

УДК 637.33

## STUDY OF LIPOLYSIS IN BLUE VEINED BRIE

U. Orlyuk, M. Stepanischev

*Institute of Food Resource NAAS of Ukraine*

---

**Key words:**

*Blue cheese*

*Lipolysis*

*Free fatty acids*

*Volatile fatty acids*

*Fatty acid composition*

---

**ABSTRACT**

Lipolysis intensity indicators of Blue Veined Brie were compared to corresponding indicators of Roquefort and Camembert cheeses. The quantity of free fatty acids in cheese was determined using colorimetric method; the qualitative composition was investigated by gas-liquid chromatography and volatile fatty acids, by the method of distillation.

---

**Article history:**

Received 22.10.2014

Received in revised form

03.11.2014

Accepted 18.11.2014

---

**Corresponding author:**

U. Orlyuk

**E-mail:**

npnuht@ukr.net

---

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЛІПОЛІЗУ В СИРІ, ЩО ВИЗРІВАЄ ЗА УЧАСТІ ДВОХ ВИДІВ ПЛІСНЯВИ

Ю.Т. Орлюк, М.І. Степанищев

*Інститут продовольчих ресурсів НААН України*

*Для оцінки інтенсивності ліполізу в сирі, що визріває за участі двох видів плісняви, показники, які характеризують ліполіз, порівняно з відповідними показниками сирів Рокфор і Камембер. Кількість вільних жирних кислот у сирі визначали колориметричним методом, їх якісний склад досліджували методом газорідної хроматографії, леткі жирні кислоти — методом дистиляції.*

**Ключові слова:** *сир з пліснявою, ліполіз, вільні жирні кислоти, леткі жирні кислоти, жирнокислотний склад.*

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

Смакові показники сирів, як правило, формуються під дією ліпідів, які є джерелом вільних жирних кислот (ВЖК):

- короткі ВЖК мають сильний характерний смак;
- поліненасичені ВЖК піддаються окисленню, що призводить до дефекту аромату, який називається «окислювальною прогірклістю».

Ліпіди також є розчинниками для смакових і ароматичних сполук, що утворюються з білків і лактози.

**Метою статті** є дослідження ліполізу в сирі, що визріває за участі двох видів плісняви.

**Об'єкти і методи дослідження.** Сири, виготовлені з нормалізованого молока (м.ч.ж. 3,2 %), пастеризованого за температури  $(72\pm 2)^\circ\text{C}$  з витримкою (15—20) секунд. Молоко охолоджували до температури зсідання  $(32\pm 1)^\circ\text{C}$ , додавали хлорид кальцію та молокозсідальний фермент. Згусток, що утворився, розрізали на кубики зі сторонами (1—3) см, тривалість обробки сирного зерна складала 40 хвилин. 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  $(10\text{—}12)^\circ\text{C}$  упродовж  $(90\pm 10)$  хв для сиру Камамбер,  $(180\pm 10)$  хв для сиру Рокфор,  $(130\pm 10)$  хв. для досліджуваного сиру з двома видами плісняви. Після соління сирні головки просушували упродовж 20 хв., проколювали отвори діаметром 3 мм і направляли в камери визрівання з температурою  $(8\text{—}14)^\circ\text{C}$  та відносною вологістю повітря (94—96) % на 60 діб. Плісняву *Penicillium roqueforti* (препарат фірми Danisco) вносили в сирну масу під час формування. Плісняву *Penicillium camemberti* (препарат фірми Danisco) наносили на поверхню сирної головки розпилюванням.

Рівень ліполізу в сирі під час визрівання оцінювався за вмістом ВЖК. Кількість ВЖК у сирі визначали колориметричним методом, який базується на взаємодії ВЖК з мідь-триетаноловим реактивом з утворенням мідних солей ВЖК. Визначення якісного та кількісного складу ВЖК здійснювали методом газорідинної хроматографії [4]. Леткі жирні кислоти (ЛЖК) визначали методом дистиляції: до 5 г наважки сиру додавали 30 мл сірчаної кислоти, дистилювали, а потім відтитрували 0,1 н розчином гідроксиду натрію.

**Результати і обговорення.** Характерною ознакою сирів з пліснявою є наявність мікрофлори плісняви, що характеризується високою ліполітичною активністю. Пліснява надає цим сирам специфічного смаку й аромату, а також характерного зовнішнього вигляду. Керуючи параметрами технологічного процесу виробництва сиру, режимами його визрівання і складом мікрофлори, можна моделювати органолептичні показники сиру.

Ліполіз у сирах з пліснявою, як і протеоліз, є більш інтенсивним порівняно з іншими видами сирів [5, 6]. Вміст ВЖК у сирі достатньо точно характеризує рівень ліполізу жиру. Ліполіз — єдине джерело ВЖК, вуглеводне число яких більше або дорівнює шести. Інші ВЖК можуть утворюватись також і в процесі розщеплення амінокислот, лактози та молочної кислоти [7, 8, 9, 10]. У сирах із блакитною пліснявою частка ліполізу в процесі утворення ВЖК висока і становить більше 95 % [11].

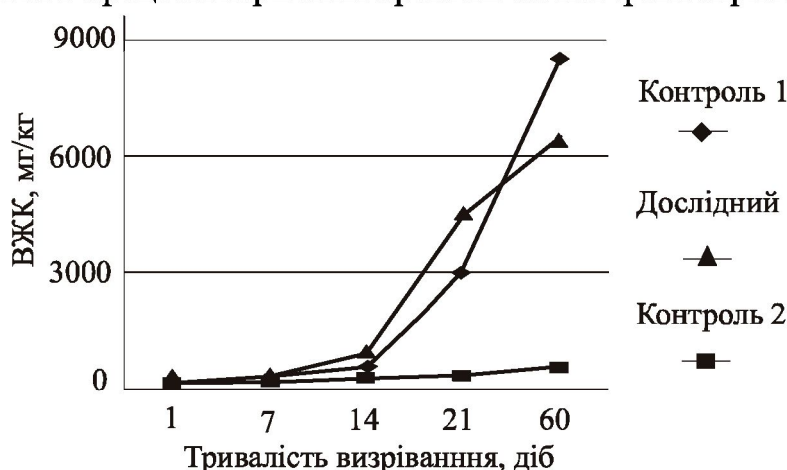
Для повнішої характеристики інтенсивності ліполізу в сирі, що визріває за участі двох видів плісняви, його основні показники було порівняно з відповідними показниками сирів Рокфор (контроль 1) і Камамбер (контроль 2). Вибір

сирів для контролю пов'язаний зі схожістю процесу їх визрівання та приналежністю цих сирів до групи сирів з пліснявою. Дослідний і контрольні сири виробляли в аналогічних умовах. Відмінності в технології виробництва цих сирів наведено в табл. 1.

*Таблиця. Технологічні особливості виробництва сирів з пліснявою*

Назва сиру	Масова частка солі в сирній масі, %	Масова частка вологи в сирній масі, %	Вид плісняви, що вноситься	Маса головки сиру, кг	Температура визрівання, °С
Контроль 1	3	50	<i>P. roqueforti</i>	1,5	8
Дослідний сир (з двома видами плісняви)	2	50	<i>P. roqueforti</i> , <i>P. camemberti</i>	1,0	10
Контроль 2	1	60	<i>P. camemberti</i>	0,5	14

Графоаналітичне опрацювання результатів досліджень дозволило отримати графічну залежність зміни рівня ліполізу в досліджуваних зразках сирів під час визрівання (рис. 1). Рівень ліполізу в сирах характеризується вмістом ВЖК в мг на кг сиру. У контрольному зразку сиру № 2 показник ліполізу на 21 добу визрівання складав 400 мг/кг. Це пояснюється низькою ліполітичною активністю ферментів плісняви *P. camemberti* порівняно з ферментами плісняви *P. roqueforti*. Показник ліполізу в дослідному зразку сиру на 21 добу визрівання складав 4500 мг/кг, що у півтора раза вище, ніж у контрольному зразку сиру № 1 — 3000 мг/кг. Це пояснюється інтенсивнішим перебігом процесу ліполізу в дослідному зразку сиру, причиною якого є вища температура визрівання, менша масова частка солі та нижчий рівень активної кислотності в сирі, а лужне середовище є більш прийнятним для дії ліпаз плісняви. На 60 добу визрівання рівень ліполізу у контрольному зразку сиру № 1 складав 8500 мг/кг, що є вищим за рівень ліполізу в дослідному зразку сиру, який складав 6500 мг/кг. Це пояснюється пригніченням розвитку плісняви *P. roqueforti* в дослідному зразку сиру внаслідок закриття в процесі визрівання проколів на поверхні сирної головки.



**Рис. 1. Зміна рівня ліполізу в досліджуваних сирах під час визрівання**

При дослідженні органолептичних показників сиру важливу роль відіграє жирнокислотний склад сиру. Графоаналітичним опрацюванням результатів досліджень отримано жирнокислотний склад досліджуваних сирів на 21 день визрівання (рис. 2). Контрольний зразок сиру № 1 та дослідний зразок сиру відзна-

чаються значним вмістом пальмітинової, стеаринової, олеїнової, лінолевої та ліноленової жирних кислот. Останні три кислоти є незамінними, їх вміст перевищує 30 % від загальної кількості ВЖК у контрольному зразку сиру № 1 та дослідному зразку сиру. Жирнокислотний склад контрольного зразка сиру № 2 відзначається значним вмістом олеїнової та пальмітинової жирних кислот.

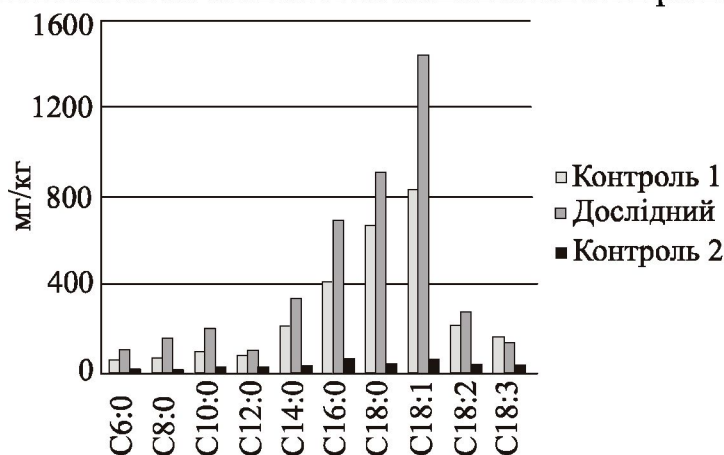


Рис. 2. Жирнокислотний склад досліджуваних сирів на 21 добу визрівання

Графоаналітичним опрацюванням результатів досліджень отримано вміст ЛЖК (мурашиної, оцтової, пропіонової, масляної) у досліджуваних сирах на 21 добу визрівання (рис. 3).

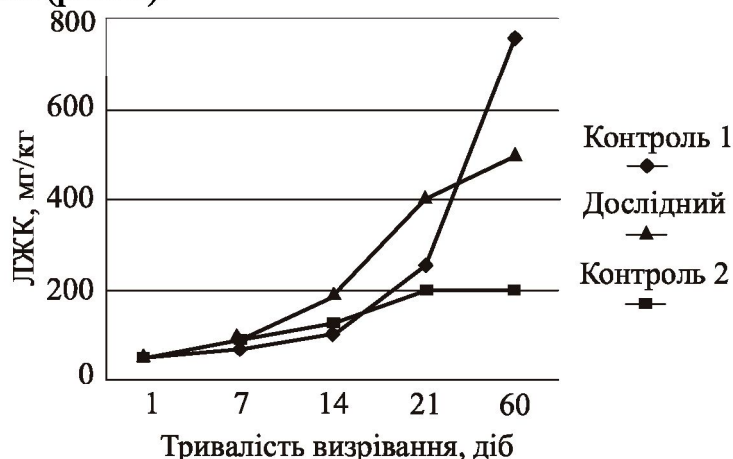


Рис. 3. Зміна вмісту легких жирних кислот у досліджуваних сирах під час визрівання

Збільшення вмісту ЛЖК в дослідному зразку сиру відбувалося рівномірно протягом усього терміну визрівання, у контрольному зразку сиру № 1 інтенсивне зростання вмісту ЛЖК спостерігалось між 14 добою та 60 добою визрівання, у контрольному зразку сиру № 2 інтенсивне збільшення вмісту ЛЖК спостерігалось між 1 добою та 21 добою визрівання. На 21 добу визрівання вміст ЛЖК у контрольному зразку сиру № 1, у контрольному зразку сиру № 2 та дослідному зразку сиру порівняно з першою добою збільшився в 6,1; 4,2 та 8,6 рази відповідно. Це вказує на швидке накопичення ЛЖК у дослідному сирі порівняно з контрольними сирами, що пояснюється одночасною дією двох видів плісняви: *P. camemberti* та *P. roqueforti*. З 21 доби до 60 доби визрівання вміст ЛЖК у контрольному сирі № 1 збільшується в три рази (з 243 мг/кг до 765 мг/кг), у контрольному сирі № 2 майже не збільшується (178 мг/кг та 202 мг/кг відповідно), тоді як у дослідному сирі лише в 1,3 раза (з 384 мг/кг до 507 мг/кг).

## Висновки

Результати проведених досліджень сиру, що визріває за участі двох видів плісняви, дають змогу стверджувати, що внесення плісняви *P. camemberti* підвищує інтенсивність ліполізу в сири.

## Література

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. Vol. 1. Academic Press. New-York, 2002. — 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.
5. Woo A.H. Concentration of major free fatty acid and flavor development in Italian cheese varieties / A.H. Woo, R.C. Lindsay // J. Dairy Sci. — 1984. — Vol. 67. — P. 960—968.
6. Woo A.H. Quantification of major free fatty acids in several cheese varieties / A. Woo, S. Kolloge, R.C. Lindsay // J. Dairy Sci. — 1984. — Vol. 67. — P. 874—878.
7. Гудков А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / Под редакцией С.А. Гудкова, испр. и доп. — М.: ДеЛи принт. — 2004. — 804 с.
8. Климовский И.И. Биохимические и микробиологические основы производства сыра / И.И. Климовский. — М.: Пищевая пром-ть, 1966. — 128 с.
9. Хауэлс Дж. Голубой сыр / Джон Хауэлс // Переработка молока. — 2001. — № 4. — С. 14—15.
10. Kuzdzal-Savoie S. Contribution à l'étude de la lipolyse dans les fromages / S. Kuzdzal-Savoie, W. Kuzdzal // Tech. Lait. — 1966. — Vol. 14 (hors serie). — P. 17—20.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИПОЛИЗА В СЫРЕ, ВЫЗРЕВАЮЩЕГО С УЧАСТИЕМ ДВУХ ВИДОВ ПЛЕСЕНИ

Ю.Т. Орлюк, М.И. Степанищев

*Институт продовольственных ресурсов НААН Украины*

*Для оценки интенсивности липолиза в сыре, вызревающего при участии двух видов плесени, показатели, что характеризуют липолиз, сравнивались с соответствующими показателями сыров Рокфор и Камамбер. Количество свободных жирных кислот в сыре было определено колориметрическим методом, их качественный состав был исследован при помощи газожидкостной хроматографии, летучие жирные кислоты — методом дистилляции.*

**Ключевые слова:** сыр с плесенью, липолиз, свободные жирные кислоты, летучие жирные кислоты, жирнокислотный состав.