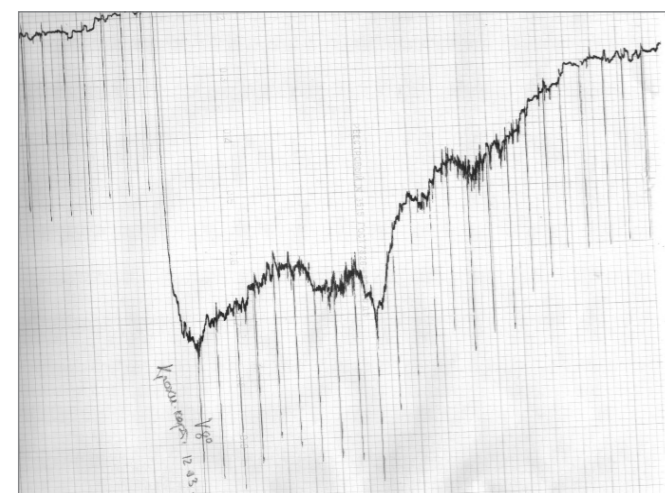
Екструдювання нативного крохмалю проходить при високих температурах і тиску, в результаті чого відбувається деструкція високомолекулярних сполук і утворення продуктів з меншою молекулярною масою – цукрів та декстринів, збільшення ступеня набухання та зменшення кількості кристалічної фази.

Кількість цукрів визначали прискореним йодометричним напівмікрометодом. Встановили, що масова частка цукрів у крохмалі після екструдювання збільшилася і становить відповідно (для картопляного нативного та екструдованого – 1,1% та 2,72%; кукурудзяного нативного та екструдованого – 1,04% та 1,7%; тапіокового нативного та екструдованого – 0,88% та 2,55%).

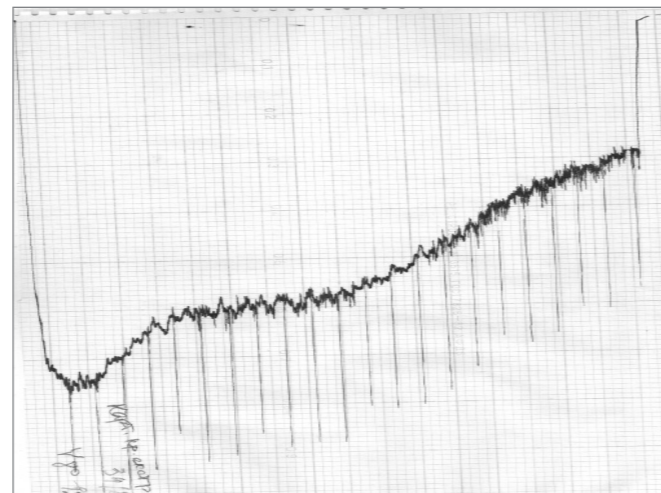
Розчинність екструдованих крохмалів в порівнянні з нативними

Таблиця 1

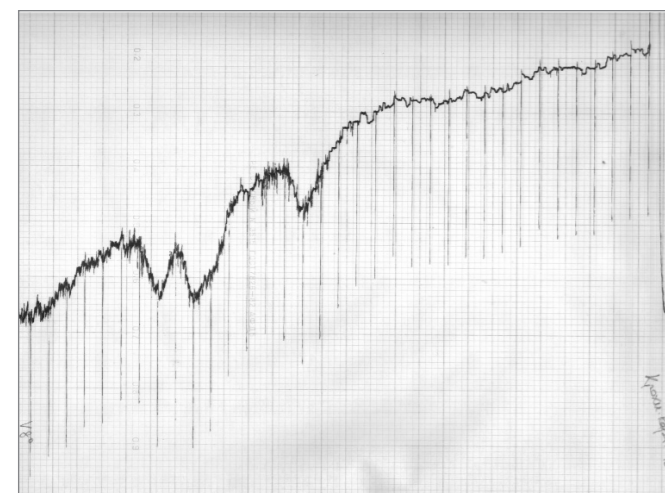
Назва досліджуваного продукту	Розчинність, % до СР	Назва досліджуваного продукту	Розчинність, % до СР
Картопляний нативний крохмаль	18,73	Кукурудзяний екструдований крохмаль	119,86
Картопляний екструдований крохмаль	100,11	Тапіоковий нативний крохмаль	20,9
Кукурудзяний нативний крохмаль	17,2	Тапіоковий екструдований крохмаль	113,7



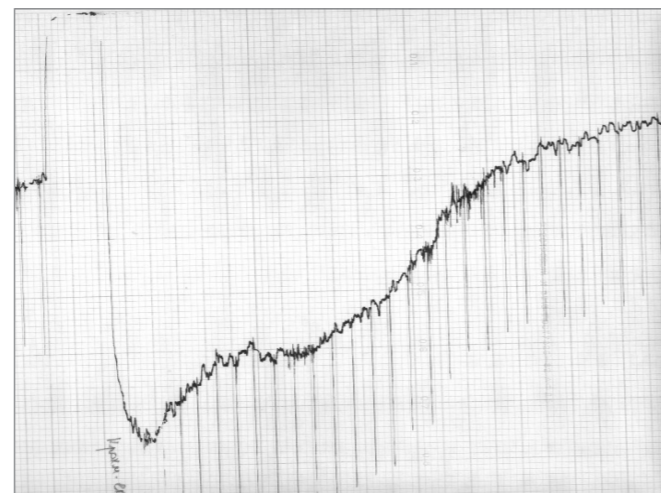
картопляний нативний



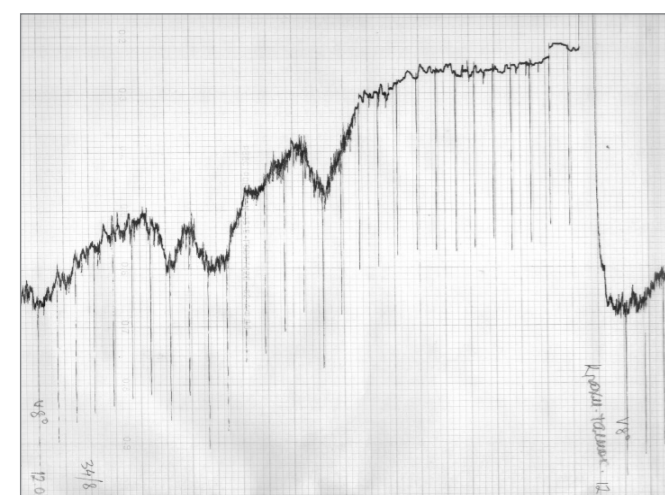
картопляний екструдований



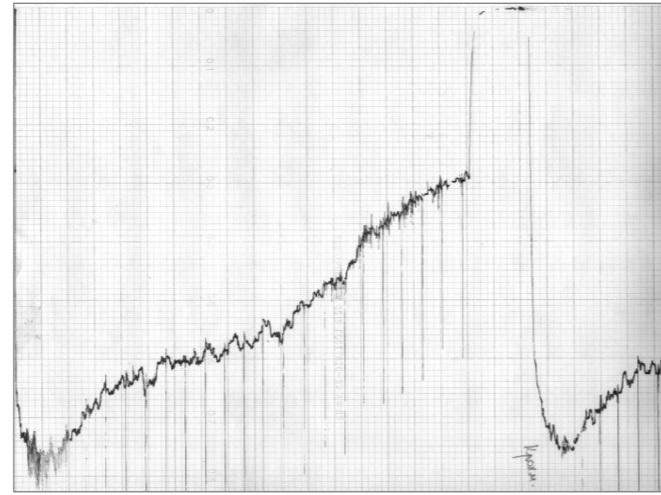
тапіоковий нативний



тапіоковий екструдований



кукурудзяний нативний



кукурудзяний екструдований

Рис.1. Дифрактограми екструдованих та нативних крохмалів

Здатність до набухання зростає (ступінь набухання нативного картопляного крохмалю та екструдованого відповідно – 0,2 см³/г та 1,6 см³/г; кукурудзяного нативного та екструдованого – 0,7 см³/г та 1,4 см³/г; тапіокового нативного та екструдованого – 0,36 см³/г та 0,9 см³/г).

Визначення кількості водорозчинних речовин екструдатів проводили за методом запропонованим Т.Дж. Шохом. Він базується на здатності крохмальних зерен набухати у воді і розчинятися залежно від міцності та структури зерен крохмалю.

Крохмаль відноситься до сполук, які в поляризованому світлі під мікроскопом мають вигляд сферокристалів за рахунок орієнтації розгалужених полісахаридних ланцюгів у радіальному напрямку. Це сприяє утворенню областей, що мають впорядковану структуру, властиву кристалам, характер яких здійснює значний вплив на властивості крохмалю.

Дослідження кристалічності

модифікованих крохмалів рентгеноструктурним методом показали, що частка кристалічної фази в них значно зменшилася за рахунок розриву існуючих зв'язків під час екструдуювання, і крохмальна молекула набула аморфної структури. Дифрактограми екструдованих та нативних крохмалів наведені на рис.1.

Оскільки зменшення ступеня кристалічності призводить до кращої атакованості крохмальної молекули ферментами, то людським організмом краще засвоюються продукти, що пройшли стадію екструдуювання.

Тобто отримані дані свідчать, що екструдуювання крохмалів картоплі, кукурудзи і тапіоки призводить до зміни їх структури - зростання розчинності та ступеня набухання, зменшення кількості кристалічної фази, що сприяє утворенню нових властивостей модифікованих крохмалів і дозволяє використовувати їх у виробництві продуктів, які не потребують кулінарного оброблення.

Список використаних джерел:

1. Кузнецова Н.А. Переработка плодов, овощей и картофеля : [Справочное пособие] / Кузнецова Н.А. – Минск : Уражай, 1993. - 344 с.
2. Филлипс Г.О. Справочник по гидроколлоидам / Г.О. Филлипс, П.А. Вильямс; пер. с англ. под ред. А.А. Кочетковой и Л.А. Сафоновой. – СПб : ГИОРД, 2006. - 536 с.
3. Ластухін Ю.О. Харчові добавки. Е-коди. Будова. Одержання. Властивості: навч. посіб. / Ластухін Ю.О. – Львів : Центр Європи, 2009. – 836 с.
4. Жушман А.И. Ферментативная атакуемость и растворимость набухающих крахмалов в кондитерский и хлебопекарной промышленности / Жушман А.И., Коробков В.Н., Мельникова Т.Н. – Москва, 1984. – 44 с.

Рецензент: Ковбаса В.М., д.т.н., проф.

Виправлення до номеру №6 (90)'2013

У №6 (90)' 2013 в статті В.П. Петренко, М.О. Прядко, О.М. Рябчук. «Ефективність застосування плівкових випарних апаратів та розрахунок інтенсивності тепловіддачі до киплячих цукрових розчинів в них» була допущена помилка.

Автори приносять свої вибачення за допущену помилку на сторінці 23, формула (1)

$$Nu = 1,1 Re^{\frac{1}{3}} \frac{0,85 + 0,01 Pe^{0,2} + 4,5 \cdot 10^{-4} Pe^{0,86} Pr^{0,2}}{\exp(-1,2 \cdot 10^{-5} Re_n)} \cdot K_t \cdot \left(\frac{L}{L_o}\right)^{0,1}$$

Необхідно читати

$$Nu = 1,1 Re^{\frac{1}{3}} \frac{0,85 + 0,01 Pe^{0,2} + 4,5 \cdot 10^{-4} Pe^{0,86} Pr^{-0,2}}{\exp(-1,2 \cdot 10^{-5} Re_n)} \cdot K_t \cdot \left(\frac{L}{L_o}\right)^{0,1}$$