



Науковий вісник Львівського національного університету  
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького

Scientific Messenger of Lviv National University  
of Veterinary Medicine and Biotechnologies

ISSN 2519–268X print  
ISSN 2518–1327 online

doi: 10.15421/nvlvet8518  
<http://nvlvet.com.ua/>

UDC 637.33

## Improvement of the technology of small semi-solid loose-texture cheese with a high temperature of second heating for the purpose of production in cheese-making enterprises of low power

L.M. Kitchenko, S.O. Okunevska

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

### Article info

Received 02.02.2018  
Received in revised form  
07.03.2018  
Accepted 13.03.2018

Sumy National Agrarian  
University, G. Kondratiev Str., 160,  
Sumy, 40021, Ukraine.  
Tel.: +38-066-062-26-19  
E-mail: [lyudmila\\_kitchenko@ukr.net](mailto:lyudmila_kitchenko@ukr.net),  
[snau-okunevska@ukr.net](mailto:snau-okunevska@ukr.net)

*Kitchenko, L.M., & Okunevska, S.O. (2018). Improvement of the technology of small semi-solid loose-texture cheese with a high temperature of second heating for the purpose of production in cheese-making enterprises of low power. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. 20(85), 95–99. doi: 10.15421/nvlvet8518*

At the Ukrainian market, high-temperature second-heating cheeses of Maasdam type are in demand, but under the conditions of small businesses, their production is hampered by a number of factors: complex and labor-intensive production technology, low quality raw materials, long maturation period, which prevents the production of cheeses of the same quality and requires an additional area for maturation. But those small cheese-making enterprises, which own not only their own raw material base, but also sufficient production areas, have their own raw materials that meet the requirements of production of elite cheese and the technology of its production of this cheese. The aim of the work was the selection of souring cultures, optimization of the processes of clamping and processing of cheese mass, pickles and maturation of cheese, which would allow to produce cheeses of the given quality in the short term of maturation. The article highlights a number of factors regarding the possibility of production of semi-solid loose texture cheeses with a high temperature of second heating at low-capacity cheese factories. First of all, selected leaven, which promote the production of cheese with a given pH. The acceleration of maturation of cheese is facilitated by the increased moisture content in cheese mass, which depends on the size of cheese grain and the temperature of the second heating, therefore the optimal parameters of these processes are established. A feature of the production of cheese at cheese-making enterprises of low power is the production of cheese heads with a small weight – no more than 2 kg. Therefore, the process of picking cheese heads of this size is investigated and its optimal term is established. Processed stages of maturation of cheese have been worked out; the minimum maturation period was found, when the cheeses received the maximum organoleptic estimation. Thus, the introduction of the recommended technology of production of a loose-texture semi-solid cheese will allow it to be produced in low-capacity cheese factories.

**Key words:** cheese with high temperature of the second heating, low-capacity cheese factory, ferments, cheese grain size, pickling, maturation.

## Удосконалення технології дрібного напівтвердого крупнопористого сиру з високою температурою другого нагрівання з метою виробництва на сироробних підприємствах малої потужності

Л.М. Кітченко, С.О. Окуневська

Сумський національний аграрний університет, м Суми, Україна

На українському ринку сиру з високою температурою другого нагрівання користуються попитом, але в умовах роботи малих підприємств їх виробництво стримує низка факторів: складна та трудомістка технологія виробництва, низька якість сировини, довгий термін дозрівання, що не дозволяє виробляти сиру однакової якості та потребує додаткової площі для дозрівання. Але ті малі сироробні підприємства, які володіють не тільки власною сировинною базою, а й достатніми виробничими площами, мають власну сировину, яка відповідає вимогам виробництва елітного сиру й технології його виробництва цього сиру. Метою роботи було підбір заквашувальних культур, оптимізація процесів розрізання згустку та обробки сирної маси, соління та дозрівання сиру, які

дозволять виробляти сири заданої якості у скорочений термін дозрівання. У статті висвітлено низку факторів щодо можливості випуску напівтвердих крупнопористих сирів з високою температурою другого нагрівання на сироробних підприємствах малої потужності. Насамперед підібрані закваски, які сприяють виробництву сиру із заданим рН. Прискоренню дозрівання сиру сприяє підвищена маса вологи у сирній масі, яка залежить від розміру сирного зерна та температури другого нагрівання, тому встановлені оптимальні параметри цих процесів. Особливістю виробництва сиру на сироробних підприємствах малої потужності є виробництво головок сиру з невеликою масою – не більше ніж 2 кг. Тому, досліджено процес соління головок сиру такого розміру та встановлено його оптимальний термін. Відпрацьовані процеси ступеневого дозрівання сиру, знайдено мінімальний термін дозрівання, коли сири отримували максимальну органолептичну оцінку. Таким чином, запровадження рекомендованої технології виробництва крупнопористого напівтвердого сиру дозволить випускати його на сироробних підприємствах малої потужності.

**Ключові слова:** сир з високою температурою другого нагрівання, малі сироробні підприємства, закваски, розмір сирного зерна, соління, дозрівання.

### Вступ

Сири з високою температурою другого нагрівання належать до групи елітних сирів. За кордоном попит на них залишається великим та виробництво постійно збільшується (Morr, 1990; Johnson et al., 1990; Kuo et al., 2001). На українському ринку сири з високою температурою другого нагрівання теж користуються попитом, але в умовах роботи малих підприємств їх виробництво стримує низка факторів: складна та трудомістка технологія виробництва, низька якість сировини, тривалий термін дозрівання, що не дозволяє виробляти сири однакової якості та потребує додаткових площ для дозрівання. Але навіть малі сироробні підприємства могли б виробляти вищезазначені види сирів (Semko, 2015; Kitchenko, 2017).

Метою роботи було проведення досліджень щодо удосконалення технології дрібного напівтвердого крупнопористого сиру з високою температурою другого нагрівання, враховуючи можливість можливості його виробництва на сироробних підприємствах малої потужності. Щоб досягти поставленої мети необхідно запровадити такі заходи:

- прискорити термін дозрівання сиру;
- удосконалити окремі технологічні операції, які пов'язані із технологічними процесами у сировиробництві;
- оптимізувати процеси соління та дозрівання сиру.

### Матеріал і методи досліджень

Технологічний процес виробництва напівтвердого сиру із високою температурою другого нагрівання прооводили згідно з вимогами «Загальної технологіч-

ної інструкції з виробництва сирів». Визначення фізико-хімічних показників молока, сироватки, активної кислотності сирної маси, фізико-хімічних показників сиру проводили згідно із загальноприйнятими методами.

### Результати та їх обговорення

Першим етапом роботи був підбір заквасочних культур, які забезпечують активізацію протеолітичних та ліполітичних процесів і тим самим скорочують термін дозрівання сиру (Bodnarchuk et al., 2004). При підборі видового складу та доз закваски молочнокислих бактерій використовували закваски чистих культур молочнокислих термофільних стрептококів (зразок 1), комплексні закваски мезофільних та термофільних молочнокислих лактококів (зразок 2) та закваски чистих культур молочнокислих термофільних паличок, які входять до складу заквасок прямого внесення торгової марки Danisko. Сумарна доза внесення закваски відповідала вимогам виробника згідно з її активністю. Пропіоновокислі бактерії вносилися у молочні суміші в однакової кількості у всі три експериментальні зразки.

В навчальній лабораторії кафедри технології молока та м'яса Сумського НАУ були вироблені та досліджені варки сирів з молока, отриманого у власному навчально-дослідному господарстві. При виробництві сирів використовувалися заквасочні культури із різним видовим складом мікрофлори, що відображено у таблиці 1.

В ході досліджень виявлено, що видовий склад закваски мав дуже помітний вплив на протікання молочнокислого бродіння під час обробки зерна, що відображено у таблиці 2.

**Таблиця 1**

Видовий склад мікрофлори досліджуваних зразків сиру

Зразки	Назва закваски	Видовий склад	Норма внесення на 100 кг молочної суміші
Зразок 1	TA 45	Streptococcus Thermophilus	6DCU
	Eyes2	Propionibacteria freudenreichii	0.2 DCU
Зразок 2	RM34	Lactococcus lactis, Lactococcus cremoris, Lactococcus diacetylactis, Streptococcus	6.5DCU
	Eyes2	Propionibacteria freudenreichii	0.2 DCU
	TA 45	Streptococcus Thermophilus;	3 DCU
Зразок 3	TM 81	Streptococcus Thermophilus, Lactobacillus bulgaricus	3 DCU
	Eyes2	Propionibacteria freudenreichii	0.2 DCU

**Таблиця 2**

Залежність ходу технологічного процесу та якості сиру від видового складу закваски

Показники	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Титрована кислотність сироватки після розрізання	11,5	13	11
Титрована кислотність сироватки у кінці обсушування сирної маси	13	15	13,5
pH сиру перед пресуванням	5,8	5,75	5,6
pH сиру після пресування	5,55	5,4	5,45
pH сиру після 15 діб дозрівання	5,45	5,2	5,4
pH зрілого сиру	5,5	5,3	5,45
Бальна оцінка сиру	91	95	98

Найбільше значення титрованої кислотності сироватки було відмічено у варці із використанням у складі заквасочної мікрофлори культур мезофільного та термофільного стрептококу (зразок 2), що обумовлено його більшою кислотоутворюючою властивістю порівняно із термофільними мікроорганізмами, які входили до складу заквасок (зразки 1 і 3).

Але на момент переміщення сиру під прес термофільні палички проходять лаг-фазу періоду кислотоутворення і починають інтенсивне зброджування лактози у сирній масі (Gudkov, 1993), що приводить до зниження pH сиру після пресу, причому пропорційно до кількості внесеної закваски.

Видові особливості мікроорганізмів мали помітний вплив на інтенсивність динаміки активної кислотності під час дозрівання сирів. Це було помітно у перші 15 діб дозрівання сиру. На момент переміщення сирів у теплу камеру найнижче значення pH відмічено у сирах, які мали у складі мезофільні та термофільні лактококи з термофільною паличкою (зразок 2). Найвище значення активної кислотності відмічено у сирах, які мали у своєму складі тільки термофільний стрептокок.

Причиною виявлених відмінностей є здатність мезофільних лактококів до росту при низьких температурах (10–12 °C), тимчасом як термофільна молочнокисла мікрофлора при цій температурі відмирає (Gudkov, 2003).

При органолептичній оцінці вироблених зразків сирів відмічено, що включення до складу закваски мезофільної лактококової мікрофлори приводить до отримання сирів із недостатньо вираженим смаком та інтенсивно розвинутим рисунком. Виходячи з цього,

був зроблений висновок, що включення до складу закваски тільки термофільної мікрофлори може дати позитивний вплив на якість сиру щодо органолептичних та фізико-хімічних властивостей.

У результаті органолептичної оцінки отриманих сирів відмічено, що максимальну бальну оцінку отримав сир, вироблений із закваскою термофільних паличок та пропіоновоокислих бактерій (зразок 3). Він мав виражений сирний смак з пряним відтінком, а також більш м'яку, пластичну консистенцію.

Таким чином, для виробництва сирів з високою температурою другого нагрівання рекомендована закваска, до складу якої входить термофільні палички та пропіоновоокислі мікроорганізми.

Особливе значення при виробництві сирів має температура другого нагрівання сирного зерна під час його обробки. Від температури і тривалості нагрівання залежить весь подальший хід процесу дозрівання. Мікробіологічні процеси в сирі при застосуванні порівняно низьких температур другого нагрівання протікають на більш високому рівні, чому сприяють температурні умови і більша кількість вологи, що залишилася у сирі. Масова частка вологи більшою мірою залежить від розміру поставленого зерна (Gudkov, 2003; Didukh and Molokopoi, 2009).

На наступному етапі роботи було досліджено вплив таких технологічних параметрів, як температура другого нагрівання та розмір сирного зерна на масову частку вологи у сирі після пресу, яка має суттєвий вплив на тривалість процесу дозрівання. Результати досліджень змін технологічних параметрів в ході технологічного процесу подано у таблиці 3.

**Таблиця 3**

Залежність фізико-хімічних показників сиру від зміни технологічних параметрів

Назва технологічних параметрів	Температура другого нагрівання, °C		Розмір зерна, мм	
	48	53	2,5	4
Титрована кислотність сироватки в кінці обробки сирного зерна, °T	13,5	15	14	14,5
pH сиру після пресу	5,48	5,6	5,55	5,4
Масова частка вологи в сирі після пресу, %	43,2	42,0	41,5	43,0

Проведені дослідження показали вплив температури другого нагрівання (48 і 53 °C) і розміру зерна після постановки (2,5 і 4,0 мм) на титровану кислотність сироватки наприкінці обробки, активну кислотність сиру після пресу, масову частку вологи в сирі після пресу. Встановлено, що на кислотність сироват-

ки в кінці обробки і на масову частку вологи в сирі після пресу надає розмір зерна, а на кислотність сиру після пресу – температура другого нагрівання (Kuznetsov and Shiller, 2003; Majorov and Nikolaeva, 2005). Так, при збільшенні розміру зерна з 2,5 до 4 мм масо-

ва частка вологи збільшується з 41,5 до 43,0%, тобто на 3,5%.

Значно менший вплив має розмір зерна на активну кислотність сиру після пресу. Збільшення розміру зерна на 1 мм приводить до зниження активної кислотності лише на 0,05 од. рН. Істотний вплив на активну кислотність сиру після пресу надає температура другого нагрівання. Збільшення її на один градус призводить до зміни (підвищення) показника активної кислотності на 0,2 од. рН, що в 4 рази більше, ніж значення зміни активної кислотності в разі впливу на цей показник фактора розміру зерна наприкінці обробки при збільшенні його на 1 мм. Таким чином, оптимальна температура другого нагрівання для сиру напівтвердого з високою температурою другого нагрівання є температура 48–50 °С.

Спільний вплив двох факторів – збільшення розміру зерна для підвищення масової частки вологи в

готовому сиру і зниження температури другого нагрівання для активізації молочнокислого бродіння з метою прискорення протеолітичних процесів, дозволило отримати виражений смак і правильний рисунок вже після 35-ї доби.

З урахуванням розміру головки у формі малого циліндру вагою 2 кг були проведені дослідження з вибору оптимального рівня соління сиру.

Соління має істотний вплив на інтенсивність молочнокислого бродіння, що відображається на величині активної кислотності в сирах. Виконуючи роль інгібітора молочнокислого бродіння, сіль гальмує швидкість кислотоутворення (Majorov and Nikolaeva, 2005; Didukh and Molokopoi, 2009). У ході роботи досліджувалися 3 терміни соління сиру напівтвердого дрібного з високою температурою другого нагрівання: 12, 18 та 24 години.

**Таблиця 4**

Фізико-хімічні показники сиру залежно від тривалості соління

Показники	Тривалість соління		
	12 годин	18 годин	24 години
Масова частка вологи після соління, %	39,6	38,9	38,0
Масова частка солі, %	0,82	1,32	1,45

Масова частка вологи залежно від терміну соління відрізнялася на 0,7–0,9%, масова частка солі залежала від терміну соління та масової частки вологи в сиру. При органолептичній оцінці сирів найвищу оцінку отримали сири, що знаходилися в розсолі 18 годин. Вони мали помірно виражений чистий смак з легкою пряністю, добру консистенцію і розвинений малюнок.

Для визначення оптимальних режимів дозрівання сиру, що дозволяють прискорити дозрівання сирної

маси і отримати продукт із заданими властивостями, застосовувався двоступеневий режим дозрівання, режими якого наведені в таблиці 5.

Органолептична оцінка зрілого сиру, показала, що сир відповідав заданим властивостям вже після 35 діб дозрівання. Найбільшу бальну оцінку отримав сир, тривалість соління якого складала 18 годин, а дозрівання – за режимом 2, тому є сенс рекомендувати ці режими як оптимальні.

**Таблиця 5**

Режими дозрівання сиру дрібного

Режими дозрівання	Тривалість дозрівання, діб		
	1	2	3
Температура 10–12 °С	15	7	–
Температура 20–22 °С	15	21	20
Температура 10–12 °С	5	7	15

### Висновки

1. У результаті комплексних досліджень було удосконалено технологію виробництва сиру напівтвердого крупнопористого з високою температурою другого нагрівання, яка дозволяє виробництво в умовах малих сироробних підприємств.

2. Підібрано оптимальний видовий склад закваски для напівтвердих крупнопористих сирів з високою температурою другого нагрівання, яка складається з термофільних паличок та пропіоновокислих мікроорганізмів.

3. Відпрацьовані технологічні режими обробки сирного зерна (температура другого нагрівання – 48–50 °С та розмір зерна – 3–4 мм).

4. Визначено термін соління та дозрівання, які дозволяють отримати сир із заданими властивостями (термін соління – 18 годин при масі головки сиру не більше 2 кг, загальний термін двоступеневого дозрівання – 35 діб).

#### *Перспективи подальших досліджень.*

1. Удосконалення технології виробництва сирів зі підвищеним рівнем молочнокислого бродіння на малих сироробних підприємствах.

2. Удосконалення технології виробництва сирів із пліснявою з метою можливості виробництва на сироробних підприємствах малої потужності.

## References

- Bodnarchuk, O.V., Shulha, N.M., & Kihel, N.M. (2004). Pryntsypy vidboru zakvashuvalnykh kultur molochnokyslykh ta propionovokyslykh bakterii dlia vyrobnytstva syriv shveitsarskoi hrupy. *Kharchova promyslovist. Dodatok do zhurnalu* 3, 70–71 (in Ukrainian).
- Didukh, N.A., & Molokopoi, L.O. (2009). Obruntuvan- nia parametriv solinnia tverdykh sychuzhnykh syriv funktsionalnoho pryznachennia. *Kharchova nauka i tekhnolohiia*. 2(7), 5–7 (in Ukrainian).
- Gudkov, A.V. (1993). *Mikrobiologicheskie aspekty upravlenija kachestvom sychuzhnyh syrov*. Dis. d-ra tehn. nauk. (in Russian).
- Gudkov, A.V. (2003). *Syrodellie: tehnologicheskie, biologicheskie i fiziko- himicheskie aspekty*. M.: DeLi print (in Russian).
- Johnson, E.A., Nelson, J.H., & Johnson, M. (1990). Microbiological Safety of Cheese Made from Heat-Treated Milk, Part I. Executive Summary, Introduction and History. *Journal of Food Protection*. 53(5), 441–452. doi: 10.4315/0362-028X-53.5.441
- Kitchenko, L.M. (2017). Improvement of small hard cheese technology aimed at production in minor cheese-making enterprises. *Scientific Messenger LNUVMB*. 19(80), 25–28. doi: 10.15421/nvlvet8005.
- Kuo, M.-I., Wang, Y.-C., Gunasekaran, S., & Olson, N.F. (2001). Effect of Heat Treatments on the Meltability of Cheeses. *J. Dairy Sci.* 84, 1937–1943. <https://pdfs.semanticscholar.org/e5a9/01dcc6a63d04392e378e63f2ef7b979b221a.pdf>.
- Kuznecov, V.V., & Shiller, G.G. (2003). *Spravochnik tehnologa molochnogo proizvodstva. Tehnologija i receptury*. T3. Syry. GIORD (in Russian).
- Majorov, A.A., & Nikolaeva, E.A. (2005). *Formirovanie strukturno-mehanicheskikh svojstv syra*. Barnaul (in Russian).
- Morr, C.V. (1990). Effect of Heating and Elevated Temperature Storage on Cheese Whey. *Food Science*. 55(4), 1177. doi: 10.1111/j.1365-2621.1990.tb01630.x.
- Semko, T.V. (2015). *Tekhnolohiia vyrobnytstva tverdoho syru z vykorystanniam vysokotemperaturnoi obrobky moloka*. Pratsi Tavriiskoho derzhavnogo ahrotekhnolohichnoho universytetu. *Tekhnichni nauky*. 15(1), 181–186. Rezhym dostupu: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ptdau\\_2015\\_15\\_1\\_25](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ptdau_2015_15_1_25) (in Ukrainian).