

[Текст] / В.А. Афанасьев, Н.Д. Денисов-Винский // Энергобезопасность и энергосбережение, №5, 2010.

3. Силицын, С.А. Организация системы энергоменеджмента на предприятии [Текст] / С.А. Силицын, В.И. Бабич // Энергобезопасность и энергосбережение, №6, 2009.

4. Манаев, О.И. Динамика и структура энергетики [Текст] / О.И. Манаев // Энергобезопасность и энергосбережение №2, 2008.

Отримано редакцією .06.2013 р.

УДК 637.33

СТЕПАНИЩЕВ М.І., молод. наук. співробітник
Інститут продовольчих ресурсів НААН, м. Київ
**ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИЗРІВАННЯ
СИРУ ПЕЧЕРСЬКИЙ**

Для оцінки процесу визрівання сиру Печерський було порівняно його показники, що характеризують протеоліз та ліполіз, з аналогічними показниками сирів Рокфор та Камамбер. Інтенсивність протеолізу в сирі Печерський досліджували методом електрофорезу, визначаючи зміну фракційного складу білків. Інтенсивність ліполізу визначали за зміною вмісту летких жирних кислот упродовж визрівання. Для повнішого дослідження процесу визрівання сиру Печерський визначено зміну його активної кислотності та структурно-механічних показників упродовж визрівання.

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

To assess the ripening of cheese Pecherskiy were compared it indicators of proteolysis and lipolysis, with analogous indices Roquefort and Camembert cheeses. The intensity of proteolysis in cheese Pecherskiy 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 Pecherskiy cheese ripening identified change in its active acidity and structural-mechanical properties during ripening.

Keywords: Pecherskiy, 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 твердими сирами, враховуючі, в тому числі, менші витрати сировини на виготовлення одиниці готового продукту [1]. М'які сири займають 40 % європейського ринку сирів, в тому числі сири з плісенню [2]. В світі 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 виробництва сирів в Європі та (2-3) % від світового виробництва [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. Тому актуальними є потреби в дослідженні існуючих вітчизняних технологій виробництва сирів з плісенню та в розробці нових технологій.

Метою даної роботи є дослідження протеолізу та ліполізу в сирі Печерський, 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 сірчанної кислоти, дистилювали, а потім відтитрували 0,1 н розчином гідроксиду натрію.

Об'єктами дослідження були сири 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 та молокозсідальний фермент. Згусток, що утворився, розрізали на кубики зі сторонами (1-3) см, 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 досліджуваного сиру Печерський. Після соління сирні головки просушували упродовж 20 хв, проколювали отвори діаметром 3 мм і направляли в камери визрівання за температурою (8-14) °С та відносною вологістю повітря (94-96) % на 60 дб. Плісень *Penicillium roqueforti* (препарат фірми Danisco) вносили у сирну масу під час формування. Плісень *Penicillium camemberti* (препарат фірми Danisco) наносили на поверхню сирної головки розпилюванням.

Основна частина. Характерною ознакою сирів з плісенню 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. Керуючи параметрами технологічного процесу виробництва сиру, режимами його визрівання і складом мікрофлори, можна моделювати органолептичні показники сиру.

Інтенсивність протеолізу оцінювали за зміною фракційного складу білків дослідних зразків сирів упродовж визрівання (табл. 1).

Інтенсивність протеолізу оцінювали за зміною фракційного складу білків дослідних зразків сирів упродовж визрівання (табл. 1).

Таблиця 1

Зміна вмісту 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 дозволив виявити тенденцію по зменшенню кількості казеїнових фракцій в дослідних сирах упродовж визрівання. Частка α -казеїну в дослідному сирі Рокфор на 21 добу визрівання зменшилась на 18 %, в сирі Камамбер - на 53 %, а в сирі Печерський - на 39 %. В процесі гідролізу β -казеїну спостерігається аналогічна тенденція: упродовж визрівання сиру Рокфор вміст фракції зменшився з 37,52 % до 29,84 %, сиру Камамбер - з 36,21 % до 27,19 %, сиру Печерський - з 36,73 % до 28,57 %. За однаковий період визрівання β -казеїну в сирах Рокфор, Камамбер та Печерський був гідролізований на 20,5 %, 25,0 % та 22,2 % відповідно. Фракціонування казеїну в сирах Печерський та Камамбер було ширшим і глибшим, ніж в сирі Рокфор, це пояснюється швидким розвитком плісені *P. camemberti* в порівнянні з плісенню *P. roqueforti*. В сирі Печерський вміст поліпептидів із молекулярною масою 120-70 кДа, 28-26 кДа, 20-18 кДа та 16-12 кДа на 21 добу визрівання в порівнянні з сиром після самопресування збільшився у 3,2; 2,4; 2,1 та 2,3 рази відповідно, у сирі Рокфор вміст цих поліпептидів збільшився у 2,1; 1,8; 2,0 та 3,5 рази, а в сирі Камамбер у 3,6; 3,0; 2,4 та 2,5 рази відповідно.

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

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*.

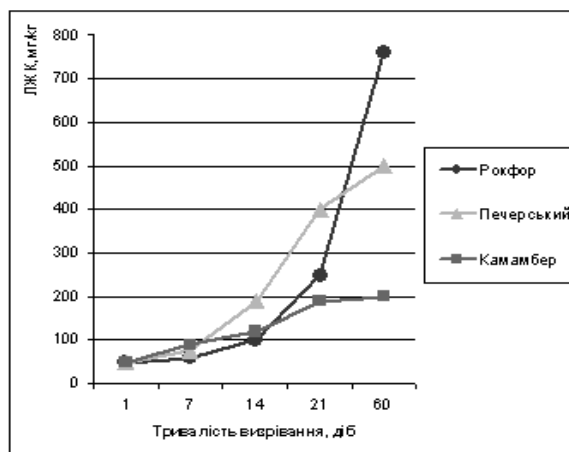


Рис. 1. Зміна вмісту летких жирних кислот у дослідних сирах упродовж визрівання

Графоаналітичне опрацювання результатів досліджень дозволило отримати графічну залежність зміни активної кислотності сирів під час виробництва від вмісту в них лактози та молочної кислоти (рис. 2). Аналіз результатів досліджень показав, що на початку самопресування сирів м.ч. лактози становила (1,8-1,9) %, а молочної кислоти - 0,2 %. Через 6 годин самопресування м.ч. лактози зменшилась до 1,0 %, м.ч. молочної кислоти збільшилась до 0,3 %, а активна кислотність сирів збіль-

шилась з 6,0 од. рН до 6,2 од. рН. На 12 годину визрівання м.ч. лактози становила 0,3 %, а м.ч. молочної кислоти - 0,7 %, активна кислотність сиру – 5,3 од. рН. Через 24 години лактозу в дослідних зразках сиру не виявлено, м.ч. молочної кислоти - 1,5 %, а активна кислотність сиру – 4,8 од. рН. Після соління продукування молочної кислоти уповільнюється внаслідок високого рівня активної кислотності, пониженої температури визрівання та високої м.ч.с. у сирній масі.

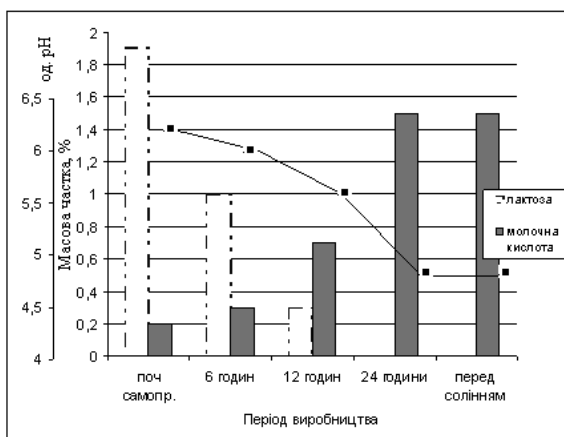


Рис. 2. Зміна активної кислотності, масових часток молочної кислоти та лактози в дослідних зразках сирів під час виробництва

Для порівняння консистенції дослідних зразків сирів було використано структурно-механічні властивості 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.

Згідно отриманих графіків найбільші зміни консистенції 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 показники граничної напруги зсуву та зрізу 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.

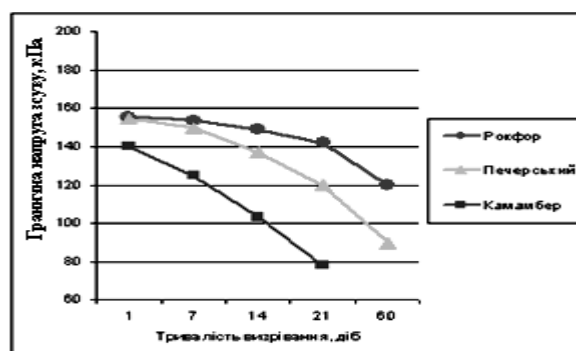
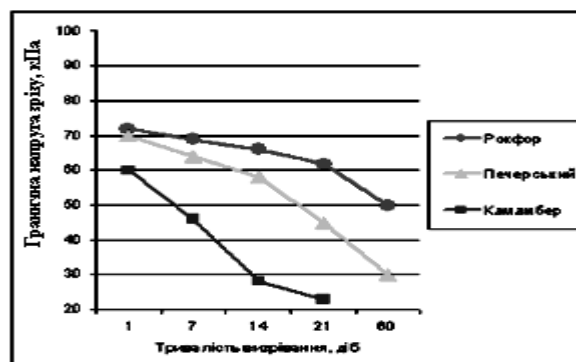


Рис. 3. Зміна показників граничної напруги зсуву та граничної напруги зрізу дослідних зразків сирів упродовж визрівання

Висновок. Сир Печерський займає проміжне положення між сирами з «блакитною» плісінню типу Рокфор і «білою» плісінню типу Камамбер. Проведені дослідження дозволили зробити висновки, що упродовж 21 доби визрівання сир Печерський досягає рівня протеолізу зрілого сиру Камамбер (зазвичай визріває 14 дб), а за рівнем ліполізу близький до показників зрілого сиру Рокфор (визріває 60 дб). 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 [Текст] / И.А. Шергина // Сыроделие и маслоделие. – 2006. - №5. – 14-17 с.
2. Шергина, И.А. Классификация и особенности производства мягких сыров [Текст] / И.А. Шергина // Сыроделие и маслоделие. – 2008. - №4. – 8-9 с.
3. Gripon, J.-C. Cheese - mould-ripened cheeses [Text] / J.-C. Gripon // In: Roginski, H.; Fuquay, J. and Fox, P. eds. Encyclopedia of Dairy Sciences. Vol. 1. Academic Press. New-York. - 2002. P. 401-406.
4. Рачев, Р. Метод за определяне на летливите мастни киселини във ферментирани млечни продукти и сирена посредством газовой хроматография [Текст] / Р. Рачев // Хранителна промишленост. – 1975. – № 8-9. – С. 24-27.

Отримано редакцією .06.2013 р.