УДК 637.353.7-021.4:543.9
DOI https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2025.1.33

ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗБЕРІГАННЯ СИРУ М'ЯКОГО КАМАМБЕР, ВИРОБЛЕНОГО З КОРОВ'ЯЧОГО МОЛОКА

Дідух Е. Г. *– аспірант кафедри технології молока, олійно-жирових продуктів та індустрії краси Одеського національного технічного університету*
ORCID ID: 0009-0002-5022-8604
Researcher ID: JAX-2376-2023

Зберігання м'яких сирів, зокрема Камамберу, є важливим аспектом забезпечення їхньої якості та безпечності. Визначення оптимальних умов зберігання цього продукту дозволяє подовжити термін його придатності, зберегти органолептичні властивості та запобігти мікробіологічним ризикам. У науковому дослідженні представлено обґрунтування параметрів зберігання сиру м'якого Камамбер, виробленого з молока корів Голштинської породи на Молочній Фермі Прикарпаття ТОВ «МУККО» із застосуванням новітніх молокозсідальних інгредієнтів – заквасок мезофільних молочнокислих лактококів та плісеней Penic. candidum безпосереднього внесення, а також 100%-вого хімозину «CHY-MAX» – за розробленою технологією, яка передбачає використання більш жорсткого режиму пастеризації молока (температура 85℃ з витримуванням 5 хв.) та ступеневого визрівання цільового продукту у двох камерах (1 камера: t=(11–12)℃, τ=17 діб, відносна вологість повітря (85–90)%; 2 камера: (у кашированій фользі): t=(6–7)℃, τ=(3–4) доби, відносна вологість повітря (70–75)%).

У процесі зберігання за температури (2–6)℃ і відносної вологості повітря 80 % протягом 50 діб у зразках сиру м'якого Камамбер через кожні 10 діб визначали органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники. Визначено, що граничний термін зберігання сиру м'якого Камамбер, виробленого із молока корів Голштинської породи за розробленою технологією, за температури (2–6)℃ і відносної вологості повітря 80% не повинен перевищувати 40 діб, оскільки на 50-ту добу зберігання у продукті відзначається сторонній присмак, що пов'язано із розвитком сторонньої мікрофлори, яка присутня у вигляді незначних вкраплень світло-коричневого кольору на поверхні сиру. Протягом 40 діб зберігання сир м'який Камамбер містить (1,1–7,5)×10^8 КУО/г лактобактерій та (2,1–7,0)×10^5 КУО/г плісеней. Після 40-вої доби зберігання кількість лактобактерій знижується (до рівня нижче 1,0×10^8 КУО/г), що і є причиною розвитку сторонньої мікрофлори на поверхні сиру та погіршення його органолептичних показників.

Ключові слова: *сир м'який Камамбер, технологія, зберігання, органолептичні показники, фізико-хімічні показники, кількість життєздатних клітин лактобактерій, кількість життєздатних клітин плісеней,, температура, відносна вологість повітря.*

Didukh E. G. Justifying of storage parameters of soft Camembert cheese produced from cow's milk

Storage of soft cheeses, particularly Camembert, is an important aspect of ensuring their quality and safety for consumption. Determining the optimal storage conditions for this product allows to extend its shelf life, preserve organoleptic properties and prevent microbiological risks. The scientific study presents the justification of the storage parameters of soft Camembert cheese, produced from the milk of Holstein cows at the Prykarpattia LLC "MUKKO" dairy farm, with the use of the latest milk-storing ingredients – mesophilic lactic acid lactococci starter cultures and Penic. candidum direct application molds, as well as 100% chymosin "CHY-MAX" – according to the developed technology, which involves the use of a more stringent milk pasteurization regime (target temperature of 85℃ with a holding time of 5 min.) and stepwise maturation of the target product in two chambers (chamber 1: t=(11–12)℃, τ=17 days, relative air humidity (85–90)%; chamber 2: (in laminated foil): t=(6–7)℃, τ=(3–4) days, relative air humidity (70–75)%).

During storage at a temperature of (2–6)℃ and a relative air humidity of 80% for 50 days, organoleptic, physicochemical and microbiological indicators were determined in samples of soft Camembert cheese every 10 days. It was determined that the maximum shelf life of soft Camembert cheese produced from the milk of Holstein cows, using the developed technology,

at a temperature of (2–6)°C and a relative humidity of 80%, should not exceed 40 days, since on the 50th day of storage, a foreign taste is noted in the product, which is associated with the development of undesired microflora in the form of minor light brown spots on the surface of the cheese. During 40 days of storage, soft Camembert cheese contains (1.1–7.5)×10^8 CFU/g of lactobacteria and (2.1–7.0))×10^5 CFU/g of mold. After the 40th day of storage, the number of lactobacteria decreases (to a level below 1.0×10^8 CFU/g), which is the reason for the development of foreign microflora on the surface of the cheese and the deterioration of its organoleptic indicators.

Key words: *soft Camembert cheese, technology, storage, organoleptic characteristics, physicochemical characteristics, number of viable lactobacteria cells, number of viable mold cells, temperature, relative humidity.*

Вступ. Формування асортименту сирів на ринку залишається важливим питанням у розвитку продовольчого сектора України, особливо в умовах воєнного стану. Серед основних викликів, що впливають на сироробну галузь країни, можна виокремити [1, 2]:

– значне зниження попиту через високу вартість продукції;

– нестачу якісної сировини та її високу ціну;

– зростаючу конкуренцію з боку імпортних товарів;

– підвищення витрат на енергоносії;

– неефективність збуту, зокрема проблеми в роботі торговельних мереж;

– обмежений доступ до міжнародних ринків;

– негативний вплив воєнного стану на виробничі процеси логістику щодо реалізації готової продукції сироробної галузі.

У контексті озвучених викликів особливої актуальності набуває питання поповнення ринку України білими м'якими сирами (Камамбер, Брі) вітчизняного виробництва [3], які користуються попитом серед українських споживачів і мають тривалий термін зберігання.

Постановка проблеми. При розробці або удосконаленні технологій молочних продуктів важливим етапом є обґрунтування параметрів їх зберігання, які забезпечують збереження високих органолептичних показників, нормованих фізико-хімічних та мікробіологічних показників якості [4]. Зберігання м'яких сирів, зокрема Камамберу, є важливим аспектом забезпечення їхньої якості та безпечності. Визначення оптимальних умов зберігання цього продукту дозволяє подовжити термін його придатності, зберегти органолептичні властивості та запобігти мікробіологічним ризикам [5, 6].

Камамбер є м'яким сиром з білою пліснявою на поверхні, що визріває під впливом специфічних мікроорганізмів, таких як *Penicillium camemberti* або *Penicillium candidum* [3, 5, 6]. Вміст вологи у цьому сирі становить 45–52%, що робить його особливо чутливим до умов зберігання. Тому надання рекомендацій щодо раціональних параметрів зберігання сиру м'якого Камамбер, є актуальним завданням для сироробної галузі України.

Мета дослідження. Метою представленого наукового дослідження стало обґрунтування параметрів зберігання сиру м'якого Камамбер, виробленого з молока корів Голштинської породи на Молочній Фермі Прикарпаття ТОВ «МУККО».

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основними факторами, що впливають на якість сиру м'якого Камамбер при зберіганні, є [5, 6]:

1 – параметри технологічного процесу його виробництва;

2 – температура та відносна вологість повітря;

3 – газове середовище.

У попередніх публікаціях наведено основні принципові відмінності технології сиру м'якого Камамбер, розробленої автором у співавторстві з науковим керівником, які ілюструють параметри технологічного процесу його виробництва, а саме:

– застосування заквасок безпосереднього внесення датської компанії *Chr. Hansen*: мезофільних молочнокислих лактококів та лейконостоків у складі *FD-DVS CHN-22* (або *FD-DVS CHN-11*, або *FD-DVS CHN-19*, або *FD-DVS Flora danica*) та плісеней *Penic. candidum* у складі *FD PCA-3*, які забезпечують постійну та високу якість цільового продукту [3];

– застосування 100%-вого хімозину датської компанії *Chr. Hansen* «CHY-MAX» для зсідання молока, який обумовлює максимальний вихід продукту (у порівнянні з іншими молокозсідальними інгредієнтами) та високі сенсорні характеристики [3];

– використання більш жорсткого (у порівнянні з традиційним [00]) режиму пастеризації молока коров'ячого – температура 85ºС, витримування 5 хв. [4], за якого вихід сиру та вміст білків у сирі м'якому Камамбер підвищуються на (6,3±0,1)% у порівнянні з контрольним зразком, масова частка білків у сироватці знижується до (0,20±0,05)%. Ефективність пастеризації обраного режиму є високою – 99,99% [7];

– визрівання сиру м'якого Камамбер, виробленого із застосуванням рекомендованих сучасних молокозсідальних інгредієнтів, слід здійснювати у двох камерах за наступними параметрами: 1 камера: t = (11–12) ºС; τ = 17 діб; відносна вологість повітря (85–90)%; 2 камера: (у кашированій фользі): t = (6–7)ºС; τ = (3–4) доби; відносна вологість повітря (70–75)% [8].

Щодо температури та відносної вологості повітря при зберіганні сиру м'якого Камамбер: у класичній технології зберігання сиру м'якого Камамбер здійснюють за температури (0–8)ºС та відносної вологості повітря (85–95)%. Тривалість зберігання продукту, виробленого на традиційних заквасках за зазначених температури та відносної вологості повітря, не перевищує 5 діб [9, 10]. Такий продукт сьогодні не може бути конкурентоздатним на споживчому ринку.

Останні наукові дослідження показують, що температура зберігання ферментованих молочних продуктів повинна коливатися в межах від +2ºС до +6ºС. Температура нижче цього діапазону може призводити до надмірного гальмування життєдіяльності корисної мікрофлори, тоді як підвищена температура сприяє розвитку небажаних мікроорганізмів і втраті структурної цілісності продуктів [6]. Тому актуальним завданням є дослідження процесу зберігання сиру м'якого Камамбер, виробленого за рекомендованими технологічними параметрами, за температури (2–6)ºС.

Рівень відносної вологості повітря в зоні зберігання продукту має становити (80–85)%. Це сприяє збереженню текстури сиру м'якого Камамбер та підтримці активності корисної мікрофлори – мезофільних молочнокислих лактококів та плісеней [6, 9, 10].

Недотримання температурно-вологісного режиму може призвести до зміни консистенції сиру (надмірне розм'якшення або висихання), порушення мікрофлори, що спричиняє небажані запахи та присмаки, а також до зменшення терміну придатності та втрати товарного вигляду [6, 9, 10].

Пакування Камамбера в модифікованому газовому середовищі (CO_2/N_2) допомагає уповільнити розвиток небажаних бактерій та зберегти якість продукту. Дослідження підтверджують, що рівень кисню у середовищі зберігання може бути знижений для запобігання окисним процесам [6].

Виклад основного матеріалу. У науковому дослідженні було встановлено вплив двох параметрів на тривалість зберігання сиру м'якого Камамбер, а саме: температури та відносної вологості повітря. Вироблені за розробленими технологічними параметрами зразки сиру м'якого Камамбер пакували у пергамент, складали у картонні коробочки і зберігали за температури (2–6)ºС та відносної вологості повітря 80% протягом 50 діб. Через кожні 10 діб у зразках сиру м'якого Камамбер, виробленого із молока корів Голштинської породи на Молочній Фермі Прикарпаття, визначали органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники (результати досліджень наведені в табл. 1, табл. 2, на рис. 1 відповідно).

Таблиця 1

Зміна органолептичних показників м'якого сиру Камамбер, виробленого із молока корів Голштинської породи, у процесі зберігання

Найменування показника	Значення та характеристика показника для сиру м'якого Камамбер у процесі зберігання через, діб					
	1	10	20	30	40	50
Смак та запах	Чистий, сирний, ніжний смак, з присмаком та ароматом грибів (печериць)					Чистий, сирний смак, з присмаком та ароматом грибів (печериць) і легким стороннім присмаком
Консистенція та зовнішній вигляд	Консистенція сиру в центрі текуча, як м'яка карамель, і щільніша ближче до країв; пліснявна скоринка добре тримає форму					
Рисунок	Відсутній					
Колір	Сирне тісто світло-жовтого кольору з білою пліснявою на поверхні					Сирне тісто світло-жовтого кольору з білою пліснявою та незначними вкрапленнями світло-коричневого кольору на поверхні

Як свідчать дані результатів досліджень, протягом 40 діб зберігання сир м'який Камамбер має органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники, які відповідають вимогам нормативних документів. На 50-ту добу зберігання у сирі м'якому Камамбер, виробленому із молока корів Голштинської породи на Молочній фермі Прикарпаття ТОВ «МУККО», відзначається сторонній присмак, що може бути пов'язано із розвитком сторонньої мікрофлори, який підтверджується наявністю сторонніх незначних вкраплень світло-коричневого кольору на поверхні сиру (табл. 1).

Протягом 40 діб зберігання сир м'який Камамбер містить $(1{,}1\ldots7{,}5)\times10^8$ КУО/г лактобактерій та $(2{,}1\ldots7{,}0)\times10^5$ КУО/г плісеней (рис. 1, б, а відповідно). Після 40-вої доби зберігання кількість лактобактерій знижується (до рівня нижче $1{,}0\times10^8$ КУО/г), що, напевне, і є причиною розвитку сторонньої мікрофлори на поверхні сиру.

Бактерії групи кишкових паличок не виявлені у 0,1 г продукту протягом усього терміну зберігання, патогенні мікроорганізми, у т. ч. *Salmonella*, не виявлені у 25 г сиру, що свідчить про правильність обраних параметрів теплового оброблення молока, розроблених автором [7].

Щодо фізико-хімічних показників сиру м'якого Камамбер, слід зазначити, що при тривалому зберігання відзначається незначне зменшення масової частки

вологи – на 0,2% (табл. 2), що обумовлює підвищення масової частки жиру у сухій речовині сиру. Зміни кількості лактобактерій у сирі м'якому Камамбер при зберіганні позначаються і на його активній кислотності (табл. 2): протягом 40 діб зберігання вона знижується поступово і в цілому за вказаний період зменшується на 0,2 од.pH, тоді як за наступні 10 діб відзначається більш різке зниження активної кислотності (від 6,0 до 5,8 од.pH), що обумовлено різким зменшенням кількості життєздатних клітин лактобактерій у продукті (рис. 1, б).

Таблиця 2

Зміна фізико-хімічних показників м'якого сиру Камамбер, виробленого із молока корів Голштинської породи, у процесі зберігання

Найменування показника	Значення та характеристика показника для сиру м'якого Камамбер у процесі зберігання через, діб					
	1	10	20	30	40	50
Масова частка вологи, %	51,8 ± 0,1	51,8 ± 0,1	51,7 ± 0,1	51,7 ± 0,1	51,6 ± 0,1	51,6 ± 0,1
Масова частка жиру в сухій речовині, %	60,0 ± 0,1	60,0 ± 0,1	60,1 ± 0,1	60,1 ± 0,1	60,2 ± 0,1	60,2 ± 0,1
Масова частка солі, %	1,8 ± 0,1	1,8 ± 0,1	1,8 ± 0,1	1,8 ± 0,1	1,8 ± 0,1	1,8 ± 0,1
Активна кислотність, од. pH	6,20±0,10	6,15±0,10	6,10±0,05	6,05±0,05	6,00±0,10	5,8±0,05

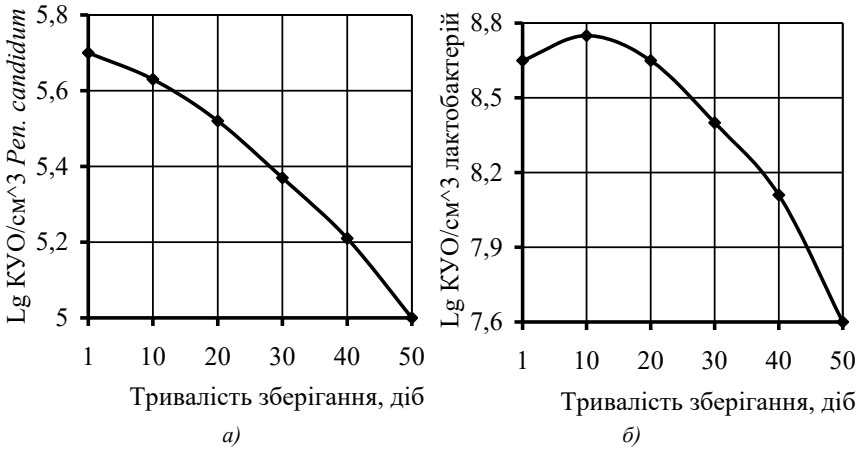

Рис. 1. Зміна кількості життєздатних клітин Pen. candidum (а) та лактобактерій (б) у м'якому сирі Камамбер, виробленому із молока порід Голштинської породи, у процесі зберігання

Отже, граничний термін зберігання сиру м'якого Камамбер, виробленого із молока корів Голштинської породи за розробленою технологією, за температури

(2–6)ºС і відносної вологості повітря 80% не повинен перевищувати 40 діб за умови зберігання продукту у пергаменті та картонних коробочках.

Висновки. Визначено параметри зберігання сиру м'якого Камамбер, виробленого із молока корів Голштинської породи на Молочній фермі Прикарпаття ТОВ «МУККО» за розробленою технологією із використанням сучасних молокозсідальних інгредієнтів: температура (2–6)ºС, відносна вологість повітря 80 %, тривалість – не більше 40 діб.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Семенда Д.К., Корман І.І., Семенда О.В. Оцінка кон'юнктури та споживчих переваг на ринку сиру України. *Агросвіт*. 2022. № 3. С. 77–88.

2. Чагаровський В. Продовольча безпека і молочна галузь україни *[Електронний ресурс]*. Режим доступу. https://uadairy.com/prodovolcha-bezpeka-i-molochna-galuz-ukrayiny/. Дата звернення 10.12.2023 р.

3. Чагаровський О., Дідух Е., Кондрацький С. Перспективи виробництва м'яких білих сирів в Україні. *Scientific Works*. 2024. № 87(2). С. 92–102. https://doi.org/10.15673/swonaft.v87i2.2869

4. Дідух Н. А. Наукові основи розробки технологій молочних продуктів функціонального призначення : автореф. дис. … д-ра техн. наук: спец. 05.18.16 «Технологія продуктів харчування» / Дідух Наталія Андріївна; наук. консультант О. П. Чагаровський; Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса: ОНАХТ, 2008. 37 с.

5. Hamdaoui N., Mouncif M., Mennane Z., Omari A., Meziane M. Development of the Technology of Soft Camemberttype Cheese with Flowery rind in Morocco. *Preprint from Research Square*. 2021. 20 p. DOI: https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-200936/v1

6. Сливка І.М., Цісарик О.Й., Мусій Л.Я. Технологія м'якого сиру тип Камамбер з різними бактеріальними препаратами. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Ґжицького. Серія: Харчові технології*. 2020,Т. 22. № 94. С. 71–79. DOI: https://doi.org/10.32718/nvlvet-f941

7. Чагаровський О., Ткаченко Н., Дідух Е., Анічін В. Обґрунтування параметрів пастеризації молока у технології сиру м'якого Камамбер. *Scientific Works*. 2024. № 87(2). С. 58–65. https://doi.org/10.15673/swonaft.v87i2.283

8. Chaharovskyi O., Tkachenko N., Didukh E., Anichin V. Justification of the ripening parameters of Camamber cheese produced using modern dairy ingredients. *Food science and technology*. 2023. Vol. 17, Issue 3. P. 66–74. https://doi.org/10.15673/fst.v17i3.2656

9. Поліщук Г.Є., Бовкун А.О., Колесникова С.С. Технологія сиру. Навчальний посібник. *К.: НУХТ*, 2008. 187 с.

10. Shaw M.B. The manufacture of soft, surface mould, ripened cheese in France with particular reference to Camembert // Dairy Technology. Vol.34, Issue 4. 1981. P. 131–138. DOI:10.1111/j.1471-0307.1981.tb01510.x

REFERENCES:

1. Semenda, D.K., Korman, I.I., Semenda, O.V. Ocinka kon'yunktury` ta spozhy`vchy`x perevag na ry`nku sy`ru Ukrayiny`. *Agrosvit.* 2022. 3. 77–88. [in Ukrainian].

2. Chagarovs`ky`j V. Prodovol`cha bezpeka i molochna galuz` Ukrayiny` (2023) *[Elektronnyy resurs]*. Rezhym dostupu. https://uadairy.com/prodovolcha-bezpeka-i-molochna-galuz-ukrayiny/. Data zvernennya 10.12.2023 r. [in Ukrainian].

3. Chagarovs`ky`j, O., Didux, E., Kondracz`ky`j, S. Perspekty`vy` vy`robny`cztva m'yaky`x bily`x sy`riv v Ukrayini. (2024) *Scientific Works*. 87(2). 92–102. https://doi.org/10.15673/swonaft.v87i2.2869 [in Ukrainian].

4. Didux, N.A. (2008). Naukovi osnovy` rozrobky` texnologij molochny`x produktiv funkcional`nogo pry`znachennya : avtoref. dy`s. … d-ra texn. nauk: specz.

05.18.16 «Texnologiya produktiv xarchuvannya». Didux Nataliya Andriyivna; nauk. konsul`tant O.P. Chagarovs`ky`j; *Odes. nacz. akad. xarch. texnologij. Odesa: ONAXT*. 37. [in Ukrainian].

5. Hamdaoui, N., Mouncif, M., Mennane, Z., Omari, A., Meziane, M. (2021). Development of the Technology of Soft Camemberttype Cheese with Flowery rind in Morocco. *Preprint from Research Square*. 20. DOI: https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-200936/v1

6. Slyvka, I.M., Tsisaryk, O.Y., Musiy, L.Y. (2020) The technology of soft Camembert cheese with the usage of different bacterial preparations: *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*. 22(94). 71–79. [in Ukrainian].

7. Chagarovs`ky`j, O., Tkachenko, N., Didux, E., Anichin, V. (2024) Obg`runtuvannya parametriv pastery`zaciyi moloka u texnologiyi sy`ru m'yakogo Kamamber. *Scientific Works*. 87(2). 58–65. https://doi.org/10.15673/swonaft.v87i2.283 [in Ukrainian].

8. Chaharovskyi, O., Tkachenko, N., Didukh, E., Anichin, V. (2023). Justification of the ripening parameters of Camamber cheese produced using modern dairy ingredients. *Food science and technology*. 17(3). 66-74. https://doi.org/10.15673/fst.v17i3.2656

9. Polishhuk, G.Ye., Bovkun, A.O., Kolesny`kova, S.S. (2008). Texnologiya sy`ru. Navchal`ny`j posibny`k. *K.: NUXT*. 187. [in Ukrainian].

10. Shaw, M.B. (1981). The manufacture of soft, surface mould, ripened cheese in France with particular reference to Camembert. *Dairy Technology*. 34(4). 131–138. DOI:10.1111/j.1471-0307.1981.tb01510.x