

УДК 637.057, 637.131, 8637.353.7.

**Ц.О. Король**, к.т.н., с.н.с.,  
**Г.С. Чуманська**, аспірант  
**Я.Ф. Жукова**, к. б. н.,  
зав. відділу аналітичних досліджень та  
якості харчової продукції,  
Інститут продовольчих ресурсів НААН

### ВПЛИВ ЖИРОВОЇ ФАЗИ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ ПРОТЕОЛІТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ У СИРАХ З БІЛОЮ ПЛІСЕННЮ

Встановлено залежність між органолептичними властивостями сирів з білою плісенню (*P. candidum* V5 та *G. candidum*) та вмістом жиру. Було досліджено сири з білою плісенню з масовою часткою жиру - 60%, 40% та 60%, в якому 30% молочного жиру замінено на замінник молочного жиру (ЗМЖ) "Біфілінг-54". При цьому зменшення масової частки жиру у сирах обумовлювало зниження рН, збільшення масової частки вологи, зміну співвідношень азотовмісних фракцій, збільшення вмісту вільних амінокислот та показника зусилля зрізу. В разі часткової заміни молочного жиру на «Біфілінг -54» ця тенденція зберігалась, але уповільнювалась. Показано, що наявність ЗМЖ менше впливала на протеолітичні процеси у сирі з культурою *G. candidum* С, ніж з культурою *P. candidum* V5. Виявлено, що часткова заміна молочного жиру у досліджуваній пропорції знижувала різкість смаку сиру за застосування даних культур і водночас зберігала приємний виражений грибний аромат.

**Ключові слова:** замінник молочного жиру, протеоліз, сир, *Penicillium candidum*, *Geotrichum candidum*.

**Ts.O. Korol**, Ph. D. Technics, Sen. Res. Scientist  
**G.S.Chumanska**, Ph.D. candidate  
**Ya.F. Zhukova**, Ph.D, Biology, Head of the Dept.  
of Analytical Research and Quality of Foods,  
Institute of Food Resources, NAAS

### INFLUENCE OF OIL PHASE ON THE INTENSITY OF PROTEOLYTIC PROCESSES IN CHEESES WITH WHITE MOLD

*Dependence of organoleptic properties of cheeses with white mold (*P. candidum* V5 and *G. candidum*) on mass fraction of oil (60%, 40%, 60% (of which 70% of milk fat and 30% of milk fat replacer "Bifiling-54")) was investigated. Decrease of oil fraction content in cheese caused decrease of pH value, increase of moisture content, change of nitrogen-containing fractions ratios, increase of free amino acids content and shearing force value. In case of partial replacement of milk fat with "Bifiling-54" this trend remained the same except for minor slow down. It was shown that the effect of milk fat replacer presence on proteolytic processes is less in cheeses with *G. candidum*, than in those with *P. candidum* V5. According to the data obtained, partial replacement of milk fat in the milk fat replacer at the ratio of 70:30 and provided that the cultures mentioned above are used, results in decrease of cheese taste sharpness and at the same time provides maintenance of pleasant mushroom aroma pronounced due to the development of the mycelium.*

**Key words:** milk fat replacer, proteolysis, cheese, *Penicillium candidum*, *Geotrichum candidum*.

*Ц.О. Король, к.т.н., с.н.с.*

*Г.С. Чуманская, аспирант*

*Я.Ф. Жукова, к. б. н.,*

*зав. отдела аналитических исследований и  
качества пищевой продукции*

Институт продовольственных ресурсов НААН

## ВЛИЯНИЕ ЖИРОВОЙ ФАЗЫ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СЫРАХ С БЕЛОЙ ПЛЕСЕНЬЮ

*Установлена зависимость между органолептическими свойствами сыров с белой плесенью (*P. candidum* V5 и *G. candidum*) и содержанием жира. Было исследовано сыры с белой плесенью с массовой долей жира - 60%, 40% и 60%, в котором 30% молочного жира заменено на заменитель молочного жира (ЗМЖ) "Бифилинг-54". При этом уменьшение массовой доли жира в сырах обуславливало снижение pH, увеличение массовой доли влаги, изменение соотношений азотсодержащих фракций, увеличение содержания свободных аминокислот и показателя усилия среза. В случае частичной замены молочного жира на «Бифилинг -54» эта тенденция сохранялась, но замедлялась. Показано, что наличие ЗМЖ меньше влияло на протеолитические процессы в сыре с культурой *G. Candidum* C, чем с культурой *P. candidum* V5. Установлено, что частичная замена молочного жира в исследуемой пропорции снижала резкость вкуса сыра при применении данных культур и одновременно сохраняла приятный выраженный грибной аромат.*

**Ключевые слова:** *заменитель молочного жира, протеолиз, сыр, *Penicillium candidum*, *Geotrichum candidum*.*

Сучасні тенденції здорового способу життя обумовлюють підвищений інтерес до сирів із зниженим вмістом жиру. Однак, зниження масової частки жиру у продукті зазвичай призводить до змін аромату, смаку та текстури сиру. Масова частка жиру у молочній сировині практично не впливає на час згортання та щільність гелю, проте вона суттєво впливає на синерезис, який на 40% відбувається швидше у знежиреному сирі [1]. Сирне зерно із низьким вмістом жиру містить підвищений вміст вологи та білка, у повністю знежиреному сирному зерні масова частка вологи нижча, а сир з нього має низькі адгезивні властивості, крихку текстуру або надмірну щільність. Щоб зменшити швидкість синерезису таких сирів застосовують спеціальні технологічні прийоми – зменшення температури оброблення сировини і часу перемішування, відмивання згустку у холодній воді, розрізання його на великі частини тощо. Для поліпшення органолептичних властивостей сирів з низьким вмістом жиру використовують заміники молочного жиру (ЗМЖ) різного походження, які маскують як вади текстури, так і вади аромату такого продукту [2].

Незважаючи на необхідність розширення асортименту знежирених сирів або сирів з низьким вмістом жиру, робіт, присвячених дослідженню впливу масової частки жирової фази на накопичення ароматичних сполук та органолептичні властивості продукту, не дуже багато. При цьому увагу дослідників переважно зосереджено на сирі Чеддер та м'яких сирах. Для сирів з білою плісенню це питання не досліджено, хоча попит на таку продукцію щороку зростає.

Молочний жир відіграє важливу роль в формуванні органолептичних якостей сиру. Насамперед, він впливає на консистенцію сирної маси і, водночас, він є розчинником для багатьох ароматоутворювальних сполук. Жирні кислоти, особливо коротко ланцюжкові відрізняються вираженим ароматом та смаком, проте сприйняття цих властивостей сенсорними органами людини залежить від того, знаходяться ці кислоти у дисоційованій або недисоційованих формі [3]. Кількісне відношення між цими формами великою мірою залежить від показника pH та температури. Підвищене значення pH сприяє дисоціації жирних кислот, тоді як недисоційовані коротколанцюжкові жирні кислоти незначно впливають на формування аромату продукту, а більшою мірою обумовлюють його смак.

Сири із зниженою масовою часткою жиру виробляють із збираного молока з вищим вмістом білків. Показано, що зменшення частки жиру на 50% суттєво впливало на аромат, текстуру і реологічні властивості сиру Фінбо [4].

Розроблено чимало загальних рекомендацій щодо технології виробництва сирів з низьким вмістом жиру, але оптимальну процедуру визначають для кожного конкретного продукту. В разі додавання ЗМЖ необхідно досліджувати розвиток аромату продукту, оскільки така заміна може суттєво впливати на вміст вологи і рН, динаміку чисельності мікрофлори і, відповідно, на протеоліз і ароматоутворення.

**Метою даної роботи** було вивчення впливу різної масової частки молочного жиру та часткової заміни молочного жиру на ЗМЖ на протеолітичні та реологічні властивості м'яких сирів типу Камамбер з подовженим терміном зберігання.

**Матеріали та методи.** Об'єктами досліджень були м'які сири з білою плісінню, виготовлені за класичною технологією із застосуванням заквашувального препарату виробництва ДДП ІПР НААН - "Alba THC-02", який містить *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* та *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*. Сири були виготовлені із додаванням культур плісені *Penicillium candidum* V5 та *Geotrichum candidum* C фірми "SACCO", Італія.

Вплив масової частки жиру на активність розвитку заквашувальної мікрофлори аналізували за трьома варіантами:

- 1) сир №1 - з масовою часткою молочного жиру 60%;
- 2) сир №2 - з масовою часткою молочного жиру 40%;
- 3) сир №3 - з масовою часткою жиру 60%, в якому 30% складав "Біфілінг-54" (виробник ТОВ "БМБ Маргарин", Україна).

Реологічні показники дослідних сирів, зокрема, зусилля зрізу, проводили на універсальній випробувальній електромеханічній машині "SANS", серія СМТ 2503. Фракційний склад білків визначали за методом електрофорезу методом Леммлі [5].

#### **Результати та обговорення.**

За результатами дослідів з відбору заквашувальної мікрофлори та культур білої плісені при виробництві модельних сирів, було обрано застосування заквашувального препарату з термофільною мікрофлорою [6, 7].

Сири, виготовлені за технологією м'якого сиру типу Камамбер, були досліджені за основними фізико-хімічними показниками, які наведені у табл. 1. Для аналізування було взято внутрішній шар сиру.

Таблиця 1

#### **Основні показники зрілих сирів з різними культурами білих плісень**

Зразки сирів	Кислотність, од. рН	Масова частка, %			
		волога	загальний білок	Ca	NaCl
Сири з культурою <i>P. candidum</i> V5					
Сир №1	6,64	51,38	15,25	0,125	1,33
Сир № 2	5,63	54,92	17,22	0,140	1,48
Сир № 3	5,97	53,31	16,59	0,130	1,40
Сири з культурою <i>Geotrichum candidum</i> C					
Сир №1	6,47	57,50	16,44	0,127	1,27
Сир № 2	5,85	63,82	17,47	0,135	1,65
Сир № 3	6,25	57,76	16,19	0,120	1,44

(\*дані представлені як середнє арифметичне, n=6; P<0,05)

З отриманих результатів видно, що на 20-ту добу визрівання зменшення масової частки жиру призводило до зниження значень рН у сирах з культурою

*P. candidum* V5 на 15,2 % для сиру № 2 та на 10,1% для сиру №3 порівняно із сиром №1. У сирах № 2 та № 3 з культурою *G. candidum* C цей показник був на 9,6% та 6,8% нижче аналогічного сиру № 1 (табл. 1). Подібні тенденції спостерігали стосовно масової частки вологи у сирах. У сирі № 2 з культурою *P. candidum* V5 вміст вологи був більший на 6,9 %, а у сирі № 3 менше на 3,7 % порівняно з сиром № 1. У сирах № 2 та № 3 із культурою *G. candidum* C масова частка вологи була на 11,0 % та 3,0 % більша, ніж у сирі №1. Тобто, зменшення масової частки жиру або часткова заміна молочного жиру на ЗМЖ впливало на рН сиру з тенденцією до закислення та збільшення вмісту вологи у сирах з білою плісінню.

При цьому, більш різко змінювались кислотність та масова частка вологи у досліджуваних сирах при застосуванні плісені *P. candidum* V5. Застосування ЗМЖ у сирах №3 уповільнювало тенденцію збільшення вмісту вологи, особливо у варіантах сирів з культурою *G. candidum* C.

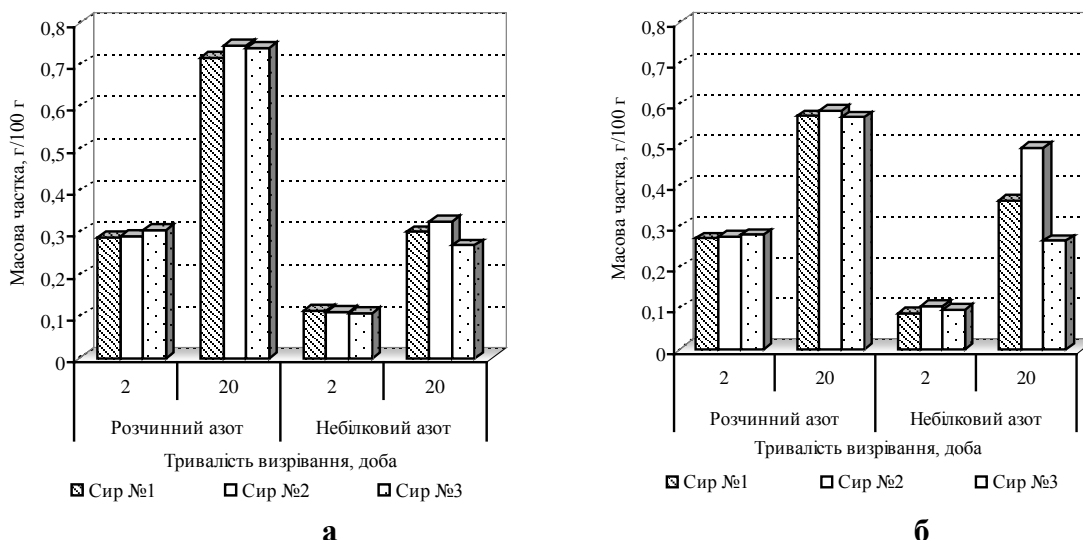
Для досліджень протеолітичних процесів у сирах брали поверхневий та внутрішній шари, які розрізнялись за вмістом та направленістю гідролізу білків під впливом культур плісені.

Плісені роду *Penicillium* обумовлюють глибокі перетворення у білковому матриксі сиру, трансформуючи білки на пептиди з високою і низькою молекулярною масою, а також – у вільні амінокислоти. Зовнішньоклітинна протеолітична система *Penicillium* складається з двох пептидаз: однієї кислої протеїнази - аспартатпротеїнази (оптимальний рівень рН 3,5-4,0; зберігає активність в діапазоні рН (3,5-6,0) і однієї металопротеази (оптимальний рівень рН 5,5-6,0). Ці пептидази спричиняють розщеплення  $\alpha$ - і  $\beta$ -казеїнів. Кисла протеїназа гідролізує головним чином три наступні зв'язки: Leu<sub>29</sub>–Phe<sub>30</sub>; Lys<sub>97</sub>–Val<sub>96</sub>; Lys<sub>99</sub>–Glu<sub>100</sub>, виділяючи пептиди Phe<sub>30</sub>–Val<sub>29</sub>, Val<sub>98</sub>–Val<sub>209</sub>; Glu<sub>100</sub>–Val<sub>209</sub>, які у великих кількостях виявляються в зрілих сирах [8]. Металопротеаза також розщеплює  $\beta$ -казеїн, зокрема спостерігається розщеплення зв'язків Lys<sub>28</sub>–Lys<sub>29</sub>; Pro<sub>90</sub>–Glu<sub>91</sub>; Glu<sub>100</sub>–Ala<sub>101</sub>.

У більшості культур *G. candidum* C протеолітична активність має зворотну тенденцію – протеолітичні системи більш спрямовані на пептидазну активність і, менше мірою, на утворення великих пептидів молочних білків.

Такі особливості властивостей ферментних систем плісені впливали на вміст та співвідношення азотовмісних фракцій сирів. Показано, що у сирі, виготовленому з культурою *P. candidum* V5 (рис. 1а), на 20 добу визрівання рівень розчинного азоту у варіантах сирів №1, 2, 3 збільшувався у 2,47 рази, у 2,57 рази, та у 2,0 разів, відповідно. Рівень небілкового азоту у цих варіантах збільшувався у 2,64, 2,96 та 2,49 разів відповідно.

Аналіз співвідношення небілкового до розчинного азоту, яке можна вважати індексом визрівання сирів з білою плісінню [9], показав, що при 30 % заміні молочного жиру ЗМЖ у сирі №3 цей показник є нижчим за аналогічних сирів № 1 та сирі № 2 на 13,3% та 15,9%, відповідно. Таким чином, додавання ЗМЖ уповільнювало протеїназну активність *P. candidum* V5, що обумовлювало зниження рівня небілкового азоту порівняно з варіантами №1 і №2.



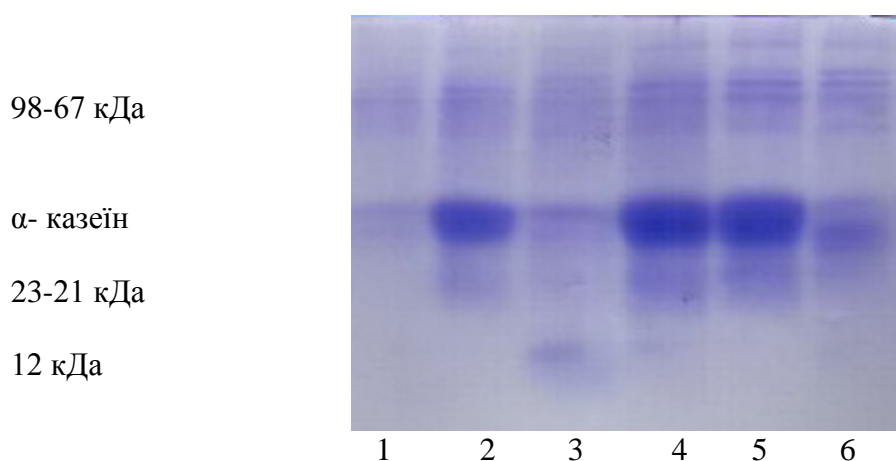
**Рис. 1. Вміст азотовмісних фракцій у сирах №№ 1-3 з культурою *P. candidum* V5 (а) та з культурою *G. candidum* C (б).**

При аналізованні сиру з використанням культури білої плісені *G. candidum* C спостерігали певні відмінності порівняно з сирами з *P. candidum* V5 у протеолітичних перетвореннях (рис. 1б). Так, на 20 добу визрівання вміст розчинного азоту порівняно з вихідним варіантом збільшувався у 2,10 разів, 2,15 разів та 2,02 рази у сирах №1, 2, 3 (рис. 1б). При цьому рівень небілкового азоту збільшувався у 4,13 разів, у 4,68 рази та 2,76 рази у варіантах сирів №1, №2, №3 відповідно. Співвідношення небілкового до розчинного азоту було найвищим у варіанті сиру №2 і мінімальним у сирі із застосуванням замітника молочного жиру.

Таким чином, зменшення масової частки молочного жиру призводить до активізації протеїназної активності культури *G. candidum* C і збільшеного вмісту небілкових азотовмісних сполук порівняно з іншими варіантами. Застосування замітника молочного жиру у сирах з культурою *G. candidum* C уповільнювало накопичення як розчинного, так і небілкового азоту, що свідчить про чутливість ферментних систем даної культури до немолочного жирового субстрату.

При порівнянні отриманих результатів можна зробити висновок, що досліджувані культури *P. candidum* V5 та *G. candidum* C є чутливими до масової частки жиру у сирі, а також їх протеолітична активність пригнічується за наявності замітника молочного жиру у молочній сировині.

Вплив масової частки жиру на фракційний склад білків у сирі з *P. candidum* V5 досліджували методом електрофорезу у ПААГ за присутності сечовини і додецилсульфату натрію [5]. Показано, що сумарний вміст  $\alpha$ - та  $\beta$ -казеїнів у внутрішньому шарі (ВШ) зрілих сирів складав близько 49-78 відн. % (рис. 2). Суттєві відмінності виявлено у поверхневому шарі (ПШ). Так, у сирі №1 залишковий вміст  $\alpha$ -казеїну становив 5% від початкового,  $\beta$ -казеїну 8% від початкового, також наявні смуги 23-21 кДа у незначні кількості. При зниженні масової частки жиру у сирі №2 у поверхневому шарі залишковий вміст  $\alpha$ -казеїну становив 12% від початкового,  $\beta$ -казеїну - 5% від початкового.



**Рис.2. Електрофореграма поверхневого та внутрішнього шарів зрілих сирів з *P. candidum* V5.**

1 - ПШ, сир №1; 2 – ВШ, сир №1; 3 - ПШ, сир №2; 4 – ВШ, сир №2;  
5 – ВШ, сир №3; 6- ПШ, сир №3.

У внутрішньому шарі сиру №2 на відміну від сиру №1 та №3 зафіксовано наявність смуги 12 кДа, що становить близько 27% від загальної площі смуг, та незначну кількість білків 23-21 кДа - близько 9%. У сирі №3 ферментування спричиняло інтенсивний протеоліз  $\alpha$ -казеїну, в результаті якого на електрофореграмі зафіксовано переважно смуги, притаманні  $\beta$ -казеїну, та незначну кількість білків 23-21 кДа. Таким чином, часткова зміна молочного жиру суттєво впливала на перебіг протеолітичних процесів під впливом культур плісень.

Аналіз вмісту вільних амінокислот, чимало з яких є попередниками ароматичних сполук, і які у вільному стані надають певних присмаків продукту, показав, що у сирах, виготовлених із культурою *P. candidum* V5, їх сумарний вміст варіював в залежності від вмісту жиру (табл. 2). Часткова заміна молочного жиру на ЗМЖ уповільнювала накопичення вільних амінокислот на 16,25% та на 25,90% порівняно с сирами №1 та №2 відповідно у внутрішньому шарі і на 29,60% і на 41,92% - у поверхневому.

У сирах №1, №2 із культурою *G. candidum* C рівень вільних амінокислот у внутрішньому шарі був вищий на 10% та на 48%, а у сирі №3 менший на 8,6% за аналогічні сири з культурою *P. candidum* V5.

У поверхневому шарі сирів із культурою *G. candidum* C рівень вільних амінокислот був вищий у всіх досліджених варіантах (на 17%, 14% та 22%) за аналогічні сири з культурою *P. candidum* V5. Це можна пояснити більшою активністю зовнішньоклітинних амінопептидаз *G. candidum* C, для яких оптимум функціонування знаходиться за 5,0-7,5 од рН. За літературними даними [10], амінопептидази *G. candidum* сприяють гідролізу великих пептидів після розщеплення казеїнів, в той час, коли в культурах *P. candidum* домінують ендпротеази. Отримані результати підтверджують ідею, що протеолітична система культур *G. candidum* C більш чутлива до складу жирової фази ліпопротеїдів молочної сировини, ніж *P. candidum*.

Вміст вільних амінокислот у зрілих сирах, мг/100г

Показник	Сири		
	№1	№2	№3
Сума вільних амінокислот	із культурою <i>P. candidum</i> V5		
	внутрішній шар		
	193,31	218,47	161,90
	поверхневий шар		
	6554,12	7940,66	4611,99
Сума вільних амінокислот	із культурою <i>G. candidum</i> C		
	внутрішній шар		
	214,61	323,17	147,58
	поверхневий шар		
	7704,36	9079,76	5630,39

(\*дані представлені, як середнє арифметичне,  $n=6$ ;  $P<0,05$ )

Зменшення вмісту молочного жиру інтенсифікувало процес накопичення вільних амінокислот у сирі №2 з культурою *G. candidum* C майже на 50%, порівняно з сиром №1, і уповільнює цей процес за наявності ЗМЖ на 45% у сирі №3 у внутрішньому шарі сирів. У поверхневому шарі було зафіксовано аналогічні тенденції – у сирі №2 – вільних амінокислот було на 18% більше, ніж в сирі №1 і на 37,9% менше, ніж у сирі №3.

Таким чином, наявність частки ЗМЖ у жировій фазі менше уповільнювала ферментативну активність у сирах з культурою *G. candidum* C, ніж з культурою *P. candidum* V5.

Серед вільних амінокислот у внутрішньому шарі сирів з культурою *P. candidum* V5 домінували лізин, лейцин, пролін та серин. У сирах з *G. candidum* C - аспарагінова, глутамінова кислоти та лейцин. У поверхневому шарі з культурою *P. candidum* V5 домінували гістидин, лізин, лейцин, пролін та серин. У сирах з *G. candidum* C - аспарагінова, глутамінова кислоти, фенілаланін, гістидин, пролін та лейцин.

Органолептичний аналіз досліджуваних сирів показав, що часткова заміна молочного жиру на ЗМЖ у досліджуваній пропорції призводила до меншої різкості смаку сиру за наявності обох культур плісень і, водночас, зберігала приємний виражений грибний аромат, обумовлений розвитком міцелію білих плісень.

Дослідження щільності сирів за показником зусилля зрізу показали необхідність урахування наявності поверхневої скоринки сиру при його випробуванні (Табл. 3). Щільність сирів із різними культурами білої плісені варіювала від вмісту жиру та наявності ЗМЖ. У сирах, виготовлених з культурою *G. candidum*, значення показника зусилля зрізу, виміряного без скоринки, було на 11,6% (сир №1), на 7,9% (сир №2), на 5,6% (сир №2) менше, ніж показники аналогічних варіантів з *P. candidum* V5. В разі вимірювання показника у сирі із скоринкою значення збільшувались майже в 5 разів. При цьому тенденція зберігалась: у сирах, виготовлених із культурою *G. candidum*, значення були на 23,5% (сир №1), на 11,8% (сир №2), на 11,0% (сир №2) менше, ніж аналогічні варіанти з *P. candidum* V5.

Зусилля зрізу зрілих сирів

Зразки сирів	Сири			
	<i>P. candidum</i> V5	<i>G. candidum</i>	<i>P. candidum</i> V5	<i>G. candidum</i>
	Внутрішній шар без скоринки		Сир зі скоринкою	
	Зусилля зрізу, кН/м <sup>2</sup>			
Сир №1	8,68	7,63	39,51	30,21
Сир №2	7,73	7,12	38,04	33,55
Сир №3	7,65	7,22	37,26	33,14

(\*дані представлені, як середнє арифметичне,  $n=6$ ;  $P<0,05$ )

Встановлено, що сир №1 мав найвищий показник зусилля зрізу незалежно від застосованої культури білої плісені. Зменшення масової частки жиру призводило до інтенсифікації протеолітичних процесів та до більш рідкої консистенції продукту.

Відомо, що сири, виготовлені з культурою білої плісені, мають високий ступінь гідролізу жиру, який активніше відбувається біля поверхневого шару і поширюється на 30% маси продукту, при цьому вільні жирні кислоти є важливими складовими ароматичного букету продуктів. Молочнокислим бактеріям, як правило, властива низька ліполітична активність. Аналіз літератури показав відсутність даних щодо впливу масової частки жиру або часткової його заміни на ЗМЖ у сирах з білою плісенню [11,12].

Дослідження накопичення летких жирних кислот виявило залежність їх вмісту від кількісного та якісного складу жирової фази у сирах та застосованої білої плісені (рис. 4).

Вміст летких жирних кислот у сирах із різним вмістом жирової фази

Зразки сирів	Сири			
	<i>P. candidum</i> V5	<i>G. candidum</i>	<i>P. candidum</i> V5	<i>G. candidum</i>
	Внутрішній шар		Поверхневий шар	
	ЛЖК, мекв/100 г			
Сир №1	12,85	18,38	33,18	25,45
Сир №2	15,46	18,99	50,57	35,07
Сир №3	11,48	12,17	25,29	12,34

(\*дані представлені як середнє арифметичне,  $n=6$ ;  $P<0,05$ )

Максимальне накопичення летких жирних кислот на 20 добу визрівання спостерігали у поверхневому шарі усіх сирів. У сирах № 1, № 2, № 3 з культурою *P. candidum* V5 – вміст ЛЖК був на 23,3%, 30,6%, 51,2% більше, ніж в аналогічних сирах з культурою *G. candidum*. Зниження вмісту жирової фази сприяло підвищенню рівня ЛЖК, а додавання замітника у жирову фазу суттєво знижувало цей показник: у сирі з культурою *P. candidum* V5 на 23,8%, у сирі з *G. candidum* на 51,5%.

Аналіз накопичення летких жирних кислот у внутрішніх шарах усіх сирів виявив інші закономірності. У сирах № 1, № 2, № 3 з культурою *P. candidum* V5 вміст ЛЖК був менше на 43,0%, 22,8%, 6,0%, ніж в аналогічних сирах з культурою *G. candidum*. Максимальний рівень ЛЖК у внутрішньому шарі виявлено у сирі №2 з *G. candidum*. Додавання замітника молочного жиру уповільнювало процес утворення ЛЖК: у сирі №3 цей показник був нижчим на 10,6%, порівняно із сиром №1 з культурою *P.*



*candidum* V5 та 33,7% з культурою *G. candidum*. Тобто більш чутливою до наявності ЗМЖ у жировій фазі виявилася культура *G. candidum*.

### **Висновки**

Показано, що формування певних органолептичних властивостей сирів з білою плісенню можливо через варіювання масової частки жиру. Зменшення масової частки жиру у сирах з білою плісенню обумовлювало зниження рН та збільшення вологи у сирі. В разі застосування замітника молочного жиру ця тенденція зберігалась, але уповільнювалась. Зміни рН проходили більш виразно за участі *P. candidum* V5, показник вологи більш інтенсивно зростав у сирі №2 з культурою *G. candidum* C і практично не змінювався у сирі №3.

Дослідження вмісту азотистих фракцій сирів та накопичення вільних амінокислот показало зміну їх співвідношень залежно від масової частки жиру або наявності замітника молочного жиру.

Встановлено, що загальний вміст легких жирних кислот варіював у сирах залежно від культур плісень та вмісту жирової фази. Найбільші відмінності спостерігались у поверхневому шарі при використанні культури *P. candidum* V5 цей показник у сирі №2 був майже у 2 рази вищий, у сирі №1 більший на 27%, у сирі №3 – на 36 %, ніж у відповідних сирах з *G. candidum*.

### **Література**

1. Гудков А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты: научное издание / А.В. Гудков; Под ред. С.А. Гудкова. - М.: ДеЛи принт, 2003. - 799 с.: ил. - Библиогр.: с. 745-799.
2. Жукова Я.Ф. Властивості структурованих ліпідів, призначених для низькокалорійних молочних продуктів / Я.Ф. Жукова, Т.П. Мудрак // Продовольчі ресурси: зб. наук. пр. / НААН; Ін-т прод. ресурсів НААН. – К.: ННЦ “ІАЕ”, 2015. №5. – С. 126-134.
3. Fox P.F. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology, Vol. 2: Major Cheese Group / P.F. Fox, Paul L.H. McSweeney, Timothy M. Cogan, Timothy P. Guinee/ ed. by P. F. Fox // Amsterdam: Elsevier Academic Press; 2004. - 456 p.
4. Sihufe G.A. Casein degradation of Fynbo cheese salted with NaCl/KCl brine and ripened at various temperatures / G.A. Sihufe, S.E. Zorilla, A.C. Rubiolo // J. Food Sci. – 2003. - Vol. 68, № 1. – P. 117-123.
5. Laemmli U.K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4 // Nature. – 1970. – Vol. 227, № 5259. – P. 680-685.
6. Жукова Я. Вплив культур білої плісені на накопичення легких ароматичних сполук у сирах / Я. Жукова, В. Малова, Ц. Король, Л. Козлова, Ф. Федін / Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології ім. С.З. Гжицького (Львів, Міжнародна науково-практична конференція “Інноваційність розвитку сучасного аграрного виробництва” 27-28 березня 2012 р.) – Львів, 2012. – т. 14, № 2 (52). – Ч. 3. – С. 218-226.
7. Жукова Я.Ф. Влияние бактериальных препаратов на реологические свойства мягких сыров с белой плесенью / Я.Ф. Жукова, Ц.А. Король, Л.П. Недоризанюк, В.В. Малова / Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых. В 4-х ч. / Гл. ред. А.П. Курдеко. – “Молодежь и инновации-2013” (29-31 мая 2013 г. Республика Беларусь, г. Горки) – г. Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2013. – Ч. 3. – С.8-10.
8. Lawrence R.C. The assessment of the potential quality of young Cheddar cheese/ R.C.Lawrence, J.Gilles //N.Z. J. Dairy Sci. Technol. –1980. – Vol. 15, №1. – P. 1-12.
9. Жукова Я.Ф. Вплив соління на динаміку азотовмісних фракцій та реологічні показники сирів з білою плісенню / Я.Ф. Жукова, Г.С. Чуманська, Ц.О. Король, К.В.

Копилова // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки – Вінниця, 2015. – Випуск 1 (89) Том 1. – 17. – С. 105-110.

10. Boutrou R. Interests in *Geotrichum candidum* for cheese technology / R. Boutrou, M. Guéguen // Int. Journal of Food Microbiology. - 2005. – Vol. 102, № 1. – P. 1-20.

11. Технология молока и молочных продуктов: учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. "Технология молока и молочных продуктов" / Г.В. Твердохлеб; З.Х. Диланян, Л.В. Чекулаева, Г.Г. Шилер, Е.Н. Соколова, ред. Е.Н. Соколова. - М.: ВО "Агропромиздат", 1991. - 463 с.: ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). - Библиогр.: с. 458..

12. Kindstedt P.S. Distribution of Salt and Moisture in Mozzarella Cheese with Soft Surface Defect / P.S. Kindstedt, K.L. Larose, J.A. Gilmore, L. Davis // J. Dairy Sci. – 1996. – Vol. 79, № 12. – P. 2278 - 2283.