

ВПЛИВ СТУПЕНЯ СОЛІННЯ СИРІВ ШВЕЙЦАРСЬКОЇ ГРУПИ НА РОЗВИТОК ПРОПІОНОВОКИСЛИХ БАКТЕРІЙ

Шульга Н.М., к.т.н., Млечко Л.А.

Інститут післядипломної освіти НУХТ

Сіль у сирі є необхідним компонентом його харчової цінності, бере участь у формуванні смаку та консистенції, регулює мікробіологічні, біохімічні та фізико-хімічні процеси під час виробництва та визрівання сиру, таким чином впливаючи на його показники якості. Тому необхідність соління сиру пов'язана не лише з поліпшенням органолептичних характеристик цього продукту: сіль здійснює інгібуючу дію на сторонню мікрофлору, зокрема маслянокислі бактерії, знижує ймовірність появи гіркого смаку [1].

Специфічні органолептичні властивості сирів швейцарської групи обумовлені в основному дією термофільних лактобацил та пропіоновокислих бактерій. Останні є відповідальними за формування злегка солодкуватого присмаку та крупного рисунку в сирах цього типу, що утворюються внаслідок зброджування частини лактатів до пропіонової кислоти і вуглекислого газу, а також розщеплення білків з накопиченням великої кількості проліну. Слабко виражений смак та аромат цих сирів пов'язаний із недостатнім розвитком пропіоновокислих бактерій. Ступінь соління сиру, а також рівень активної кислотності є важливими факторами, що впливають на інтенсивність пропіоновокислого бродіння. Відомо, що бактерії виду *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii*, які зазвичай використовують у сироробстві, характеризуються високою чутливістю до дії NaCl і низьких значень рН [2]. Середній вміст солі у сирах швейцарської групи становить близько 1,6-2,0% (3,8-5,0% у водній фазі). Але під час соління у ропі NaCl проникає у поверхневі шари сиру і згодом під час визрівання поступово дифундує вглиб головки, досягаючи центральної частини лише через кілька тижнів. На цей процес впливає розмір та форма головки сиру, його масова частка вологи, температура і концентрація солі у ропі, тривалість соління [3]. Таким чином вміст солі у зовнішній частині на ранніх стадіях визрівання може значно перевищувати вказаних вище кількостей, що негативно позначається на розвитку в

першу чергу пропіоновокислих бактерій, інтенсивна діяльність яких у сирі розпочинається пізніше. Неоднакова швидкість їх росту у сирній масі, викликана нерівномірним розподілом NaCl у різних шарах сиру в напрямі від периферії до центру, призводить до різниці як органолептичних, так і біохімічних показників [4]. Саме тому дослідження впливу ступеня соління сирів швейцарської групи на розвиток пропіоновокислих бактерій та показники якості продуктів становить науковий інтерес та має практичне значення.

Метою даної роботи було дослідити соле- і кислотостійкість пропіоновокислих бактерій та простежити зміну їх розвитку у різних шарах сирної маси і вплив на біохімічні показники в залежності від вмісту солі.

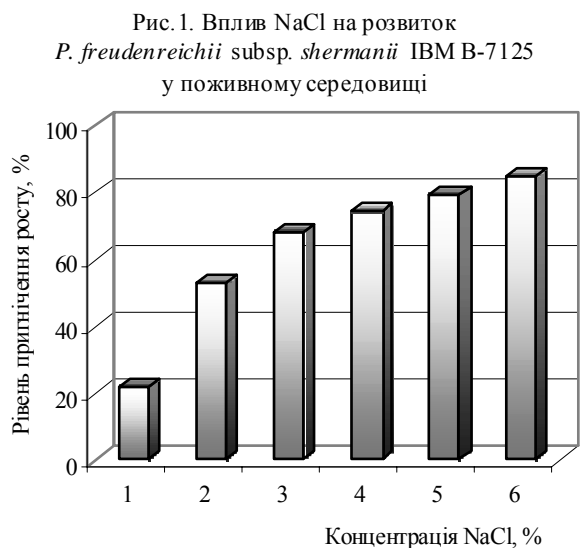
Методика досліджень. Тверді сичужні сири швейцарської групи виробляли у напівпромислових умовах за технологією сиру “Волинський” з масовою часткою жиру у сухій речовині 45% (ТУ У 15.5-00419880–064–2004). При цьому застосовували бактеріальний концентрат прямого внесення для сирів з високою температурою другого нагрівання “Темп” (ТУ У 15.5-00419880-061-2004), який є композицією термофільних стрептококів, молочнокислих паличок і пропіоновокислих бактерій (штам *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii* IBM B-7125). Соління сиру однієї партії проводили за температури 12°C у ропі з концентраціями солі 16%, 20% і 24% протягом 10 годин (головки циліндричної форми масою близько 2 кг). Визрівання запакованого у полімерну плівку сирів здійснювали за таких режимів: (12±1) °C протягом 3 тижнів, (20±1) °C протягом 2 тижнів, (12±1) °C протягом 2 тижнів при відносній вологості повітря 85%. Відбирали проби сирної маси через 4 доби після соління та зрілого сиру у віці 50 діб з різних шарів: 1 шар – шкоринка, 2 шар – середня частина, 3 шар – центральна частина.

Штам пропіоновокислих бактерій *P. freudenreichii* subsp. *shermanii* IBM B-7125 нарощували у поживному середовищі такого складу: пептон ферментативний - 20 г, 40%-ний розчин молочної кислоти – 20 см³, кукурудзяний екстракт – 10 см³, вода – до 1 дм³. Для дослідження впливу NaCl на їх розвиток у поживне середовище додавали кухонну сіль у концентраціях від 1,0% до 6,0%, а для оцінки дії низьких значень активної кислотності рН середовища встановлювали на рівні

від 4,5 до 5,5 введенням додаткової кількості молочної кислоти. Культивування мікроорганізмів проводили за температури 30°C протягом 48 годин. Про рівень пригнічення росту бактерій судили за зниженням приросту їх чисельності порівняно з розвитком у контрольному середовищі.

Для підрахунку чисельності пропіоновокислих бактерій застосовували метод висіву серійних розведень у відповідне елективне середовище. Вміст солі у сирній масі визначали згідно з ГОСТ 3627-81, масову частку вологи – за ГОСТ 3626-73. Рівень утворення летких органічних кислот оцінювали після дистиляції сирної маси з водяною парою, концентрацію ефірів сиру – шляхом лужного гідролізу. Повторюваність дослідів триразова.

Результати досліджень. Внесення у середовище вже 1% солі призводило до затримки розвитку 23,5% бактерій і з підвищенням частки солі рівень пригнічення їх росту збільшувався, досягаючи 84,6% за концентрації солі у розчині 6% (рис. 1).



Оптимальним рН для пропіоновокислих бактерій є рівень 6,8-7,2, що набагато вище активної кислотності сирів швейцарської групи (5,2-5,6 од. рН). Зниження кислотності поживного середовища до 5,5 од. рН практично не впливало на активність досліджуваного штаму *P. freudenreichii* subsp. *shermanii* IBM B-7125 (рис.2). Однак вже за величини рН 5,0 рівень пригнічення росту цих мікроорганізмів стрімко збільшувався до 36,4%, а в разі культивування пропіоновокислих бактерій у середовищі з рН 4,5 виживало лише 7,5% порівняно з контрольним середовищем. Таким чином, зважаючи на отримані дані, слід

очікувати, що під час виробництва сиру більш значущим фактором, що стримує розвиток пропіоновокислих, є ступінь соління сирної маси.

Відомо, що інгібуюча дія солі на пропіоновокислі бактерії послаблюється з підвищенням вмісту води у сирній масі. Було проаналізовано вміст солі у водній фазі трьох шарів сирів, що солилися у ропі з різною концентрацією NaCl (табл. 1). Дифузія солі крізь сирну шкоринку найінтенсивніше відбувалася під час соління у 20%-ній ропі, про що свідчить вміст NaCl у приповерхневих шарах. Кількості поглиненої солі у 2-му і 3-му шарах сирних мас після соління у ропі з концентраціями NaCl 20% та 24% були близькими (1,13% та 1,16% у середній частині сиру, відповідно). Найвищий вміст солі був у шкоринці сиру, що солився у 24%-ній ропі, досягаючи значення 2,08% від маси сиру (4,94% у водній фазі). Через 50 діб визрівання спостерігали майже рівномірний розподіл солі у сирних масах, хоча за рахунок різної вологості шарів сиру кількість NaCl у водній фазі коливалася у доволі широких межах.

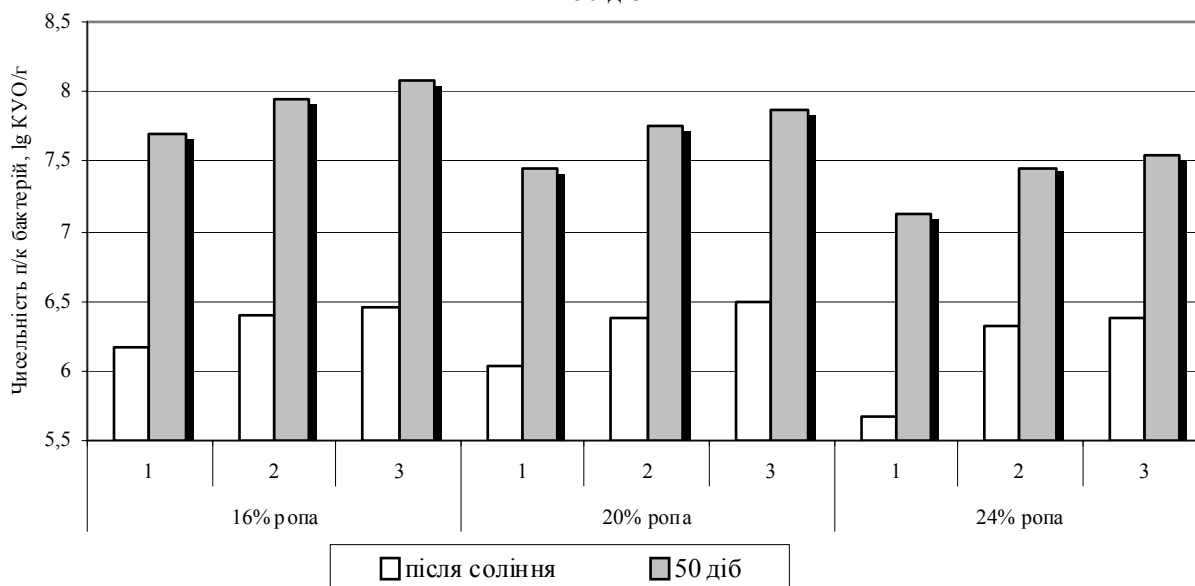
Таблиця 1. Ступінь соління різних шарів сиру залежно від концентрації солі у ропі

Концент- рація солі у ропі	Шари сиру	Вміст солі			
		після соління		50 діб	
		у сирі, %	у водній фазі, %	у сирі, %	у водній фазі, %
16%	1	1,28	2,98	1,11	2,77
	2	0,89	1,99	1,11	2,72
	3	0,56	1,23	1,09	2,62
20%	1	1,72	3,88	1,46	3,69
	2	1,13	2,53	1,44	3,48
	3	0,68	1,46	1,44	3,39
24%	1	2,08	4,94	1,88	4,82
	2	1,16	2,58	1,88	4,65
	3	0,71	1,56	1,86	4,43

Різниця у ступені соління сирних мас позначалася на чисельності пропіоновокислих бактерій у шарах сирів (рис. 3). Між вмістом *P. freudenreichii* subsp. *shermanii* IBM B-7125 та концентрацією солі у водній фазі сирних мас простежувалася пряма залежність. У центральних частинах сирів їх розвиток був найактивнішим, тоді як у поверхневих шарах кількість життєздатних клітин пропіоновокислих бактерій була помітно нижчою. Зокрема, на четверту добу після соління у шкоринці сиру, що солився у 24%-ній ропі, вміст цих мікроорганізмів не

перевищував $4,5 \cdot 10^5$ КУО/г (за рівня NaCl у водній фазі 4,94%), натомість у 3-му шарі вже досягав $2,8 \cdot 10^6$ КУО/г (за рівня NaCl у водній фазі 1,56%). Сири у віці 50 діб характеризувалися більш рівномірним розподілом пропіоновокислих бактерій у товщі сирних мас. Так, різниця у їх чисельності між 1-м та 3-м шаром у сирі, що солився у ропі з концентрацією солі 16%, становила лише 0,38 lg КУО/г. Слід зазначити, що порівняно з чутливістю до солі штаму *P. freudenreichii* subsp. *shermanii* IBM B-7125 у поживному середовищі, у сирних масах розвиток цих пропіоновокислих бактерій був вищим, що обумовлено протекторною дією білкових сполук [1].

Рис.3. Розподіл пропіоновокислих бактерій у сирній масі після соління та у віці 50 діб



Щоб з'ясувати, чи впливав ступень соління сирних мас на біохімічні та органолептичні показники зрілих сирів, було проаналізовано середні проби сирів за вмістом смако- і ароматоутворюючих речовин та рівнем активної кислотності (табл. 2). Нерівномірний розвиток пропіоновокислих бактерій у сирних масах внаслідок різних кількостей солі, позначився на якісних характеристиках готових продуктів. Сири, що солилися у ропі з нижчою концентрацією NaCl, відрізнялися порівняно високим вмістом летких кислот (пропіонової та оцтової), а також ефірів, які є продуктами їх перетворення. Зокрема, різниця у кількості летких кислот сирів, що солилися у ропі з найменшим та найбільшим вмістом солі, становить майже 3 рази, а у кількості ефірів – 1,5рази. Це свідчить про інтенсивніший рівень пропіоновокислого бродіння у цих сирах. Значення активної кислотності всіх сирів

був у діапазоні 5,43-5,52 од. рН, що зважаючи на отримані вище результати, не вплинуло на розвиток *P. freudenreichii* subsp. *shermanii* IBM B-7125. Разом з тим, за низького вмісту солі у сирах (соління у 16%-ній ропі) спостерігали розвиток спор маслянокислих бактерій, що негативно позначалося на органолептичних показниках. Сири з високою концентрацією солі характеризувалися менш вираженими смаком та ароматом, що обумовлено нижчим вмістом відповідних речовин, а також наявністю рисунка з невеликими поодинокими вічками.

Таблиця 2. Характеристика деяких біохімічних показників сирів у віці 50 діб з різним ступенем соління

Концентрація солі у ропі	Середній вміст солі у водній фазі сиру, %	Активна кислотність, од. рН	Вміст летких кислот, мекв/100г	Вміст ефірів (у перерахунку на оцтовоетиловий), мкг/100г
16%	2,71	5,43	2,73	89,74
20%	3,52	5,46	1,68	73,88
24%	4,67	5,52	0,92	49,00

Висновки. Встановлено, що штам пропіоновокислих бактерій *P. freudenreichii* subsp. *shermanii* IBM B-7125, який входить до складу бактеріального концентрату «Темп» для виробництва сирів з високою температурою другого нагрівання, був доволі чутливим до дії солі у поживному середовищі, однак стійким за рівня рН 5,5 од. рН. У вироблених із застосуванням даної культури сирах, що солилися у ропі з концентраціями солі 16%, 20%, 24%, визначено взаємозв'язок між вмістом солі у водній фазі трьох шарів сирних мас та інтенсивністю розвитку пропіоновокислих бактерій. Проаналізовано вплив ступеня соління на продукування деяких речовин, що обумовлюють смак і аромат сирів.

Список використаної літератури

1. Гудков А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты – М.: ДеЛи принт, 2003.-800с.
2. Jan G., Rouault A., Maubois J.-L. Acid stress susceptibility and acid adaptation *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *shermanii* // Lait.- 2000.- Vol. 80.- p. 325–336.
3. Melilli C., Barbano D. M., Licitra G. et al. Influence of the temperature of salt brine on salt uptake by Ragusano cheese // Journal of Dairy Science.- 2003.-Vol. 86.- p.2799–2812.
4. Ponce De Leon-Gonzalez L., Wendorff W. L., Ingham B. H. et al. Influence of salting procedure on the composition of Muenster-type cheese // Journal of Dairy Science.- 2000.- Vol. 83.- p. 1396-1401.

Шульга Н.М., Млечко Л.А. Вплив ступеня соління сирів швейцарської групи на розвиток пропіоновокислих бактерій

Встановлено чутливість штамів пропіоновокислих бактерій для виробництва сирів з високою температурою другого нагрівання до дії солі. У вироблених із застосуванням даної культури сирах, що солилися у розсолах з різними концентраціями NaCl, визначено взаємозв'язок між вмістом солі у водній фазі трьох шарів сирних мас та швидкістю росту *P. freudenreichii* subsp. *shermanii*. Проаналізовано вплив ступеня соління на продукування деяких речовин, що обумовлюють смак і аромат сирів.

Ключові слова: пропіоновокислі бактерії, сир, сіль, розсіл, смак, аромат

Шульга Н.М., Млечко Л.А. Влияние степени посола сыров швейцарской группы на развитие пропионовокислых бактерий

Установлена чувствительность штаммов пропионовокислых бактерий для производства твердых сыров с высокой температурой второго нагревания к соли. В выработанных с использованием этой культуры сырах, которые находились в рассолах с разными концентрациями NaCl, определена взаимосвязь между содержанием соли в водной фазе трех слоев сырных масс и скоростью роста *P. freudenreichii* subsp. *shermanii*. Проанализировано влияние степени посола на продуцирование некоторых веществ, которые обуславливают вкус и аромат сыров.

Ключевые слова: пропионовокислые бактерии, сыр, соль, рассол, вкус, аромат

Shulga N.M., Mlechko L.A. The impact of salt on growth of propionic acid bacteria in continent hard cheeses

The sensitivity for salt of strains of propionic acid bacteria for the production of cheese with a high scold temperature was investigated. It was established the interconnection between the salt content in the water phase of three layers of cheese mass and growth rate of *P. freudenreichii* subsp. *shermanii* in developed using this culture cheeses which were in brines with different concentrations of NaCl. The impact of the degree of salting on the production of same substances that cause taste and flavor of cheese.

Key words: propionic acid bacteria, cheese, salt, brines, taste, flavor

Шульга Н.М., Млечко Л.А. Вплив ступеня соління сирів швейцарської групи на розвиток пропіоновокислих бактерій // Харчова та переробна промисловість. – 2005. - №3.