

MODIFIED STARCH PROPERTIES

Oksana Melnik, Iryna Dovgun

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

ABSTRACT

Keywords:

Modification,
Starch
Crystallinity
Paste

Article history:

Received 09.06.2013
Received in revised form
26.08.2013
Accepted 03.09.2013

Corresponding author:

Oksana Melnik
E-mail:
oxana7@i.ua

Introduction. Physical, chemical and biochemical processing enables to get different types of modified starch whose properties significantly differ from the native one. The purpose of the research is to identify and compare the properties of physically and chemically processed potato and native starches.

Materials and methods. 6 kinds of modified starch is studied. The ability of the starch to jelly forming was determined by the way of starch paste brewing of a high concentration. The degree of crystallinity was designated by the Matthews method.

Results. The temperature of gelatinization dropped and the duration of the paste formation changed after modification. The modified starch not form jelly; its paste has different organoleptic characteristics and can be used in directed foodstuffs production. By starch processing the ratio of the crystallized and amorphous phases changed, accordingly the ability of the starch to digestion by a human body altered.

Conclusion. Starch modification leads to the formation of new properties and expands opportunities of its use. We recommend to use specific types of modified starches for production of jelly, confectionery gels, condiments and sauces, fillings, puddings.

УДК 664.87

ВЛАСТИВОСТІ МОДИФІКОВАНОГО КРОХМАЛЮ

Оксана Мельник, Ірина Довгун

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

Вступ

Крохмаль – це цінний полісахарид, який необхідний для харчування людини і забезпечення функціонування її організму. В результаті модифікації крохмаль набуває властивості утримувати воду у різних середовищах, що дозволяє отримати продукт необхідної консистенції. Його використовують в кулінарії, для виготовлення кондитерських виробів, деяких видів ковбас, концентратів, в харчовій та інших галузях промисловості. Широкому застосуванню крохмалю сприяють його технологічні властивості: здатність до набухання і клейстеризації, а також структуроутворення.

Світове виробництво крохмалю і його похідних збільшується з кожним роком і на даний момент нараховує більше 200 видів модифікованих

крохмалів. Аналіз сучасних літературних джерел дозволяє виділити наступні групи модифікованих крохалів, які найбільше використовуються в харчовій промисловості: набухаючі, розщеплені, окислені, заміщені, зшиті та оксиалкільовані.

Більшість досліджень були направлені на отримання модифікованих крохмалів з різними технологічними властивостями (гелеутворення, загущення). Тому актуальними є визначення зміни структури крохмалю після модифікації, і впливу різних способів оброблення нативного крохмалю на технологічні властивості, засвоюваність їх похідних у організмі людини.

Матеріали і методи

Для дослідження використовували нативний картопляний крохмаль і картопляні крохмалі різних модифікацій виробництва Швейцарії:

- 1 - нативний картопляний крохмаль
- 2 - загусник холодного набухання Microlys FHO 2 (E 402)
- 3 - гелеутворювач Lyckeby 123 (E1420)
- 4 - загусник Microlys 56
- 5 - загусник Lyckeby 11200
- 6 - загусник Microlys 54 (E1442)

Дослідження температури клейстеризації модифікованих крохмалів проводили шляхом заварювання крохмального клейстеру з 3 г крохмалю і 150 мл води на водяній бані.

Для дослідження здатності модифікованих крохмалів до драглеутворення заварювали висококонцентровані клейстери. Брили 10 г крохмалю і добавляли 50 см³ дистильованої води кімнатної температури і ретельно перемішували. Потім суспензію поступово заливали 40 мл гарячої дистильованої води, перемішували і кип'ятили 1 хв. Клейстер виливали в стакан на 100 мл, встановлювали на водяну баню ($t = 17-20\text{ }^{\circ}\text{C}$) і видержували 60 хв. Драглі виймали з стакану і давали органолептичну оцінку.

Ступінь кристалічності модифікованих крохмалів визначали, використовуючи метод Метьюза на приладі ДРОН-3.

Результати та обговорення

Крохмальні полісахариди є реакційно-здатними сполуками, які активно взаємодіють з іонами металів, кислотами, окислювачами, поверхнево-активними речовинами. Це дозволяє модифікувати молекули крохмалю і змінювати їх здатність до клейстеризації.

Визначено температуру клейстеризації модифікованих крохмалів (таблиця 1).

Таблиця 1.

Температура клейстеризації модифікованих крохмалів у порівнянні з нативним

№ зразку	Температура клейстеризації, °С	Час утворення клейстеру, хв
1	67	4
2	18	1
3	62	2
4	62	5
5	60	3
6	62	7

В результаті модифікації крохмалю температура його клейстеризації зменшилася, а також змінилася тривалість утворення клейстеру. Зменшення температури клейстеризації крохмалю дозволить розширити сферу його використання, зменшити затрати енергії для приготування клейстеру, а крохмалі з низькою температурою клейстеризації (18–20°C) можна використовувати у виробництві продуктів швидкого приготування, які не потребують тривалого кулінарного оброблення.

Вплив різних видів модифікації на органолептичні властивості готових продуктів досліджували на прикладі клейстерів модифікованих крохмалів підвищеної концентрації. Здатність утворювати драглі – одна з важливих характеристик крохмалю, яка визначає специфіку його використання. Утворення крохмальних драглів відбувається після охолодження крохмальних клейстерів високих концентрацій в результаті упорядкування структури. Властивості драглів і їх міцність залежать від виду крохмалю, тривалості і температури приготування клейстеру, інтенсивності перемішування, наявності добавок і умов охолодження.

Проведено органолептичну оцінку клейстерів модифікованих крохмалів підвищеної концентрації (таблиця 2).

Таблиця 2.

Органолептична оцінка крохмальних клейстерів

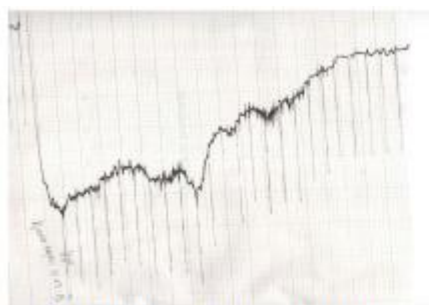
Зразок	Органолептична оцінка
1	Утворює в'язкий, густий коротко-рваний клейстер світло-сірого кольору, непрозорий, не стійкий в процесі зберігання
2	Утворює високов'язкий клейстер, прозорий. Не утворює драглю.
3	Утворює рідкий сіруватий клейстер з плівкою на поверхні, текучий.
4	Утворює високов'язкий коротко-рваний клейстер, прозорий, однорідний.
5	Утворює рідкий, текучий клейстер сірого кольору з

	утворенням плівки.
6	Утворює густий однорідний клейстер світло-сірого кольору, відносно прозорий, коротко-рваний. Не утворює драглю.

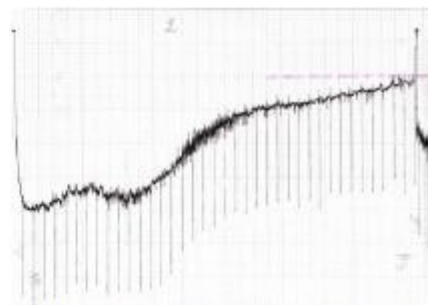
Зауважимо, що досліджені крохмалі характеризуються низькою здатністю до драглеутворення при вибраній концентрації. Отримані характеристики крохмальних клейстерів показують, що в процесі модифікації відбуваються зміни в структурі крохмальних молекул, головним чином за рахунок розриву існуючих зв'язків та утворення нових. Це впливає на характер утворюваних клейстерів модифікованих крохмалів. Тому, для різних технологічних режимів виробництва харчових продуктів, які містять структуроутворювачі, модифіковані крохмалі можна використовувати, як замітники нативних крохмалів таким чином: загусник холодного набухання Microlys FHO 2 для виробництва киселю, гелеутворювач Lyskeby 123 для кондитерських гелів, загусник Microlys 56 для приправ та соусів, загусник Lyskeby 11200 для начинок, загусник Microlys 54 для пудингів.

Крохмаль відноситься до сполук, які в поляризованому світлі під мікроскопом мають вигляд сферокристалів (під час росту крохмальних зерен відбувається орієнтація розгалужених полісахаридних ланцюгів в радіальному напрямку). Це сприяє утворенню областей з впорядкованою структурою, властивою кристалам, характер яких впливає на властивості крохмальних полімерів.

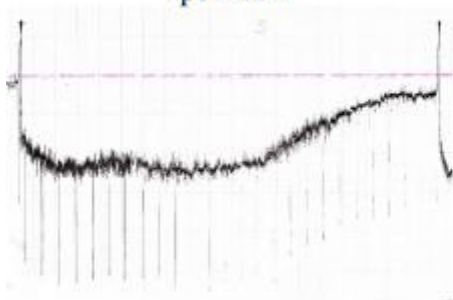
Відомо, що ступінь кристалічності впливає на засвоюваність продукту людським організмом. За допомогою рентгенографічного методу проводили визначення співвідношення кристалічної та аморфної фаз у модифікованих крохмалях. Отримані рентгенограми наведені на рисунку 1.



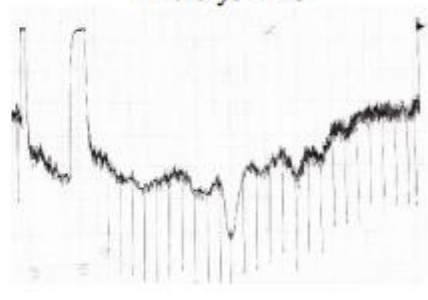
1. Нативний картопляний крохмаль



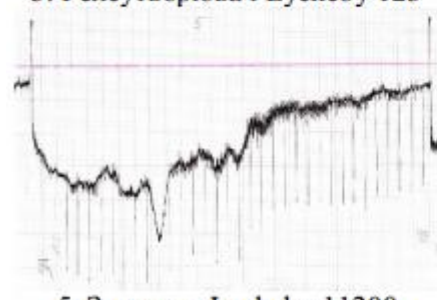
2. Загусник холодного набухання Microlys FHO



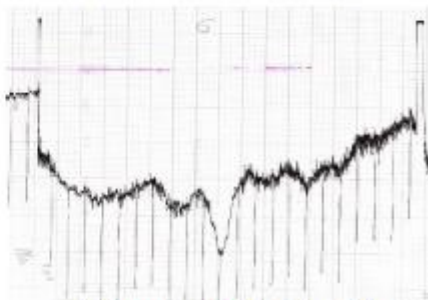
3. Гелеутворювач Lyckeby 123



4. Загусник Microlys 56



5. Загусник Lyckeby 11200



6. Загусник Microlys 54

Рентгенограми, зняті при опроміненні зразків модифікованих крохмалів показали, що після застосування різних модифікацій нативного картопляного крохмалю їх відносний ступінь кристалічності змінився.

Аналіз дифрактограм крохмалю говорить про те, що ступінь кристалічності в цілому змінюється, за рахунок розриву існуючих зв'язків і утворення нових в процесі модифікації. На кривих 4, 5, 6 ми спостерігаємо зміну характеру кристалічної структури крохмалю в порівнянні з нативним, про це свідчить поява дифракційних максимумів, які не так проявлялися на дифрактограмах нативного крохмалю. Рентгенограми, зняті при опроміненні 2 і 3 зразків показали, що їх кристалічність значно змінилася. На дифрактограмах ми спостерігаємо утворення кривих без піків, що свідчить про зникнення кристалів і утворення аморфної структури крохмалів, тобто за рахунок такого оброблення відбувається збільшення розміру елементарної комірки структури при одночасному зменшенні розмірів блоків мозаїки.

Дослідження кристалічності показало, що в процесі модифікації ступінь кристалічності для зшитих і окислених крохмалів збільшується в порівнянні з нативним, для набухаючих – зменшується. Зменшення ступеня кристалічності призводить до кращої атакованості крохмалю ферментами і легкому засвоюванню крохмальних продуктів.

Висновки

Встановлено температуру клейстеризації різних видів модифікованих крохмалів, що дозволить вибрати режим, при якому доцільно проводити оброблення крохалю для застосування у різних харчових виробництвах. Після модифікації дещо змінилося співвідношення кристалічної та аморфної фаз, що впливає на засвоєння крохмалю організмом людини. Встановлено, що не всі крохмалі здатні утворювати драглі, але утворюють клейстери з різними органолептичними показниками. Такі крохмалі є промисловим вирішенням при виробництві соусів та кетчупів, гелів та начинок.

Отже, модифікація нативних крохмалів призводить до утворення у них нових властивостей і розширює можливості їх застосування в харчовій промисловості.

Література

1. C. Primo-Martín, N.H. van Nieuwenhuijzen, R.J. Hamer, T. van Vliet. Crystallinity changes in wheat starch during the bread-making process: Starch crystallinity in the bread crust / *Journal of Cereal Science*, Vol. 45, Is. 2, 2007, Pp. 219-226
2. Galileu Rupollo, Nathan Levien Vanier, Elessandra da Rosa Zavareze, Maurício de Oliveira, Juliane Mascarenhas Pereira, Ricardo Tadeu Paraginski, Alvaro Renato Guerra Dias, Moacir Cardoso Elias. Pasting, morphological, thermal and crystallinity properties of starch isolated from beans stored under different atmospheric conditions / *Carbohydrate Polymers*, Vol. 86, Is. 3, 2011, Pp. 1403-1409
3. Susanne L. Jensen, Fan Zhu, Varatharajan Vamadevan, Eric Bertoft, Koushik Seetharaman, Ole Bandsholm, Andreas Blennow. Structural and physical properties of granule stabilized starch obtained by branching enzyme treatment / *Carbohydrate Polymers*, Vol. 98, Is. 2, 2013, Pp.1490-1496
4. Nathan Levien Vanier, Elessandra da Rosa Zavareze, Vânia Zanella Pinto, Bruna Klein, Fabiana Torma Botelho, Alvaro Renato Guerra Dias, Moacir Cardoso Elias. Physicochemical, crystallinity, pasting and morphological properties of bean starch oxidised by different concentrations of sodium hypochlorite / *Food Chemistry*, Vol. 131, Is. 4, 2012, Pp. 1255-1262.
5. C. Hernández-Jaimes, L.A. Bello-Pérez, E.J. Vernon-Carter, J. Alvarez-Ramirez. Plantain starch granules morphology, crystallinity, structure transition, and size evolution upon acid hydrolysis / *Carbohydrate Polymers*, Vol. 95, Is. 1, 2013, Pp. 207-213
6. 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.
7. Литвяк В.В. Крахмал и крахмалопродукты: монография / В.В. Литвяк, Ю.Ф. Росляков, С.М. Бутрим, Л.Н. Козлова; под ред. д-ра техн. наук,

профессора Ю.Ф. Рослякова. – Краснодар: Изд. ФГБОУВПО «КубГТУ», 2013. – 204 с.

8. Литвяк В.В. Атлас. Морфология крахмала и крахмалопродуктов / В.В. Литвяк, Н.К. Юркштович, С.М. Бутрим, В.В. Москва. – Минск: Беларуская навука, 2013. – 217 с.

9. Литвяк, В.В. Механизм химической модификации крахмала / В.В. Литвяк, Ю.Ф. Росляков // Известия высших учебных заведений. Серия Пищевая технология, 2013. – №2–3. – С. 31–35.

10. Литвяк В.В. Исследование особенностей механизма химической модификации крахмала / Владимир Литвяк, Валентина Москва, Ольга Ромашко, Николай Юркштович, Федор Капуцкий // Наука и инновации: научно-практический журнал. – №9(115). – 2012. – С. 64–69.

11. Літвяк В.В. Порівняльна оцінка властивостей деяких видів крохмалю та їх вплив на якість хлібних виробів / В.В. Літвяк, Д.П. Лісовська, О.В. Грабовська // Цукор України: наукова-практичний галузевий журнал. – №4 (64), 2011. – С. 48–53.

References

1. P. Primo-Martín, N.H. van Nieuwenhuijzen, R.J. Hamer., T. van Vliet. (2007), Crystallinity changes in wheat starch during the bread-making process: Starch crystallinity in the bread crust, *Journal of Cereal Science*, 45(2), pp. 219-226.

2. Galileu Rupollo, Nathan Levien Vanier, Elessandra da Rosa Zavareze, Maurício de Oliveira, Juliane Mascarenhas Pereira, Ricardo Tadeu Paraginski, Alvaro Renato Guerra Dias, Moacir Cardoso Elias. (2011), Pasting, morphological, thermal and crystallinity properties of starch isolated from beans stored under different atmospheric conditions, *Carbohydrate Polymers*, 86(3), pp. 1403-1409.

3. Susanne L. Jensen, Fan Zhu, Varatharajan Vamadevan, Eric Bertoft, Koushik Seetharaman, Ole Bandholm, Andreas Blennow. (2013), Structural and physical properties of granule stabilized starch obtained by branching enzyme treatment, *Carbohydrate Polymers*, 98(2), pp.1490-1496.

4. Nathan Levien Vanier, Elessandra da Rosa Zavareze, Vânia Zanella Pinto, Bruna Klein, Fabiana Torma Botelho, Alvaro Renato Guerra Dias, Moacir Cardoso Elias. (2012), Physicochemical, crystallinity, pasting and morphological properties of bean starch oxidised by different concentrations of sodium hypochlorite, *Food Chemistry*, 131(4), pp. 1255-1262.

5. C. Hernández-Jaimes, L.A. Bello-Pérez, E.J. Vernon-Carter, J. Alvarez-Ramirez. (2013), Plantain starch granules morphology, crystallinity, structure transition, and size evolution upon acid hydrolysis, *Carbohydrate Polymers*, 95(1), pp. 207-213.

6. Fillips G.O., Vil'yams P.A. (2006), *Spravochnik po gidrokolloidam*, GIORD, Sankt-Peterburg.

7. Litvyak V.V., Roslyakov Yu.F., Butrim S.M., Kozlova L.N. (2013), *Krakhmal i krakhmaloprodukty: monografiya*, Krasnodar.
8. Litvyak V.V., Yurkshtovich N.K., Butrim S.M., V.V. (2013), *Morfologiya krakhmala i krakhmaloproduktov*, Moskva.
9. Litvyak V.V., Roslyakov Yu.F. (2013), *Mekhanizm khimicheskoy modifikatsii krakh mala*, *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Seriya Pishchevaya Tekhnologiya*, 2(3), S. 31–35.
10. Vladimir Litvyak, Valentina Moskva, Ol'ga Romashko, Nikolay Yurkshtovich, Fedor Kaputskiy. (2012), *Mekhanizm khimicheskoy modifikatsii krakhmala*
11. Litviak V.V., Lisovska D.P., Hrabovska O.V. (2011), *Porivnialna otsinka vlastyvostei deiakykh vydiv krokhmalu ta yikh vplyv na yakist khlibnykh vyrobiv*, *Tsukor Ukrainy*, 4(64), pp. 48–53.