

УДК 637.353.7

Захандревич О., Жукова Я., Малова В., Король Ц. ©
(yaroslava-zhukova@yandex.ru)

Технологічний інститут молока та м'яса НААН, Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ БІЛКОВИХ І НЕБІЛКОВИХ ФРАКЦІЙ СИРІВ З БІЛОЮ ПЛІСЕННЮ

Досліджено протеолітичні властивості м'яких сирів з білою плісенню, виготовлених вітчизняними і зарубіжними виробниками. Виявлено, що характеристичні показники інтенсивності протеолізу у сирах (вміст розчинних і небілкових азотовмісних фракцій, а також аміаку) залежали більшою мірою не від виду сиру, а від особливостей технології виробника. Отримані дані свідчать про необхідність чітких біохімічних критерії якості сирів, які б гарантували їм відмінні видові органолептичні властивості.

Ключові слова: сир з білою плісенню, азотовмісні фракції, аміак, фракційний склад білків, реологія.

Органолептичні властивості сирів значною мірою залежать від протеолітичних процесів, які відбуваються у сирному тісті під час їх виготовлення та визрівання. При цьому за первинне розщеплення казеїнів відповідальними є молокозсідальні ферменти та ендогенні протеази молока, в той час як комплексна пептидолітична система мікроорганізмів відповідальна за вторинний протеоліз [1]. Особливості протеолітичних процесів, що відбуваються під час визрівання сирів типу "Камамбер", "Брі де Мо", "Каре", "Невшатель", обумовлені використанням як заквашувальних препаратів, так і культур білої плісені, яким притаманна специфічна протеолітична активність. До того ж застосування різних культур білої плісені, молочнокислих бактерій та особливості технології сирів одного виду призводять до відмінностей їх органолептичних характеристик [9], оскільки ці фактори впливають на гідроліз білків та ліпідів, в результаті чого накопичуються різні смако-ароматичні сполуки. Вважають, що вміст білкових та небілкових фракцій, зокрема, водорозчинних, їх співвідношення обумовлюють реологічні властивості продукту, дозволяють визначити індекс визрівання і, таким чином, обмежити появу гіркоти у сирах, призводять до накопичення в них бажаних ароматичних речовин [5].

Метою даної роботи було дослідження вмісту білкових та небілкових фракцій сирів з білою плісенню вітчизняних і зарубіжних виробників типу «Камамбер» та «Брі» для їх застосування при визначенні видової належності.

Матеріали і методи. Об'єктами досліджень були комерційні сири з білою плісенню виробництва підприємств України та ряду європейських країн.

Для аналізу відбирали внутрішній шар м'яких сирів з білою плісенню, в якому визначали масову частку загального, розчинного та небілкового азоту [2, 3], вміст аміаку [9], аналізували фракційний склад білків [8].

Результати та їх обговорення. У даній роботі було досліджено 4 види м'яких сирів з білою плісінню („Камамбер”, „Брі”, „Каре” та “la Belle Laitiere”), вироблених у Данії, Україні, Польщі, Франції та Німеччині з масовою часткою жиру (50-60) % у перерахунку на суху речовину. Результати досліджень щодо вмісту загального, розчинного та небілкового азоту у сирах представлено на рис.1.

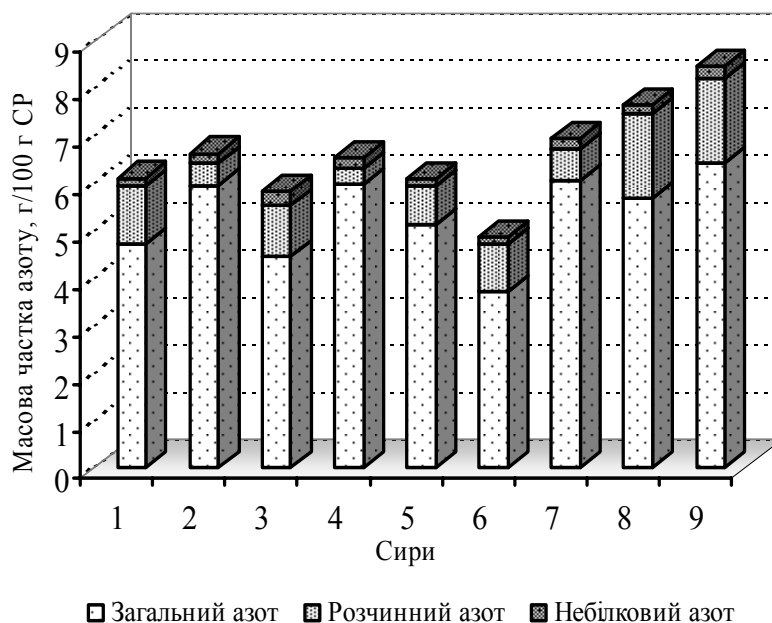


Рис. 1. Вміст азотовмісних сполук у сирах з білою плісінню (у перерахунку на сухі речовини): 1 - Камамбер, Польща; 2 - Камамбер, Данія; 3 - Камамбер, Україна; 4 - Камамбер, Німеччина; 5 - Брі, Польща; 6 - Брі, Україна; 7 - Брі, Данія; 8 - Каре, Польща; 9 - “la Belle Laitiere”, Франція.

Як можна бачити з наведених даних, вміст загального азоту (загального білку) у досліджуваних сирах залежав не стільки від виду сиру – „Камамбер” або „Брі”, як від фірми-виробника. Так, вміст загального азоту в датських сирах „Камамбер” і „Брі” був на (38-40) % та (24-28) % більший, відповідно, ніж в сирах з такою ж назвою українського виробництва у перерахунку на суху речовину. Найбільший вміст загального азоту визначено у французькому сирі з білою плісінню “la Belle Laitiere”. Дослідження вмісту розчинних азотовмісних фракцій за рН 4,6 та фракцій небілкового азоту, розчинних у 12,5 % трихлороцтовій кислоті, дозволило порівняти інтенсивність протеолітичних процесів у сирах. Відносний вміст цих фракцій надано у табл. 1.

Було показано, що найвищий рівень розчинних азотовмісних сполук мали сири „Каре” (Польща) та “La Belle Laitiere” (Франція) – близько 40 % від загального азоту, але відносний вміст небілкового азоту був в них одним з

найнижчих серед досліджених сирів. Масова частка небілкового азоту була найбільшою у сирах „Камамбер” українського та датського виробництва.

Таблиця 1

Відносний вміст продуктів протеолізу у сирах з білою плісенню (%)

| Зразок | Відносний вміст | | |
|------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| | розчинного азоту до загального | небілкового азоту до загального | небілкового азоту до розчинного |
| “Каре”, Польща | 38,47 | 3,27 | 10,23 |
| “La Belle Laitiere”, Франція | 38,19 | 3,75 | 13,42 |
| “Камамбер”, Польща | 26,32 | 3,25 | 12,36 |
| “Камамбер”, Україна | 23,00 | 7,16 | 29,32 |
| “Камамбер”, Данія | 13,68 | 4,11 | 45,33 |
| “Камамбер”, Німеччина | 6,68 | 3,63 | 69,11 |
| “Брі”, Данія | 9,81 | 3,44 | 38,10 |
| “Брі”, Україна | 21,31 | 3,87 | 14,72 |
| “Брі”, Польща | 17,43 | 3,13 | 19,53 |

Значний вміст небілкового азоту до розчинного мали сири „Брі” (Данія, Польща) і „Камамбер” (Данія, Німеччина), що свідчить про більш глибоке розщеплення білкових сполук у цих продуктах, ніж в інших обстежених сирах. Також слід відзначити, що в українських та датських сирах цей показник був вищим у сирах „Камамбер”, ніж у „Брі”, а в польському, навпаки. Вміст розчинного та небілкового до загального був вищим у всіх сирах “Камамбер” порівняно з сирами „Брі” тих же виробників.

Вивчення білкових фракцій внутрішнього шару сирів методом електрофорезу у поліакриламідному гелі виявило відмінності між продуктами у ступені гідролізу казеїнів (рис. 2, табл. 2).

З наведеної електрофореграми видно, що вміст основних казеїнових фракцій – альфа та бета–казеїнів відрізняється у сирах різних виробників. Вважають, що ступінь розпаду казеїнових фракцій відбувається специфічно для кожного виду сиру. Є думка, що зрілість сирів можна визначити за глибиною розкладання цих фракцій, а продукти їх розщеплення у свою чергу мають певну кореляцію із інтенсивністю смаку, аромату та консистенцією продукту [4].

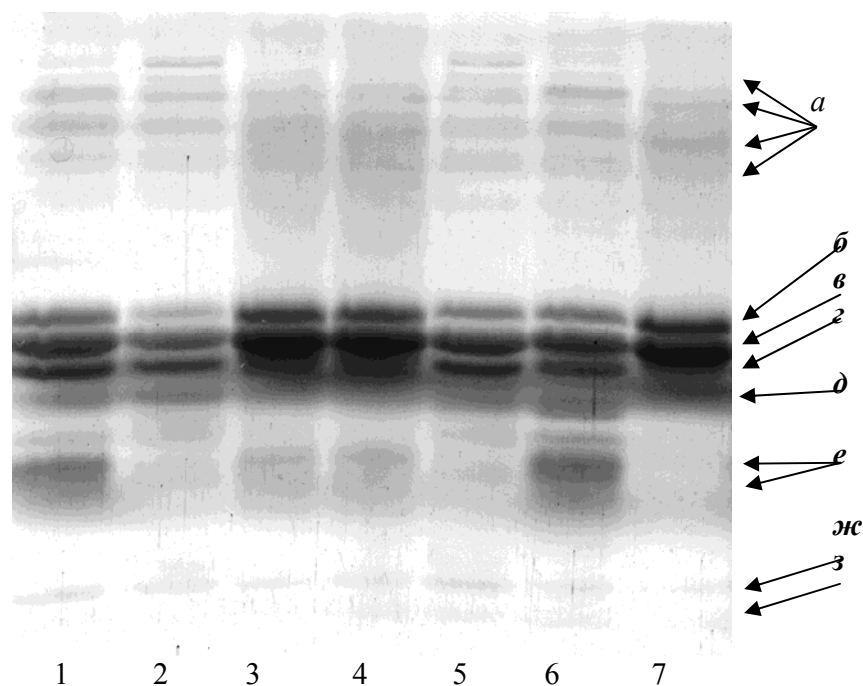


Рис. 2. Електрофореграма білків сирів з білою плісінню.

1 - Камамбер, Польща; 2 - Камамбер, Україна; 3 - Камамбер, Данія; 4 - Брі, Данія; 5 - Брі, Україна; 6 – Брі, Польща; 7 - Камамбер, Німеччина;

а - пептиди 120-67 кДа; б - б_s - казеїн; в - в - казеїн; г - пептиди 28 кДа; д - пептиди 26 кДа; е - пептиди 23-18 кДа; ж - пептиди 16-13 кДа; з - пептиди 12-10 кДа.

Відносний вміст основних фракцій сирного тіста обстежених сирів наведено у табл. 2.

Таблиця 2

Білкові сполуки у сирах з білою плісінню (%)

| Зразок, виробник | Відносний вміст | | | |
|-----------------------|--------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|
| | Пептиди 120-67 кДа | Сума б- та в-казеїнів | Пептиди 28-26 кДа | Пептиди 23-10 кДа |
| “Камамбер”, Польща | 15,96 | 50,61 | 9,22 | 24,21 |
| “Камамбер”, Україна | 16,36 | 49,72 | 14,54 | 19,38 |
| “Камамбер”, Данія | 10,20 | 60,04 | 7,44 | 22,32 |
| “Брі”, Данія | 12,15 | 68,69 | 5,35 | 13,81 |
| “Брі”, Україна | 13,16 | 56,45 | 13,49 | 16,90 |
| “Брі”, Польща | 7,94 | 51,54 | 14,23 | 26,29 |
| “Камамбер”, Німеччина | 14,13 | 72,67 | 4,87 | 8,33 |

Аналіз отриманих даних показав, що співвідношення бета-казеїну до альфа-казеїну відрізнялось як за видом сиру, так і за виробником. При цьому у сирах датського та польського виробництва цей показник був нижчим у сирах “Камамбер”, порівняно із сирами “Брі” на 2,6 % та 8,5 %, відповідно. Водночас в аналогічних сирах українського виробництва це співвідношення було вищим у сирі “Камамбер”, ніж у “Брі”, причому різниця складала 12,1 %. Крім того, вміст та характер розподілу високомолекулярних та низькомолекулярних пептидів у гелі також залежав не від виду сиру, а від підприємства - виробника. Таким чином, визначення співвідношень основних казеїнових фракцій сирів може слугувати критерієм визначення їх походження і врешті корелювати з органолептичними властивостями продукту.

Важливим характеристичним показником сирів з білою плісінню є аміак, що утворюється шляхом дезамінування вільних амінокислот [7]. Він зазвичай накопичується у цих продуктах в досить значних кількостях і надає їм характерного аромату, впливає на смак та текстуру сиру. Було встановлено, що в усіх сирах “Камамбер” вміст аміаку був вищий, ніж у сирах “Брі” тих же виробників (рис. 3). Так у польському сирі “Брі” масова частка аміаку становила 36 % від сиру “Камамбер” того ж виробника, у датському сирі “Брі” – 55%, українському сирі “Брі” – майже 84% відповідно. Найвищий рівень аміаку був притаманний сирам „Камамбер” українського та німецького виробництва, що можна пояснити наявністю розвинутого міцелію на поверхні сиру. Найменший вміст аміаку виявлено у польському та датському сирах “Брі”.

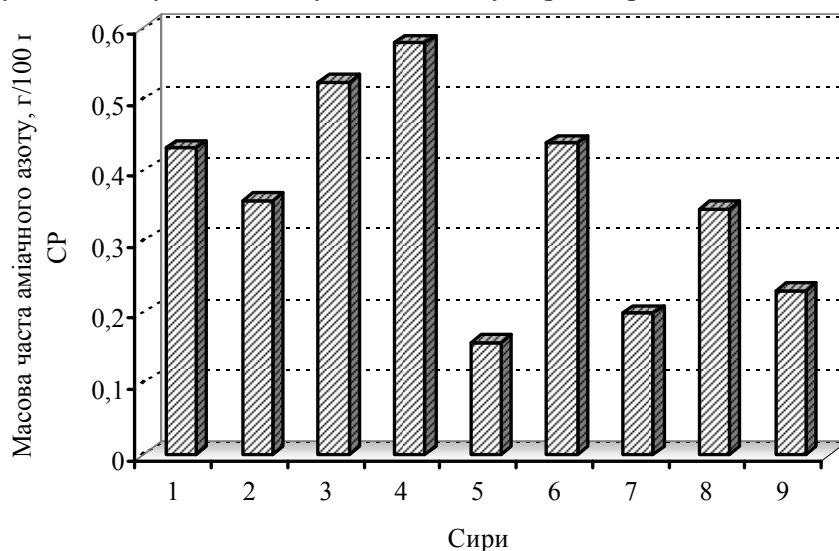


Рис. 3. Вміст аміаку у сирах з білою плісінню (у перерахунку на 100 г сухої речовини)

1 – “Камамбер”, Польща; 2 – “Камамбер”, Данія; 3 – “Камамбер”, Україна; 4 – “Камамбер”, Німеччина; 5 – “Брі”, Польща; 6 – “Брі”, Україна; 7 – “Брі”, Данія; 8 – “Каре”, Польща; 9 - “la Belle Laitiere”, Франція.

Усім досліджуваним сирам був притаманний виражений смак та інтенсивний аміачний запах, що корелював з показником аміачного азоту в пробах. Слід відзначити, що сири мали практично схожі реологічні властивості (щільність сирного тіста, рисунок та колір). Найбільш ніжну м'яку текстуру мав сир "Каре", Польща та "la Belle Laitiere", Франція.

Таким чином, аналізування біохімічних параметрів щодо протеолітичних процесів у сирах з білою плісенню показало можливість визначати за цими показниками сири в залежності від фірми виробника. Крім того, отримані дані свідчать про необхідність розроблення чітких біохімічних критеріїв якості продуктів однієї групи, які б гарантували певні органолептичні властивості сирів, зокрема, для сирів "Камамбер" та "Брі" незалежно від місця їх виготовлення.

Висновки.

1. Встановлено, що показники масової частки загального, розчинного та небілкового азоту, за якими можна відстежити глибину протеолітичних процесів у сирі, вміст аміаку, фракційний склад казеїнів, високомолекулярних білків та пептидів з молекулярною масою 23-10 кДа з внутрішнього шару досліджуваних продуктів, більшою мірою були специфічними для технології їх вироблення, а не для виду комерційного сиру ("Камамбер" або "Брі").

2. Визначення співвідношень основних казеїнових фракцій, вміст розчинного азоту і співвідношення небілкового до розчинного азоту та масова частка аміаку може слугувати критеріями зрілості і якості сирів з білою плісенню і корелювати з їх органолептичними властивостями.

Література

1. Гудков А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты. М.: ДеЛи принт., 2003. 799 с.
2. ДСТУ 5038:2008 Сири. Визначення вмісту азоту методом К'ельдаля.
3. ДСТУ ISO 8968-2:2006 Молоко. Визначення вмісту азоту. Частина 2. Метод з використанням блоку для спалювання (макрометод).
4. Скотт Р., Робинсон Р.К., Уилби Р.А. Производство сыра: научные основы и технологии / пер. с англ. под общ. ред. К. К. Горбатовой. - 3-е издание. Санкт-Петербург: Профессия, 2005. 460 с.
5. Engels W. J. M., Dekker R., de Jong C., Neeter R., Visser S. A comparative study of volatile compounds in the water- soluble fraction of various types of ripened cheese // Int. Dairy J. 1997. Vol.7. P. 255–263.
6. Karahadian C., Josephson D.B., Lindsay R.C. Contribution of *Penicillium sp.* to the Flavors of Brie and Camembert Cheese // Journal of Dairy Science. 1985. Vol. 68, № 8. P. 1865-1877.
7. Karahadian C., Lindsay R.C. Integrated Roles of Lactate, Ammonia, and Calcium in Texture Development of Mold Surface-Ripened Cheese // Journal of Dairy Science. 1987. Vol. 70. № 5. P. 909-918.
8. Laemmli U.K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4 // Nature. 1970. Vol. 227. P. 680-685.

9. Schlessner J.E., Schmidt S.J., Speckman R., Characterization of chemical and physical changes in Camembert cheese during ripening.// Journal of Dairy Science. 1992. Vol.75, № 7. P. 1753-1760.

Summary

O. Zakhndrevich, Y. Zhukova, V. Malova, Ts. Korol

Technological Institute of Milk and Meat

**STUDY OF PROTEIN AND NON-PROTEIN FRACTION OF CHEESES WITH
WHITE MOULD**

Proteolytic properties of soft cheeses with white mould of Ukrainian and foreign manufacturers were analyzed. It was shown that proteolysis intensity in cheeses, which was monitored by accumulation of soluble and non-protein nitrogenous fractions, ammonia, proteins fractional composition, depends more on cheese technology features of certain producers. The data obtained suggest the need of precise biochemical quality criteria of one kind of cheeses, which could give them certain organoleptic properties.

Key words: *cheese with white mould, nitrogenous fractions, ammonia, proteins fractional composition, rheology.*

Рецензент – д.с.-г.н., проф. Цісарик О.Й.