

Ю.Т. Орлюк, канд. техн. наук,
М.І. Степанищев,
зав. сектором сировиробництва,
Інститут продовольчих ресурсів
НААН України

ПРОЦЕС ВИЗРІВАННЯ СИРІВ З ДВОМА ВИДАМИ ПЛІСЕНІ

Порівняно показники, що характеризують протеоліз та ліполіз, з аналогічними показниками сирів Рокфор та Камамбер з метою оцінки процесу визрівання сиру з двома видами плісені. Досліджено інтенсивність протеолізу в сирі з двома видами плісені методом електрофорезу, визначаючи зміну фракційного складу білків. Визначено інтенсивність ліполізу за зміною вмісту летких жирних кислот упродовж визрівання. Визначено для повнішого дослідження процесу визрівання сиру з двома видами плісені зміну його активної кислотності та структурно-механічних показників упродовж визрівання.

Ключові слова: сир з плісенню, протеоліз, електрофорез, ліполіз, леткі жирні кислоти.

Выполнено сравнение показателей, характеризующих протеолиз и липолиз, с аналогичными показателями сыров Рокфор и Камамбер с целью оценки процесса созревания сыра с двумя видами плесени. Исследована интенсивность протеолиза в сыре с двумя видами плесени методом электрофореза, определяя изменение фракционного состава белков. Определена интенсивность липолиза по изменению содержания летучих жирных кислот в течение созревания. Определено для более полного исследования процесса созревания сыра с двумя видами плесени изменение его активной кислотности и структурно-механических показателей на протяжении созревания.

Ключевые слова: сыр с плесенью, протеолиз, электрофорез, липолиз, летучие жирные кислоты.

To assess the ripening of cheese with two types of mold were compared its indicators of proteolysis and lipolysis, with analogous indices Roquefort and Camembert cheeses. The intensity of proteolysis in cheese with two types of mold researched by electrophoresis determining the fractional change in the protein. The intensity of lipolysis was determined by changes in the content of volatile fatty acids during ripening. For a fuller understanding of the process of with two types of mold cheese ripening identified change in its active acidity and structural-mechanical properties during ripening.

Keywords: cheese with mold, proteolysis, electrophoresis, lipolysis, volatile fatty acids.

В останні роки в Україні спостерігається збільшення споживання сирів, що визрівають за участі плісені. Українські підприємства випускають малий асортимент таких сирів і не можуть задовольнити зростаючий попит. Сири з плісенню мають високу рентабельність виробництва в порівнянні з сирами твердими, враховуючи, в тому числі, менші витрати сировини на виготовлення одиниці готового продукту [1]. Сири м'які займають 40% європейського ринку сирів, в тому числі сири з плісенню [2]. Завдяки високій біологічній цінності частка таких сирів у загальному об'ємі виробництва збільшується з кожним роком. За оцінками експертів сири з білою поверхневою плісенню складають приблизно 7–8% об'єму європейського виробництва сирів та 2–3% від світового [3].

Нажаль вітчизняні підприємства випускають обмежений асортимент цих сирів та не можуть повністю задовольнити попит. Використання іноземних технологій виробництва сирів з плісенню без внесення змін з урахуванням особливостей вітчизняних виробництв не

може гарантувати стабільних показників якості готової продукції, що спонукає до досліджень існуючих вітчизняних технологій виробництва сирів з плісінню та в розробці нових.

Метою даної роботи є дослідження протеолізу та ліполізу в сирі, що визріває за участі двох видів плісені.

Методи дослідження. Казеїни та продукти їхнього розщеплення визначали методом електрофорезу у поліакриламідному гелі. Підготовку зразків здійснювали шляхом знежирення гексаном, висушування білка і розчинення у буфері (рН 8,3) з дисульфатом натрію та β-меркаптоетанолом. Кількісну оцінку білкових фракцій проводили спектрофотометрично за допомогою сканувального денситометра. Отримані денситограми обробляли за допомогою комп'ютерних програм Image Pro Gel Analyzer, Version 2.0 та Total Lab 1D.

Рівень ліполізу у сирі під час визрівання оцінювався за вмістом летких жирних кислот (ЛЖК), дослідження проводили методом дистиляції: до 5 г наважки сиру додавали 30 мл сірчаної кислоти, дистилювали, а потім відтитровували 0,1 н розчином гідроксиду натрію.

Об'єктами дослідження були зразки сиру виготовлені з нормалізованого молока (м.ч.ж. 3,2 %), пастеризованого за температури (72±2) °С з витримкою (15–20) сек. Молоко охолоджували до температури зсідання (32±1) °С, вносили хлорид кальцію, закваску молочнокислих бактерій та молокозсідальний фермент. Згусток, що утворився, розрізали на кубики для утворення сирного зерна, тривалість обробки сирного зерна складала 40 хв. Готове сирне зерно направляли у форми діаметром 10 см та висотою 20 см для формування. Соління сиру здійснювали в розсолі з концентрацією солі (18–20) % за температури (10–12) °С упродовж: (90±10) хв для сиру Камамбер, (180±10) хв для сиру Рокфор, (130±10) хв для сиру Печерський. Після соління сирні головки просушували упродовж 20 хв, проколювали отвори діаметром 3 мм і направляли в камери визрівання з температурою (8–14) °С та відносною вологістю повітря (94–96)% на 60 діб. Плісень *Penicillium roqueforti* вносили у сирну масу під час формування. Плісень *Penicillium camemberti* наносили на поверхню сирної головки розпилюванням.

Основна частина. Характерною ознакою сирів з плісінню є наявність мікрофлори плісені, що характеризується високою протеолітичною та ліполітичною активністю. Присутність плісені надає цим сирам специфічного смаку і аромату, а також характерного зовнішнього вигляду. Зміна параметрів технологічного процесу виробництва сиру, режимів його визрівання і складу мікрофлори дозволяє моделювати органолептичні показники сиру.

Процес протеолізу досліджували за зміною фракційного складу білків дослідних зразків сирів упродовж визрівання (табл.).

Таблиця

Вміст білкових фракцій сирів упродовж визрівання

Зразок сиру	Фракційний склад білків, %					
	Пептиди 120-70 кДа	α-казеїн	β-казеїн	Пептиди 28-26 кДа	Пептиди 20-18 кДа	Пептиди 16-12 кДа
Рокфор						
Після самопресування	3,26	41,48	37,52	5,39	5,28	1,07
21 доба визрівання	6,86	34,01	29,84	9,62	10,31	3,78
Камамбер						
Після самопресування	3,41	40,85	36,21	5,64	6,37	1,74
21 доба визрівання	12,24	19,20	27,19	16,85	15,57	4,35
Печерський						
Після самопресування	3,88	41,02	36,73	5,24	5,93	1,52
21 доба визрівання	12,21	25,02	28,57	12,72	12,37	3,56

Аналіз результатів досліджень вказує на тенденцію зі зменшення кількості казеїнових фракцій в дослідних сирах упродовж визрівання. Частка α -казеїну в дослідному зразку сиру Рокфор на 21 добу визрівання зменшилась на 18%, сиру Камамбер – на 53%, сиру Печерський – на 39%, β -казеїну в зразках сиру Рокфор зменшився з 37,52% до 29,84%, сиру Камамбер – з 36,21% до 27,19%, сиру Печерський – з 36,73% до 28,57%. За рівний період визрівання β -казеїн в зразках сирів Рокфор, Камамбер та Печерський був гідролізований на 20,5%, 25,0% та 22,2% відповідно. Вміст поліпептидів із молекулярною масою 120–70 кДа, 28–26 кДа, 20–18 кДа та 16–12 кДа в зразках сиру Печерський на 21 добу визрівання збільшився у 3,2; 2,4; 2,1 та 2,3 рази відповідно, в порівнянні з зразками сиру після самопресування, у зразках сиру Рокфор вміст цих поліпептидів збільшився у 2,1; 1,8; 2,0 та 3,5 рази, а в зразках сиру Камамбер у 3,6; 3,0; 2,4 та 2,5 рази відповідно.

Для оцінки ліполізу в дослідних зразках сирів упродовж визрівання визначали вміст ЛЖК (мурашиної, оцтової, пропіонової, масляної) у дослідних сирах упродовж визрівання (рис. 1).

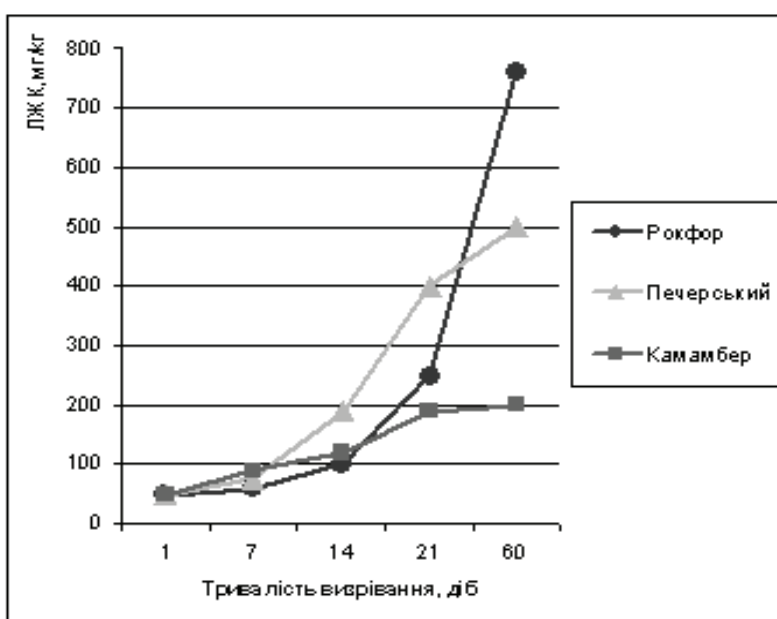


Рис. 1. Вміст летких жирних кислот у дослідних сирах упродовж визрівання

Аналіз результатів досліджень показав, що накопичення ЛЖК упродовж визрівання спостерігається у всіх дослідних сирах: в сирі Рокфор значне збільшення вмісту ЛЖК спостерігалось між 21 добою та 60 добою визрівання – з 243 мг/кг до 765 мг/кг, в сирі Камамбер – між 1 добою та 21 добою визрівання – з 44 мг/кг до 178 мг/кг, а в сирі Печерський збільшення вмісту ЛЖК відбувалось рівномірно упродовж всього терміну визрівання, з 44 мг/кг на 1 добу до 500 мг/кг на 60 добу. Вміст ЛЖК у сирах Рокфор, Камамбер та Печерський на 21 добу визрівання в порівнянні з 1 добою збільшився в 6,1; 4,2 та 8,6 рази відповідно. Інтенсивне накопичення ЛЖК в сирі Печерський в порівнянні з сирами Рокфор та Камамбер пояснюється ферментною дією двох видів плісені: *P. camemberti* та *P. roqueforti*.

Графоаналітичне опрацювання результатів досліджень дозволило отримати графічну залежність зміни активної кислотності сирів під час виробництва від вмісту лактози та молочної кислоти (рис. 2). Аналіз результатів досліджень показав, що м.ч. лактози на початку самопресування сирів становила (1,8–1,9)%, молочної кислоти – 0,2%. Через 6 год. самопресування м.ч. лактози зменшилась до 1,0 %, м.ч. молочної кислоти збільшилась до 0,3%, а активна кислотність сирів збільшилась з 6,0 од. рН до 6,2 од. рН. На 12 год. визрівання м.ч. лактози становила 0,3%, м.ч. молочної кислоти – 0,7%, активна кислотність

сиру – 5,3 од. рН. На 24 год. виробництва в дослідних зразках сиру лактозу не виявлено, м.ч. молочної кислоти складала – 1,5%, а активна кислотність сиру – 4,8 од. рН. Після соління накопичення молочної кислоти уповільнюється внаслідок високого рівня активної кислотності, зниження температури визрівання та підвищення м.ч.с. сирної маси.

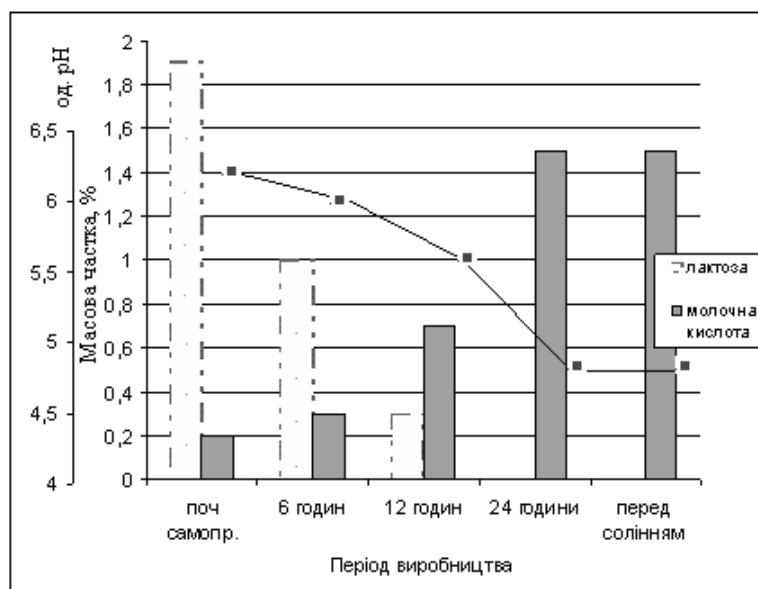


Рис. 2. Зміна активної кислотності, масової частки молочної кислоти та лактози в дослідних зразках сирів

Для порівняння консистенції дослідних зразків сирів визначались структурно-механічні характеристики їх сирної маси – граничну напругу зрізу та граничну напругу зсуву. Графоаналітичне опрацювання дослідних даних з визначення граничної напруги зсуву та граничної напруги зрізу наведені на рис. 3.

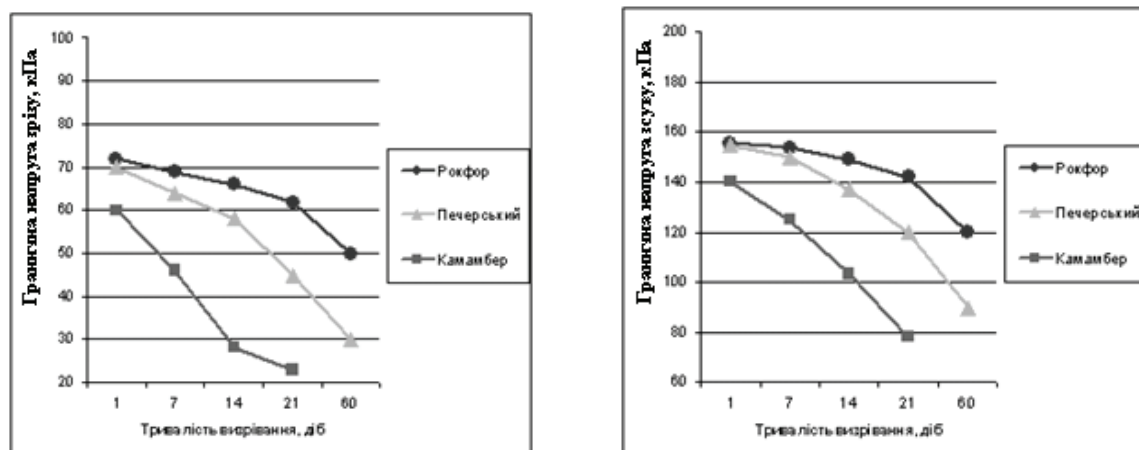


Рис. 3. Зміна показників граничної напруги зсуву та граничної напруги зрізу дослідних зразків сирів упродовж визрівання

Аналіз результатів графічного опрацювання дозволяє стверджувати, що найбільші зміни структурно-механічних характеристик зразків сиру Камамбер відбуваються між 7 добою та 14 добою визрівання, сиру Рокфор – між 21 добою та 60 добою визрівання, а сиру Печерський – між 14 добою та 21 добою визрівання. На 60 добу визрівання сир Камамбер набуває рідкої тягучої консистенції і визначити його структурно-механічні характеристики

не можливо. Показник граничної напруги зсуву сирів Печерський та Рокфор на 60 добу визрівання складав 90 кПа та 120 кПа відповідно, показник граничної напруги зрізу – 30 кПа та 50 кПа відповідно.

Висновок. Отримані результати досліджень, що характеризують процеси протеолізу та ліполізу сирах, що визрівають за участі плісені, та їх структурно-механічні характеристики дозволяють зробити висновок, що сир Печерський займає проміжне положення між сирами з «блакитною» плісенню типу Рокфор і «білою» плісенню типу Камамбер. Проведені дослідження дозволили зробити висновки, що упродовж 21 доби визрівання сир Печерський досягає рівня протеолізу зрілого сиру Камамбер, що зазвичай визріває 14 діб, а за рівнем ліполізу близький до показників зрілого сиру Рокфор (визріває 60 діб). Одночасний розвиток двох видів плісені при визріванні сиру Печерський дозволяє скоротити тривалість визрівання і отримати сир з оригінальними органолептичними показниками.

Список літератури

1. Шергина И.А. Мягкие сыры – расширение ассортимента, проблемы рентабельности производства / И.А. Шергина // Сыроделие и маслоделие. – 2006. – №5. – С. 14–17.
2. Шергина И.А. Классификация и особенности производства мягких сыров / И.А. Шергина // Сыроделие и маслоделие. – 2008. – №4. – С. 8–9.
3. Gripon J.C. Cheese – mould-ripened cheeses / J.-C. Gripon, In. Roginski, H. Fuquay, J. and Fox, P. Eds // Encyclopedia of Dairy Sciences / Academic Press. New-York.– 2002. – Vol. 1.– P. 401–406.
4. Рачев Р. Метод за определяне на летливите мастни киселики във ферментирани млечни продукти и сирена посредством газовотечностна хроматография / Р. Рачев // Хранителна промишленост. – 1975. – № 8–9. – С. 24–27.