

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

МОДИФІКОВАНИЙ КРОХМАЛЬ І ЙОГО ВЛАСТИВОСТІ

Серед добавок, які використовуються в харчовій промисловості, модифіковані крохмалі посідають особливе місце. Не дивлячись на широке застосування нативного крохмалю, використання його в складі харчових продуктів обмежене, оскільки нативні крохмалі здатні до утворення клейстерів, які мають ряд недоліків:

- чутливість до дії температур, кислот, механічного впливу;
- схильність до синерезису;
- недостатньо стабільні при зберіганні.

Модифікація нативного крохмалю дає можливість отримати похідні, які мають ряд переваг:

- знижена або підвищена температура клейстеризації;
- знижена або підвищена в'язкість клейстеру;
- підвищена розчинність у холодній воді;
- емульгуючі властивості модифікованих крохмалів;
- знижена схильність до ретроградації;
- підвищена стійкість до синерезису;
- підвищена стійкість до впливу кислот, високих температур та циклів розморожування — заморожування.

Тому використання модифікованих крохмалів в сучасних харчових технологіях структуроутворюючих добавок дозволяє створити широкий асортимент структурованих і текстурованих продуктів емульсійної та гелевої природи.

Оскільки крохмаль набуває широкого застосування у виробництві різних харчових продуктів, знання його властивостей є необхідною умовою для вдосконалення технологічних процесів, покращення якості готових виробів та розширення асортименту продуктів харчування.

Дослідження проводили на прикладі нативних крохмалів картоплі та кукурудзи, а також крохмалів даних культур різних модифікацій: окислених (оксіамілових крохмалів картоплі і кукурудзи), зшитих (ацетильованого дикрохмаль фосфату картоплі, ацетильованого дикрохмаль адипату восковидної кукурудзи) та екструдованих крохмалів відповідно картоплі та кукурудзи.

Крохмальні біополімери є високомолекулярними сполуками, молекулярна маса яких впливає на енергію взаємодії між ланцюгами полісахаридів. Після модифікації нативного крохмалю молекулярна маса та ступінь полімеризації зразків змінюються. Дослідження проводили за допомогою фериціанідного методу визначення глюкопіранозних залишків. Середньочисельну молекулярну

масу та ступінь полімеризації модифікованих крохмалів представлено в таблиці 1.

Таблиця 1

Назва крохмалю	Серед.-ч. мол. маса $M_{сч}$, ум. од	Ступінь полімер. СП	Назва крохмалю	Серед.-ч. мол. маса $M_{сч}$, ум. од	Ступінь полімер. СП
1	2	3	4	5	6
Картопляний крохмаль			Кукурудзяний крохмаль		
нативний	45000	277,8	нативний	35000	222,2
окислений	30000	185,2	окислений	15000	92,6
ацетильований дикрохмаль фосфат картоплі	4286	26,5	ацетильований дикрохмаль адипат восковидної кукурудзи	3913	24,2
екструдований крохмаль	22500	138,9	екструдований крохмаль	10588	65,4

Отже, після проведення модифікації, молекулярна маса похідних крохмалю значно змінилася. Можна прослідкувати тенденцію зменшення середньочисельної молекулярної маси у 1,5 рази для окисленого крохмалю в порівнянні з нативним, за рахунок проходження реакції гідролізу під дією окисника. В результаті такого оброблення зменшуються розміри крохмального ланцюга, що відповідає більш низькому значенню $M_{сч}$ і призводить до зниження в'язкості клейстеру.

Зменшення молекулярної маси у 10 разів в порівнянні з нативним крохмалем можна спостерігати і для ацетильованого дикрохмаль фосфату картоплі та ацетильованого дикрохмаль адипату восковидної кукурудзи. Тут є деякі протиріччя, оскільки дієфіри крохмаль фосфати і крохмаль адипати містять ефірні місточки, які зв'язують суміжні ланцюги крохмальних молекул і утворюють продукти, які мають більшу молекулярну масу, ніж вихідний крохмаль, однак при ацетилюванні крохмалю в присутності оцтової кислоти відбувається розщеплення крохмального ланцюга, інколи при відповідних умовах (кількість реагенту, температура) розщеплення проходить і до декстрину. Процес розщеплення під час ацетилювання превалює над процесом зшивання крохмальних ланцюгів, і відбувається утворення фрагментів, які мають просторову структуру і краще набухають.

Змінюється середньочисельна молекулярна маса та ступінь полімеризації і для екструдованих крохмалів (для екструдованого картопляного крохмалю середньочисельна молекулярна маса зменшується у 2 рази, для екструдованого кукурудзяного крохмалю – відповідно у 3 рази), тобто полімерні крохмальні молекули зазнають деструкції під впливом високої температури та тиску в процесі екструдуювання.

Про зміну структури нативного крохмалю після модифікації свідчать і результати, отримані при визначенні кількості амілози та амілопектину в модифікованих крохмалях в порівнянні з нативними аналогами.

Розділення амілози та амілопектину проводили методом диспергування крохмалю в розчині сульфату магнію. Амілозу осаджували при температурі 80 °С протягом 25 хв, а амілопектин – при температурі 20 °С протягом кількох годин.

Встановлено, що картопляний крохмаль містить біля 73 % амілопектину і 27 % амілози, а кукурудзяний відповідно 30 % амілози і 70 % амілопектину. Причому амілоза картоплі складається з молекул більш високої молекулярної маси, ніж амілоза кукурудзи.

Фракціонування окислених крохмалів показало, що вони складаються в основному з лінійних ланцюгів. Очевидно, при обробленні крохмалю, в першу чергу гідролізу підлягають аморфні ділянки крохмального зерна, а високо орієнтовані лінійні структури так і залишаються в кристалах.

Дослідження фракцій екструдованих крохмалів показало, що гідротермічне оброблення призводить до деструкції крохмальної молекули. Після гідротермічного оброблення відбувається розкладання до низькомолекулярних сполук, тобто екструдовані крохмалі не містять амілопектину, а складаються головним чином з амілози і декстринів. Кількість декстринів для екструдованих крохмалів визначали методом осадження декстринів етиловим спиртом різних концентрацій. Для картопляного екструдованого крохмалю кількість декстринів складає 35,8 % до маси СР, а для кукурудзяного відповідно – 39,3 % до маси СР. Слід зауважити, що механізм розкладання крохмального зерна під час екструдування має дещо інший характер, ніж під час окислення. При окисленні крохмальне зерно зберігається, а при гідротермічному обробленні воно повністю руйнується, тому клейстери екструдованих крохмалів мають низьку в'язкість.

Утворення складних ефірів в структурі молекул зшитих крохмалів ускладнює і робить майже неможливим визначення співвідношення амілози та амілопектину. На нашу думку зшивання крохмальних ланцюгів призводить до того, що амілоза і амілопектин, як незалежні одна від другої молекулярні структури, зникають, утворюючи сегменти, які набухають, а не осаджуються в сульфаті Mg.

Отже, оброблення нативних крохмалів різними способами (екструдування, окислення, зшивання) призводить до змін в структурі крохмальної молекули: змінюється середньочисельна молекулярна маса та ступінь полімеризації крохмалю, фракційний склад крохмалю, кількісне та якісне співвідношення різних фракцій. Зміна структури молекул крохмалю призводить до зміни властивостей отриманих продуктів, а саме після екструзійного оброблення крохмалі здатні набухати навіть у холодній воді, а зшиті крохмалі, що пройшли процес ацетилювання, утворюють клейстери короткої текстури і високої в'язкості, окислені крохмалі утворюють прозорі клейстери пониженої в'язкості з підвищеною здатністю до плівкоутворення. Це відкриває нові можливості їх застосування.

Список літератури:

1. Ластухін Ю. О. Харчові добавки. Е-коди. Будова. Одержання. Властивості: навч. посіб. / Ластухін Ю.О. – Львів : Центр Європи, 2009. – 836 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.