

Я.Ф. Жукова, канд. біол. наук, с.н.с.,  
Ц.О. Король, канд. техн. наук, с.н.с.,  
В.В. Малова, н.с.,  
Г.С. Чуманська, пров. інженер,  
Інститут продовольчих ресурсів НААН

## **ВПЛИВ ЧАСТКОВОЇ ЗАМІНИ ХЛОРИДА НАТРІЮ НА ХЛОРИД КАЛІЮ НА РОЗВИТОК КУЛЬТУР БІЛОЇ ПЛІСЕНІ *PENICILLIUM CANDIDUM* ТА *GEOTRICHUM CANDIDUM* У ПОЖИВНОМУ СЕРЕДОВИЩІ**

*Досліджено вплив часткової заміни хлориду натрію на хлорид калію у співвідношенні 3:2 на розвиток культур білої плісені *Penicillium candidum* і *Geotrichum candidum* та чутливість цих культур до різних концентрацій солі. Отримані дані буде ураховано при виготовленні сирів з білою плісенню.*

*Ключові слова: культури *Penicillium candidum*, *Geotrichum candidum*, хлорид натрію, хлорид калію.*

*Исследовано влияние частичной замены хлорида натрия на хлорид калия в отношении 3:2 на развитие культур белой плесени *Penicillium candidum* и *Geotrichum candidum* и чувствительность этих культур к разным концентрациям соли. Полученные данные будут учтены при изготовлении сыров с белой плесенью.*

*Ключевые слова: культуры *Penicillium candidum*, *Geotrichum candidum*, хлорид натрия, хлорид калия.*

*The effect of partial replacement of sodium chloride to potassium chloride in the ratio of 3:2 on the growth cultures of *Penicillium candidum* and *Geotrichum candidum* has been investigated, the sensitivity of these cultures to different salt concentration has been studied. The information received will be taken into account in the manufacture of cheese with a white mould.*

*Key words: cultures of *Penicillium candidum*, *Geotrichum candidum*, sodium chloride, potassium chloride.*

На сьогодні по всьому світу поширюється кампанія щодо зниження вмісту солі у продуктах харчування. Вважають, що у розвинених країнах споживання натрію у 10–35 разів перевищує рекомендоване дієтологами.

Європейське регіональне бюро ВОЗ зробило зниження споживання солі одним з п'яти пріоритетних напрямків у новому Плані заходів щодо запровадження Європейської стратегії профілактики та боротьби з неінфекційними захворюваннями на 2012–2016 рр. Дослідження, проведені у багатьох країнах, показали, що зниження приблизно вдвічі споживання солі (до рекомендованого для дорослих 4–5 г на день) зменшило кількість інсультів на 24%, а захворюваність ішемічною хворобою серця на 18%. Високе споживання натрію також спричиняє видалення кальцію з організму, збільшення ризику захворювання на остеопороз та утворення каменів у нирках та жовчному міхурі.

Процес соління є необхідним етапом при виробленні сирів. Роль хлориду натрію полягає, у першу чергу, у формуванні характерного смаку, аромату сиру та його консистенції [1, 2]. Крім того, хлорид натрію забезпечує додаткове виділення сироватки, сприяє проникненню вільної води у сирну масу і, таким чином, впливає на процес гідратації білків, наданню певної текстури та утворенню скоринки. Водночас сири з низьким вмістом солі або невдало підбраною заміною NaCl багатьом споживачам здаються гіркуватими, мають мажучу консистенцію та невиражений смак. Ще одним важливим моментом цієї

проблеми є чутливість заквашувальних препаратів та культур плісені до певних концентрацій солі.

**Метою даної роботи** було дослідження впливу різних концентрацій хлориду натрію (NaCl) та концентрацій суміші за часткової заміни хлориду натрію на хлорид калію (KCl) на розвиток культур білих плісень, що застосовуються при виробництві м'яких сирів.

**Матеріали і методи.** Об'єктами досліджень були культури плісені *Penicillium candidum* V5 та культур *Geotrichum candidum* C та *Geotrichum candidum* A ("SACCO", Італія). Дослідження чутливості культур до солі проводили з використанням середовища Сабуро із концентрацією NaCl та суміші NaCl з KCl від 1 до 5%.

**Результати досліджень.** В залежності від типу сирної маси і вимог до характеристичних властивостей сиру, вміст солі може варіювати у широких межах. За класичною технологією сирів вміст солі становить 1,5–2,5%. Але в деяких видах сирів масова частка NaCl може дорівнювати 0,6% ("Елементаль") або 5–7% ("Пекорино") [2].

За літературними даними, поріг уповільнення розвитку *P. candidum* сіллю знаходиться на рівні солі 20%. Крім того, було відзначено, що оптимальний розвиток плісені у рідкому середовищі відбувається без додавання солі, тоді як в твердому середовищі вміст солі у межах 1–2% сприяє їх активному функціонуванню [2, 3].

Вид *G. candidum* відомий своєю надмірною чутливістю до солі. Незначне зниження росту спостерігається вже при концентрації 1% NaCl, повне припинення росту зафіксовано за концентрації солі у середовищі 5–6%. Додатковими умовами для розвитку культур плісень вважають відсутність світла та аерацію, а також наявність невеликої кількості вуглекислого газу [2, 4].

Було досліджено солестійкість культур плісені, що застосовувались при виробленні модельних сирів, на середовищі Сабуро із концентрацією NaCl від 1 до 5% та суміші NaCl:KCl=3:2. Культивування проводили упродовж 5 діб за температури 25 °C за відсутності світла.

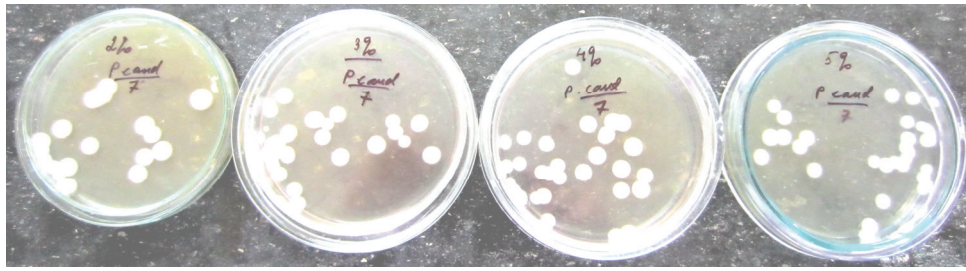
Аналіз отриманих даних показав, що культура *P. candidum* V5 була стійка до всіх досліджуваних концентрацій солі (рис. 1а). Уповільнення росту майже не відбувалось. При цьому зовнішній вигляд колоній практично не змінювався.

Водночас культури *G. candidum* A та C проявили різну чутливість до NaCl (рис. 1 б, 1 в). Культура *G. candidum* A була більш чутливою і її розвиток починав уповільнюватись із 2% вмістом солі у середовищі. Із збільшенням концентрації солі колонії істотно зменшувались у розмірі – майже в 5 разів у середовищі з 5% NaCl, порівняно із 2%. При додаванні 3% солі чисельність колоній пригнічувалась у 63 разів порівняно з контролем; при додаванні 5% солі – 112 разів (рис. 2а).

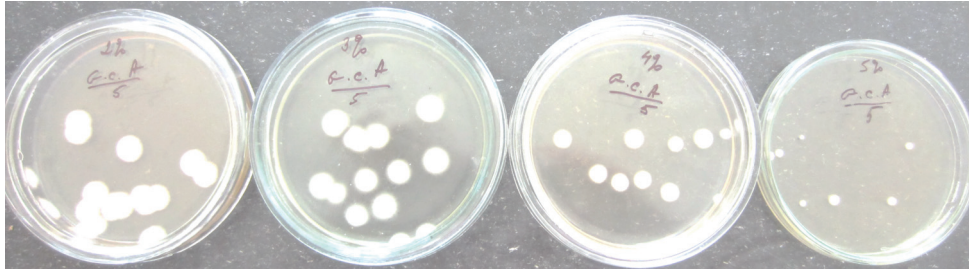
Культура *G. candidum* C виявилась більш стійкою до дії солі ніж *G. candidum* A, що наглядно відображено на рис. 1в. Вона мала стійкість до 2% солі. Уповільнення відбувалось з 3% NaCl, коли спостерігали зменшення чисельності колоній у 20 разів порівняно з контролем (рис. 2). У середовищі 5% солі кількість колоній *G. candidum* C була вдвічі більшою, ніж за тієї ж концентрації з культурою *G. candidum* A. При цьому розмір колоній починав суттєво зменшуватись з 4% NaCl у середовищі.

У зв'язку з надмірною чутливістю до NaCl культур *G. candidum* та зменшення концентрації солі у сирах, актуальним було дослідити динаміку розвитку білої плісені за часткової заміни хлориду натрію на хлорид калію.

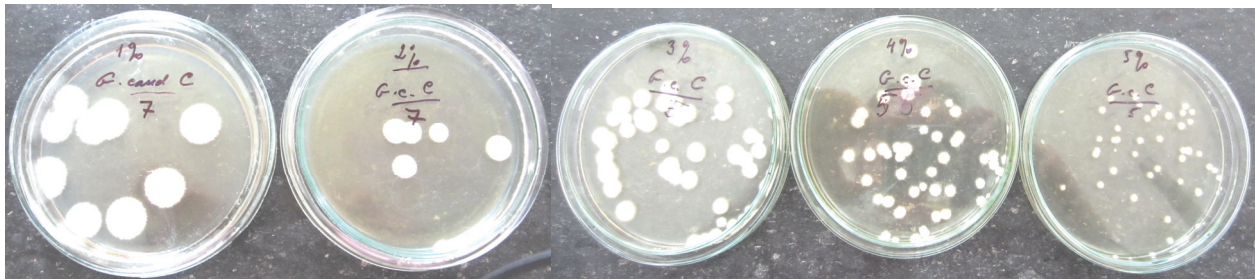
Часткова заміна хлориду натрію на хлорид калію у співвідношенні 3:2 обумовлена доцільністю щодо збереження органолептичних властивостей продукту [5]. Адже надмірна кількість KCl може надавати продукту гіркуватого присмаку.



а



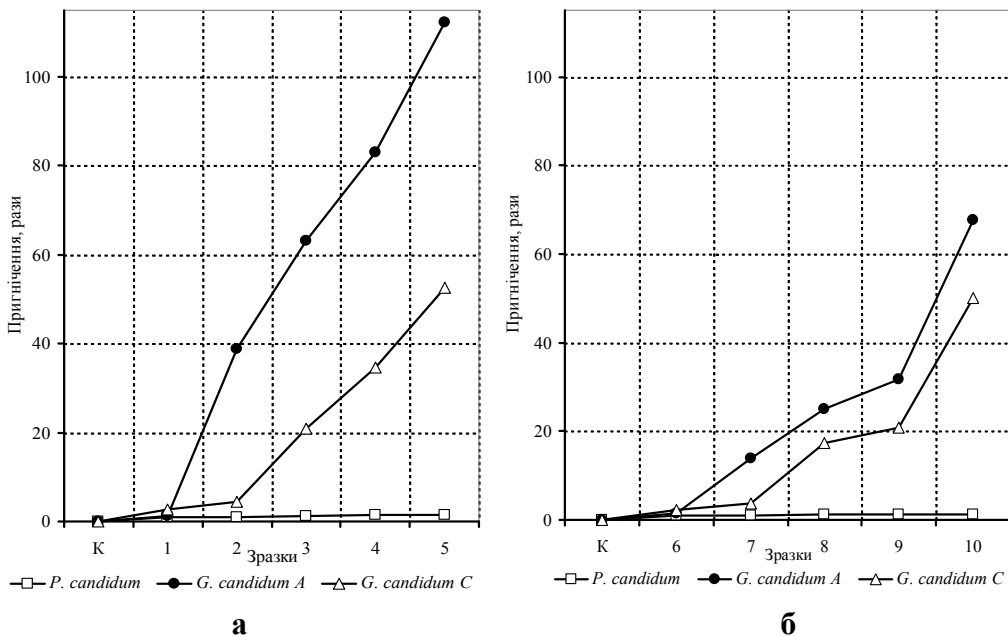
б



в

**Рис. 1. Зовнішній вигляд колоній культур білої плісені на середовищі Сабуро із різним вмістом хлориду натрію**

а – *Penicillium candidum* V5, б – *Geotrichum candidum* A, в – *Geotrichum candidum* C.



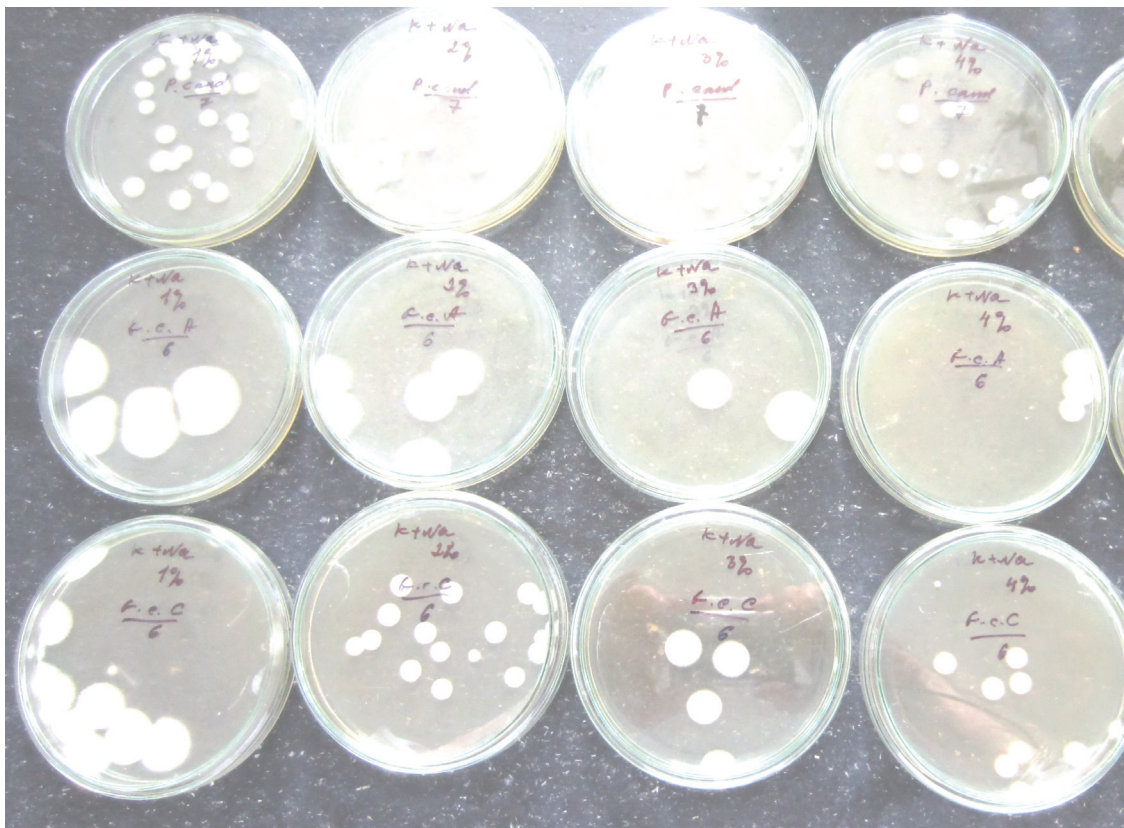
**Рис. 2. Вплив хлориду натрію (а) та суміші хлоридів натрію та калію (б) на розвиток пліснявих грибів**

К – середовище, без додавання будь-якої солі, № 1 – середовище з додаванням 1 % NaCl, № 2 – середовище з додаванням 2 % NaCl, № 3 – середовище з додаванням 3 % NaCl, № 4 – середовище з додаванням 4 % NaCl, № 5 – середовище з додаванням 5 % NaCl, № 6 – середовище з додаванням 1% NaCl+KCl, № 7 – середовище з додаванням 2% NaCl+KCl, № 8 – середовище з додаванням 3% NaCl+KCl, № 9 – середовище з додаванням 4 % NaCl+KCl, № 10 – середовище з додаванням 5% NaCl+KCl.

Крім того, для підтримання осмотичної рівноваги та редокс-потенціалу клітин необхідно підтримання правильного функціонування ряду ферментних комплексів, зокрема К-Na-АТФази [1]. Експериментально нами було визначено, що саме запропоноване співвідношення найбільше відповідає фізіологічним та органолептичним характеристикам.

Було показано, що суміш хлоридів натрію та калію із вмістом у середовищі від 1% до 5% майже не впливала на розвиток *P. candidum* (рис. 2б).

Втім така заміна обумовлювала позитивну дію на розвиток культур *G. candidum*, особливо на *G. candidum A* (рис. 3).



**Рис. 3. Зовнішній вигляд колоній культур білої плісені на середовищі Сабуро із різним вмістом суміші хлоридів натрію та калію**

Найбільш суттєві зміни для культури *G. candidum A* відбувались за концентрації 2–5% сольової суміші у середовищі, а для *G. candidum C* – 3–4%.

За присутності 2% суміші у середовищі уповільнення пригнічення відбувалось в 25 разів для культури *G. candidum A*, а для *G. candidum C* – у 0,64 рази.

За присутності 3% суміші у середовищі уповільнення пригнічення відбувалось майже в 38 разів для культури *G. candidum A*, а для *G. candidum C* – у 3,5% рази; за присутності 4% суміші у середовищі -58,5 разів та 13,8 разів, відповідно, порівняно із аналогічним зростанням у середовищі з хлоридом натрію.

Додавання 5% суміші у середовище уповільнювало процес пригнічення розвитку *Geotrichum candidum A* порівняно із аналогічним середовищем із вмістом 5% NaCl. - у 44,5 разів, для *G. candidum C* – 2,4 рази.

Тобто часткова заміна хлориду натрію на хлорид калію у середовищі сприяла підвищенню солестійкості культур *G. candidum*, що може бути взято до уваги при виробленні сирів з білою плісенню.

**Висновки.** Виявлено що, культура *Penicillium candidum V5* була стійка до всіх досліджуваних концентрацій хлориду натрію та суміші хлоридів натрію та калію на твердому середовищі.

Показано, що культура *Geotrichum candidum* А була більш чутливою до хлориду натрію, ніж *Geotrichum candidum* С. У середовищі з додаванням 5 % солі кількість колоній *Geotrichum candidum* С була вдвічі більшою, ніж за тієї ж концентрації з культурою *Geotrichum candidum* А.

Встановлено, що часткова заміна хлориду натрію на хлорид калію суттєво не впливала на розвиток *P. candidum* і сприяла підвищенню солестійкості *G. candidum*, особливо культури *G. candidum* А.

### Список літератури

1. Гудков А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты. М.: Изд-во. «ДеЛи принт», 2003. – 799 с.
2. Грипен Ж.К. Микробиологические и ферментативные явления и биохимия созревания сыра / Грипен Ж.К., Ламберэ Ж., Ленуар Ж., Туркер К. // Производство сыра: технология и качество. – М. : Агропромиздат – 1989. - С.62–76.
3. Boutrou R. Interests in *Geotrichum candidum* for cheese technology / Boutrou R., Gueguen M. // Int. Journal of Food Microbiology. – 2005–V. 102. – P. 1–20.
4. Yung Lu. Effects of sodium chloride and substitution with potassium chloride on whey expulsion of cheese. Utah State University. – Logan. – Utah, 2012. – 66 p.
5. Dorosti S. Effect of partial replacement of NaCl with KCl in cheese-making brine of Iranian white cheese / Dorosti S., Bazmi A., Ghanbarzadeh B., Ayesh A. // Iranian J. Nutr. Sci & Food Technol, 2010. V. 5. – P. 67–74.