

УДК 637.334
© 2012

I.V. Буділович

Національний університет харчових технологій

** Науковий керівник —
кандидат технічних наук
О.А. Савченко*

ШВИДКІСТЬ ЗСІДАННЯ МОЛОЧНОЇ СУМІШІ ПІД ДІЄЮ МОЛОКОЗСІДАЛЬНИХ ПРЕПАРАТІВ У ВИРОБНИЦТВІ СИРУ*

Досліджено фактори, що впливають на швидкість зсідання молочної суміші. Експериментальними дослідженнями встановлено, що швидкість зсідання молочної суміші залежить від молокозсідальних препаратів, які використовують у виробництві твердого сиру, від тривалості зберігання молока, його температури зсідання, активної кислотності, масової частки хлористого кальцію.

Важливим етапом у виробництві твердих сирів є зсідання молока під дією молокозсідальних ферментів, які належать до протеаз. Відомо, що показники якості сиру і його вихід визначаються швидкістю отримання, структурно-механічними і синергетичними властивостями згустку. Швидкість зсідання молочної суміші залежить від багатьох факторів: тривалості зберігання молока, температури зсідання молочної суміші, активної кислотності (рН), масової частки хлористого кальцію, а також від виду молокозсідального препарату, його кількості й активності.

Для виробництва твердих сирів використовують 3 основні групи молокозсідальних препаратів: 1) сичужні препарати, які отримують зі шлункових залоз тварин (молокозсідальні препарати тваринного походження). Активними коагуляційними ферментами цієї групи є хімозин і пепсин у різних співвідношеннях; 2) мікробіальні препарати, одержані із мікробіальних грибів, активним коагуляційним ферментом яких є протеаза *Mucor miehei*; 3) 100%-й хімозин, отриманий способом ферментації деякими видами грибів (наприклад *Aspergillus niger* var. *Awamori*), молочних дріжджів (наприклад *Kluveromyces lactis*), котрим вбудовують ген теляти, що відповідає за виробництво цього ферменту. Активним коагуляційним ферментом є хімозин.

Мета досліджень — дослідити фактори, що впливають на швидкість зсідання молочної суміші залежно від молокозсідальних препаратів, які використовують у виробництві твердого сиру.

Матеріали та методи досліджень. Досліджено швидкість зсідання молочної суміші під дією різних груп молокозсідальних препаратів: сичужних — СГ-50 (молокозсідальна активність — 100 тис. од.) виробництва ВАТ «Московський завод сичужного ферменту» (Росія), мікробіальних — FROMAZA® (150 тис. од.)

фірми «DSM-FS» (Нідерланди), ферментативно отриманий препарат MAXIREN® (молокозсідальна активність — 150 тис. од.) фірми «DSM-FS» (Нідерланди). У дослідженнях молока і молочної суміші застосовували стандартні та загальноприйняті методики.

Експериментальні дослідження сучасних молокозсідальних препаратів проводили в лабораторних умовах НУХТ та на сироробних підприємствах України. У дослідженні використано нормалізовану за масовою часткою жиру молочну суміш, попередньо пастеризовану при 72°C з витримкою 15 с, масова частка білка — 3,2%, жиру — 3,5%, густина — 1028,2 кг/м³, титрована кислотність молочної суміші — 19°Т, рН — 6,44 од. Санітарно-гігієнічні, мікробіологічні показники молока, взятого для експерименту, відповідали вищому ґатунку згідно з ДСТУ 3662–97. За 100% відносної швидкості зсідання вважали зсідання 100 кг молочної суміші під дією розчину сичужного ферменту тваринного походження (сичужний порошок згідно з ОСТ 49 114–79) з розрахунку 2,5 г препарату на 100 кг молочної суміші при 32°C.

Результати досліджень. Швидкість зсідання молочної суміші і пружність згустку насамперед залежать від сиропридатності молока, вони характеризуються показниками хімічного складу, фізико-хімічними властивостями (титрована кислотність, густина, масова частка білка) та біологічними властивостями.

Найпридатнішим для виробництва сиру є молоко з високим умістом в казеїні α_s - і β -фракцій і низьким вмістом γ -фракції, оскільки остання не зсідается сичужним ферментом і залишається в сироватці. Тривале зберігання молока за низьких температур 4–5°C зумовлює збільшення масової частки γ -казеїну, протеозо-пептонної фракції [2], тобто призводить до уповільнення процесу його зсідання молокозсідальними препаратами.

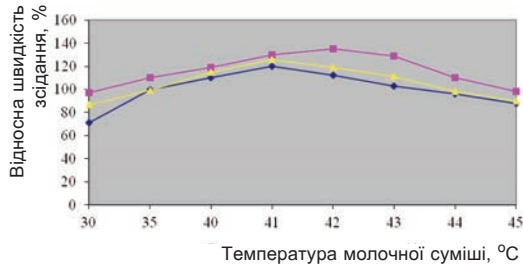


Рис. 1. Вплив температури на відносну швидкість зсідання молочної суміші під дією молокозсідальних препаратів: —◆— СГ-50; —■— MAXIREN®; —△— FROMAZA® (для рис. 1 і 2)

Установлено, що за зберігання охолодженого молока (24–48 год) швидкість зсідання під дією різних груп молокозсідальних препаратів зменшується, але під час зберігання молока при 4°C понад 48 год швидкість зсідання збільшується, що призводить до зменшення пружності отриманого згустку та уповільнення синерезису. Швидкість зсідання молочної суміші за використання різних груп молокозсідальних препаратів у виробництві твердих сирів залежить від температури зсідання (рис. 1).

Оптимальною температурою для зсідання молока сичужним препаратом є 40–42°C, але такі температурні режими пригнічують розвиток мезофільної мікрофлори закваски. На практиці у виробництві твердих сирів температура 32–34°C забезпечує отримання достатньо пружного згустку за 25–30 хв. Дані рис. 1 свідчать, що швидкість зсідання молочної суміші за підвищення температури від 30°C спочатку зростає, досягаючи найбільшого значення (при 41°C для молокозсідальних препаратів СГ-50, FROMAZA® і 42°C — для препарату MAXIREN®), потім поступово зменшується.

На тривалість коагуляції також впливає активна кислотність молочної суміші (pH), вона впливає як на швидкість зсідання суміші, так і на структурно-механічні характеристики згустку. Чим менше значення pH молочної суміші,

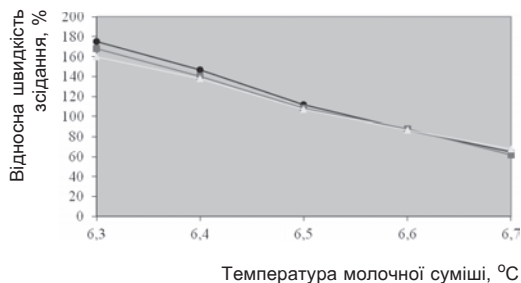


Рис. 2. Вплив активної кислотності (pH) на відносну швидкість зсідання молочної суміші під дією молокозсідальних препаратів

тим швидше відбувається зсідання білків молока і зростає швидкість синерезису.

Оскільки ізоелектрична точка більшості глобулярних білків молока міститься в слабкокислому середовищі (4,5–6,5 од. pH), то під час визначення впливу активної кислотності на швидкість зсідання молочної суміші під дією молокозсідальних препаратів (рис. 2) за 100% відносної швидкості зсідання вважали зсідання 100 кг молочної суміші з pH 6,5 під дією молокозсідальних препаратів СГ-50, MAXIREN® і FROMAZA® при 32°C упродовж 30 хв.

Під час проведення експериментів величину pH варіювали в межах (6,7–6,3 од. pH), що відповідає реальним умовам виготовлення сиру на виробництві (див. рис. 2).

Оптимальне значення pH для впливу ферменту на χ -казеїн становить 5,5, а максимальна стабільність його дії — 5–6 од. pH. За зміни pH (від 6,7 до 6,3 од. pH) тривалість коагуляції скорочується втричі.

Дані рис. 2 свідчать, що чим менше значення pH, тим швидше відбувається зсідання молочної суміші. Оптимальна величина pH молочної суміші для внесення молокозсідального препарату становить 6,45–6,55 од. pH.

За підвищення швидкості коагуляції молочної суміші способом зменшення pH молочної суміші значно скорочується термін ущільнення гелю і зростає його пружність, за винятком, коли pH становить менше ніж 6 од. pH, тобто нижче значення, за якого починають відчуватися наслідки демінералізації і дезагрегації казеїнових міцел [1].

У процесі пастеризації молока змінюється насамперед склад солей кальцію, а саме: в плазмі молока порушується співвідношення форм фосфатів кальцію; фосфорнокислі солі кальцію, що перебувають у вигляді істинного розчину, переходять у колоїдний фосфат кальцію, який внаслідок агрегації осідає на міцелях казеїну. При цьому відбувається незворотна мінералізація казеїнат-кальційфосфатного комплексу (ККФК), що призводить до порушення структури міцел і зниження термостійкості молока. Отже, в результаті пастеризації в молоці знижується кількість іонно-молекулярного кальцію на 11–50%, зменшується титрована кислотність через видалення вуглекислоти, що погіршує здатність молока до сичужного зсідання. Тому під час виробництва сиру в пастеризоване молоко вносять розчинні солі у вигляді хлористого кальцію (CaCl₂) для відновлення сольової рівноваги, інакше згусток не утвориться чи буде наскільки млявим, що з нього неможливо буде отримати якісне сирне зерно.

За 100% відносної швидкості зсідання вважали зсідання 100 кг молочної суміші з додаванням розчину CaCl₂ (з розрахунку 20 г на

100 кг суміші) під дією молокозсідальних препаратів: СГ-50, MAXIREN®, FROMAZA® при 32°C упродовж 30 хв.

За збільшення масової частки хлористого кальцію зростає відносна швидкість зсідання молочної суміші. За досягнення масової частки CaCl₂ у молочній суміші до 0,04% деякі зразки твердого сиру були гіркуваті. Тому не рекомендується вносити розчин CaCl₂ у кількості понад 40 г на 100 кг молочної суміші.

Аналіз впливу масової частки хлористого кальцію на відносну швидкість зсідання молочної суміші під дією молокозсідальних препаратів свідчить про те, що внесення понад 30 г хлористого кальцію на 100 кг молочної суміші збільшує швидкість зсідання незначно і з практичного погляду не має сенсу. Оптимальна масова частка хлористого кальцію для внесення в молочну суміш — 20–30 г на 100 кг молочної суміші.

Висновки

Встановлено залежність швидкості зсідання молочної суміші від тривалості зберігання молока за температури 4°C. Чим більша тривалість зберігання молока (24–48 год), тим менша швидкість зсідання молочної суміші, але за зберігання молока при 4°C понад 48 год швидкість зсідання молочної суміші збільшується. Відносна швидкість зсідання молочної суміші для молокозсідальних препаратів (СГ-50, MAXIREN®, FROMAZA®) залежить від температури зсідання молока. Оптимальна температура зсідання молочної суміші залежно від виду молокозсідального препарату змінюється неістотно (40–42°C). Швидкість зсідання молочної суміші при температурі від 30°C до оптимального значення (41°C — для молокозсідальних препаратів СГ-50, FROMAZA® і 42°C — для молокозсідального препарату MAXIREN®) збільшується, а потім посту-

пово зменшується. Встановлено залежність відносної швидкості зсідання молочної суміші від рН. Чим нижче його значення, тим швидше відбувається зсідання молока під дією молокозсідальних препаратів. Оптимальна величина рН молочної суміші для внесення молокозсідального препарату становить 6,45–6,55 од. рН. Доведено, що відносна швидкість зсідання молочної суміші зростає за збільшення масової частки хлористого кальцію (10–40 г на 100 кг молочної суміші). Експериментально встановлено, що масова частка внесення хлористого кальцію понад 30 г на 100 кг молочної суміші зменшує швидкість зсідання незначно і з практичного погляду не має сенсу. Встановлено оптимальну масову частку хлористого кальцію для внесення в молочну суміш — 20–30 г на 100 кг молочної суміші.

Бібліографія

1. Гудков А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты/Под ред. С.А. Гудкова, 2-е изд., испр. и доп. — М.: ДеЛи принт, 2004. — 804 с.

2. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. — Т. 3. Сыры/ В.В. Кузнецов, Г.Г. Шиллер; Под общей ред. Г.Г. Шиллера). — СПб.: ГИОРД, 2003. — 512 с.