

Вплив наноструктури на мікробіологічні процеси у вершковому маслі з полісахаридами при його зберіганні

Рашевська Т.О., к.т.н., доцент
Національний університет харчових технологій

У НУХТ розроблено функціональні види вершкового масла з полісахаридами: «Пектинове» (з пектином) та «Імунне» (з інуліном). Проведені нами дослідження показали, що введення в гетерогенну систему вершкового масла малих доз пектину та інуліну зумовлює змінення мікро- і наноструктури продукту [1–3]. При цьому відбувається подібнення наноструктурних елементів масла, розміри їх зменшуються в 5–25 разів і перебувають у нанорозмірному діапазоні 1–100 нм, збільшується дисперсність водної фази на мікро- і нанорівні та гальмується коалесценція краплин води, змінюється форма та архітектура наноелементів структури, посилюється адгезія водної фази до жирової, що поліпшує зв'язність структури масла [4–7]. Встановлено [1–7], що механізм формування і самоорганізації наноструктури вершкового масла базується на фазових перетвореннях і фракціонуванні жирової фази. При цьому наноструктурні елементи формуються із складових вершкового масла та знесених функціональних добавок – пектину, інуліну. В продукт не вносили штучно створених нанодобавок і наночасточок, яких так бояться споживачі [8]. Наші дослідження започатковують новий напрямок в харчових технологіях, а саме уміння цілеспрямовано створювати наноструктури продуктів із заданими властивостями, що регулюються у нановимірному масштабі. Відомо [9], що особливості структури масла суттєво впливають на його стійкість в процесі зберігання. На стійкість солодковершкового масла впливає спосіб виробництва, температури зберігання, кількісний і якісний склад та дисперсність плазми.

Розподіл плазми та її склад у моноліті масла має великий вплив на товарну якість і особливо стійкість продукту. Ф.А. Вишемірський та С.В. Васілісін [10] виявили, що дисперсність плазми в моноліті масла в

основному залежить від способу виробництва [9]. У вершковому маслі, виготовленому способом перетворення високожирних вершків (ПВЖВ), плазма більш тонко диспергована ніж у маслі, виготовленому способом сколочення [11].

Е.Ф. Канева ґрунтовно дослідила вплив вмісту вологості у вершковому маслі та способу його виробництва на дисперсність плазми [12]. Вона показала, що із збільшенням масової частки плазми в маслі знижується кількість дрібних краплин, діаметром менше ніж 2 мкм, і збільшується кількість краплин діаметром 5 мкм та більше, у селянському маслі зустрічаються краплини розміром 8...10 мкм, а в бутербродному і маслі з наповнювачем – більше ніж 10 мкм. Із збільшенням вмісту плазми в маслі збільшується середній діаметр краплин, а отже і середній об'єм краплин, знижується ступінь дисперсності плазми.

Важливе значення для стійкості масла до мікробіального псування має об'єм диспергованих краплин плазми. У ВНДІМС [13] досліджено сумірність розмірів краплин плазми і бактеріальних клітин. Під час проведення розрахунків приймали, що довжина мікробної клітини коливається від 1,0 до 5,0 мкм, а ширина – від 0,5 до 1,0 мкм. Визначено кількість бактерій, що можуть розміститись в краплинах різної величини. Встановлено, що в краплині діаметром до 2 мкм жодна бактеріальна клітина уміститись не може. В краплинах діаметром 2...3 мкм може розміститись 1...2 клітини, 3...4 мкм – до 6 клітин, а діаметром 5...8 мкм – до 53 клітин. Зроблено висновок, що важливе значення для прогнозування стійкості масла до мікробіального псування в процесі зберігання має об'єм плазми, що міститься у великих краплинах, діаметр яких перевищує 5 мкм [11]. Експериментальні дані підтвердили, що із збільшенням кількості плазми в маслі мікробіологічні процеси інтенсивніші [11, 13]. За малих об'ємів плазми мікробіологічні процеси гальму-

ються продуктами життєдіяльності самої мікрофлори.

Режими термостатування і зберігання вершкового масла суттєво впливають на дисперсність плазми [14]. У солодковершковому маслі, виготовленому способом ПВЖВ, в діапазоні масової частки вологості від 17,6 до 27,5% не відзначено впливу кількості вологості на розвиток мікробіологічних процесів та здатність масла до зберігання за температури мінус 18°C. У маслі охолодженному зразу після вироблення до мінусової температури, кількість мікробів в процесі зберігання не підвищується; в маслі цієї ж виробки, але охолодженному після трьох діб зберігання при 6–8°C, число мікробів, порівняно із свіжо-виготовленим, підвищується у кілька сотень разів. Навіть нетривала витримка свіжовиготовленого масла при плюсовій температурі перед охолодженням сприяє збільшенню числа мікроорганізмів [12]. Швидке охолодження свіжовиготовленого масла до мінусової температури (-4±1°C) зумовлює фіксування розміру краплин плазми і попереджає їх коалесценцію, що сприятливо впливає на його якість та здатність до зберігання. Витримка свіжовиготовленого масла при позитивній температурі сприяє збільшенню краплин плазми та зниженню її дисперсності у моноліті, що негативно відбивається на якості масла і його здатності до зберігання. Із збільшенням вмісту плазми в маслі, ступінь впливу цього фактора посилюється.

Із викладеного видно, що дотепер результати досліджень мікробіологічних процесів у вершковому маслі пов'язувались з даними структури продукту на макро- та мікрорівні. Отримані нами дані показали змінення наноструктури вершкового масла при внесенні добавок полісахаридів пектину та інуліну. Тому актуальність досліджень впливу наноструктури масла на мікробіологічні процеси не викликає сумніву.

Мета роботи – дослідження впливу на структуру вершкового масла з добавкою полісахаридів пектину та інуліну на мікробіологічні процеси при зберіганні продукту.

Об'єкти та методи досліджень: об'єктами досліджень слугували види масла з добавкою пектину (МП), інуліну (МІ) та масло без добавок (контроль) – МК. Досліджували свіжовиготовлені зразки масла МК_{св}, МП_{св} та МІ_{св} та після їх зберігання при 5°C протягом 30 діб (МК₅, МП₅ та МІ₅) і при мінус 18°C протягом 6 місяців (МК₁₈, МП₁₈ та МІ₁₈). Масло виробляли способом ПВЖВ. Вироблене масло термостатували при 10–12°C протягом двох годин, після чого поміщали до камери для зберігання.

Досліджували такі мікробіологічні показники зразків вершкового масла: кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФАнМ), бактерій групи кишкових паличок (БГКП) ліполітично і протеолітично активних мікроорганізмів, плісневі гриби та дріжджі, бактерії роду *Salmonella* та *Listeria monocitogenes*.

Результати досліджень.

Результати мікробіологічних досліджень МК₅, МП₅ та МІ₅ представлено на рис. 1, а МК₁₈, МП₁₈ та МІ₁₈ – на рис. 2. Із рис. 1. видно, що в процесі зберігання МК₅ кількість мікроорганізмів, незалежно від групової приналежності, поступово збільшується. Так, на 30-ту добу зберігання рівень вмісту МАФАнМ в МК₅ був у середньому на один порядок вищим ніж в МК_{св}. Кількість БГКП збільшилась на 1,4 порядку, протеолітично активних мікроорганізмів – збільшилась усього на 0,4 порядку.

В МК₁₈ спостерігається, як видно із рис. 2, деяке збільшення кількості МАФАнМ, БГКП, а кількість протеолітичних бактерій мало змінюється. Це пов'язано із термостатуванням свіжовиготовленого масла при позитивній температурі перед подачею до камери для зберігання.

В МП₅ спостерігається поступове зниження кількості мікроорганізмів усіх досліджуваних груп. При цьому найінтенсивніше знижуються протеолітично активні та МАФАнМ – на 0,5 порядку. Мікроорганізми групи БГКП в МП₅ практично відсутні. Із рис. 2 видно, що в МП₁₈ відбувається гальмування усіх мікробіологічних процесів. Спостерігається досить інтенсивне зниження усіх досліджуваних груп МАФАнМ, і протеолітично активних – на 0,6 і 0,5 порядку, відповідно.

У МІ₅ кількість мікроорганізмів груп БГКП та протеолітично активних залишається практично на вихідному рівні.

Кількість МАФАнМ в процесі зберігання знижується на 0,6 порядку. В МІ₁₈ спостерігається зниження кількості мікроорганізмів усіх досліджуваних груп. Відзначається найінтенсивніше зниження МАФАнМ та протеолітично активних мікроорганізмів – на 0,7 порядку. Кількість БГКП залишається на вихідному рівні, тобто близько до нуля.

В процесі проведення експерименту дріжджів, плісневих грибів та бактерій *Salmonella* і *Listeria monocitogenes* ліполітичних не виявлено в жодному зразку масла.

Аналізуючи результати проведених досліджень, можливо зробити висновок, що внесення у вершкове масло полісахаридів пектину та інуліну гальмує мікро-

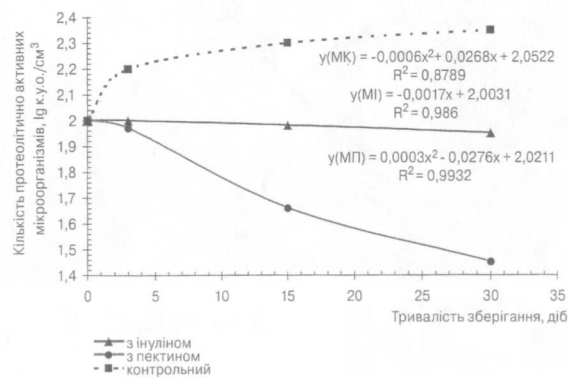
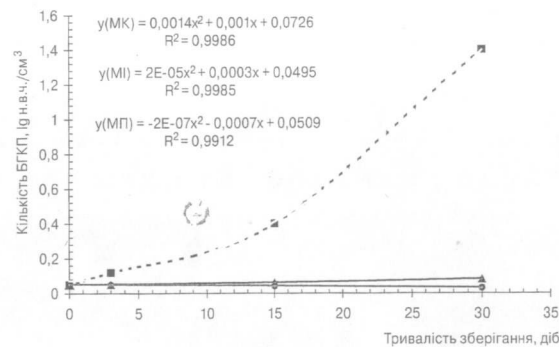
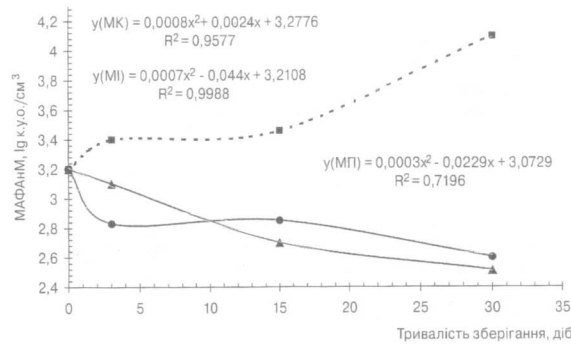


Рис. 1. Змінення кількості мікроорганізмів у зразках вершкового масла з полісахаридами в процесі зберігання при 5°C

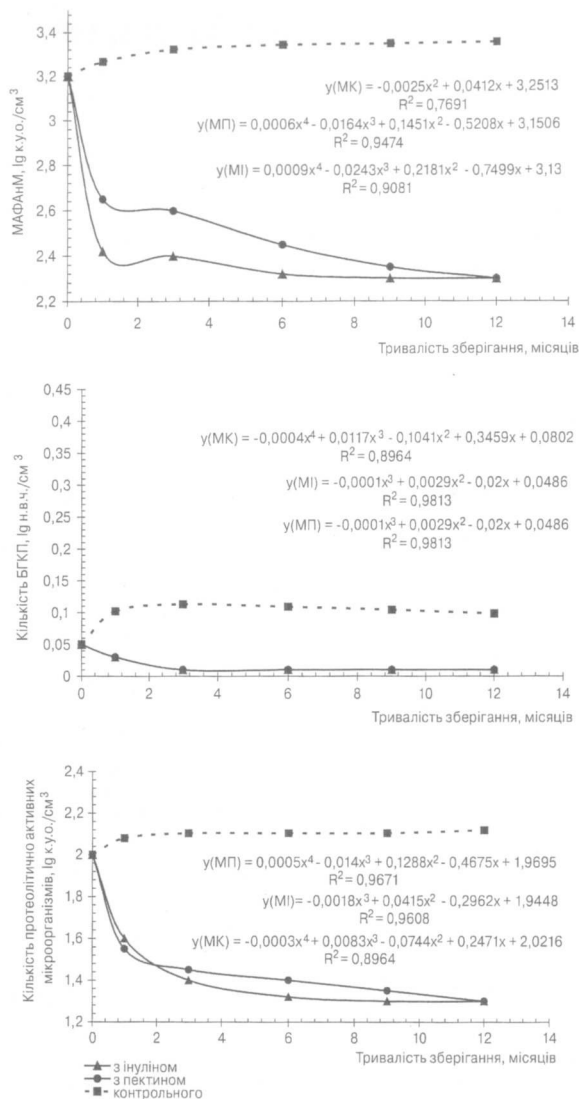


Рис. 2. Змінення кількості мікроорганізмів у зразках вершкового масла з полісахаридами в процесі зберігання при -18°C

біологічні процеси в процесі зберігання масла. Це можна пояснити низкою факторів, спричинених взаємодією складових у багатокомпонентних системах розроблених видів масла. Насамперед це добре узгоджується зі зміненням дисперсності водної фази в структурі МП, МІ. Згідно з даними проведених нами досліджень [15, 16], величина краплин плазми в зразках МК коливається у межах 1–10 мкм, МП –

1–6 мкм, МІ – 1–7 мкм. Додавання полісахаридів пектину та інуліну спричиняє тонке і рівномірне диспергування плазми у вершковому маслі, зменшується кількість краплин більших ніж 5 мкм і вдвічі – об'єм плазми, яку вони містять. Відомо [13], що на мікробіологічне псування найбільше впливає об'єм плазми, що міститься у краплинах, діаметр яких перевищує 5 мкм. Окрім того, полісахариди зв'язують воло-

гу, відповідно зменшується кількість вільної води, яка диспергується в структурі масла на мікрорівні, та зростає вміст води диспергованої на нанорівні. Ними встановлено [19], що внесення рослинних добавок пригнічує збільшення дисперсності води в наноструктурі масла.

Із наведених нами електронно-мікроскопічних досліджень випливає, що мікробні клітини можуть розміщуватись лише між наноагрегатами або наноблоками міжглобулярного простору. Ними виявлено [1–7], що саме на їх поверхню витісняється розчин полісахаридів у плазмі масла, які здатні капсулювати мікробні клітини, що гальмує їх життєдіяльність. Не виключено також, що мікробні клітини віддають свою воду полісахаридам пектину і інуліну.

Окрім того, внесення пектину та інуліну спричинює змінення співвідношення форм зв'язку води у вершковому маслі збільшується кількість міцно зв'язаної адсорбційної води, зокрема мономолекулярної [17, 18], яка розподіляється в наноструктурі зразків МП і МІ у вигляді адсорбційних плівок на міжфазних поверхнях поділу нанозерен, наноблоків та наноагрегатів або в аморфно-кристалічних поверхневих шарах [1, 3, 6, 7, 8]. При цьому в МП та МІ, порівняно з МК, зменшується об'єм слабко зв'язаної плазми, яка здатна розчиняти нежирові компоненти масла та внесені добавки. Відомо [9], що малий об'єм плазми гальмує процес життєдіяльності мікрофлори.

Висновок.

Внесення полісахаридів пектину та інуліну гальмує мікробіологічні процеси у вершковому маслі, що пов'язано із зміненням його наноструктури, а саме: зменшенням величини наноелементів, зростанням вмісту міцно зв'язаної адсорбційної води, збільшенням дисперсності плазми на мікро- і нанорівні, зниженням об'єму диспергованої води внаслідок зв'язування її полісахаридами.

Література

1. Rashevskaya T.A., Gulyi I.S., Ukrainets A.I. Influence of biopolymer inulin on nanostructure of fatcontain systems // Book of Abstract European MRS Spring Meeting 2003. Symposium A «Current Trends in Nanoscience – from Materials Application». – Strasbourg (France). – 2003. – P.A. – 43.
2. Rashevskaya T.A., Ukrainets A.I. Nanostructure of Butter with Biopolymer Pectin Additive // Book of Abstract European MRS Spring Meeting 2005. Symposium A «Current Trends in Nanoscience from Materials to

- Applications». – Strasbourg (France). – 2005 – P. A. – 56.
3. Рашевська Т.О. Вплив наноструктури на консистенцію вершкового масла «Пектинове» функціонального призначення // Молочна промисловість. – 2005. – № 10 (25). – С. 41-44.
 4. Rashevskaya T.A. Micro- and Nanostructure a Butter With Inulin // Abstr. det. of Oral Communications and Posters International Workshop «World of Inulin and Fructose». – Kiev (Ukraine). – 2004. – P. 24.
 5. Ukrainets A.I., Rashevskaya T.A. Nanostructure of Functional Butter with Plant Food Additive // Book of Abstract European MRS Spring Meeting 2006. Symposium A «Current Trends in Nanoscience – from Materials to Applications». – Nice (France) – 2006. P. A. – 46.
 6. Рашевська Т.О., Українець А.І. Перспективи створення нанотехнологій молочних продуктів функціонального призначення // Молочна пром-ть. – 2008. – № 1. – С. 65-71.
 7. Рашевська Т.А., Українець А.І., Васька О.Н. Перспективне напрямлення регулювання наноструктури сливочного масла функціонального призначення // Тези міжнар. конф. «Нанорозмірні системи, будова – властивості – технології», НАНУ – Київ, 2007, С. 434.
 8. Споживачі проти використання нанотехнологій у галузі харчових продуктів // Мол. пром-сть № 1 (44) – 2008. – С. 42.
 9. Вышемирский Ф.А. Масло из коровьего молока и комбинированное. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2004. – 720 с.
 10. Вышемирский Ф.А., Василисин С.В. Дисперсность и аминокислотный состав плазмы масла различных способов производства // Молочная промышленность. – 1972. – № 3. – С. 6-8.
 11. Канева Е.Ф., Вышемирский Ф.А. Дисперсность плазмы и хранимоспособность сливочного масла // Тез. научн. -техн. конф. «Вклад науки в развитие маслоделия и сыроделия». – Углич: ВНИИМС. – 1994. – С. 116.
 12. Канева Е.Ф. О дисперсности плазмы в сливочном масле // Повышение эффективности маслоделия. Сб. науч. тр. ВНИИМС. – Углич. – 1992. – Вып. 57. – С. 20-31.
 13. Канева Е.Ф., Гудков А.В. Распределение плазмы в сливочном масле и его микробиальная порча // Тез. научн. -техн. конф. «Вклад науки в развитие маслоделия и сыроделия». – Углич: ВНИИМС. – 1994. – С. 111.
 14. Канева Е.Ф., Гудков А.В. Влияние температурной обработки свежесыворотанного сливочного масла на его качество // Сб. научн. тр. НПО ВНИИ «Углич» «Интенсификация производства сливочного масла». – Углич, 1989. – С. 18-28.
 15. Rashevskaya T.A. Influence of water phase condition on Microorganisms Growth in butter with pectin additive // Proceeding of the Poster Sessions «Water management in the desing and Distribution of Quality Foods». – 1998. – ISOPOW 7. – Helsinki (Finland). – P. 200-201.
 16. Рашевська Т.О., Гулий І.С. Вплив добавки інуліну на дисперсність та розподіл плазми у вершковому маслі // Таврійський науковий вісник. – 2001. – Вип. 18. – С. 167-173.
 17. Рашевська Т.О., Гулий І.С., Ільницька Л.В. Форми зв'язку вологи у вершковому маслі з пектином та зміна їх співвідношень у процесі зберігання // Вісник Харківського державного політехнічного університету. Збірник наукових праць. Вип. 123. – 2000. – С. 125-133.
 18. The influence inulin additive in the processing of butter / Rashevskaya T.A., I.S. Gulyi, L.D. Bobrovnik, I.Y. Goyko // Proceeding of the Poster Sessions 7 International Symposium on «Water management in the design and Distribution of Quality Foods». – 1998. – Helsinki (Finland). – P. 197-199.
 19. Identification of moisture nanoparticles in the butter sub-microstructure / T.A. Rashevskaya, I.S. Gulyi, A.I. Ukrainets, M.M. Nishchenko, S.P. Likhtorovich, E.V. Buzaneva // Materials Science and Engineering C. (Elsevier). – 2002. – Vol. 19. – P. 33-35.

GEMU® КЛАПАНИ, СИСТЕМИ
ВИМІРЮВАННЯ І РЕГУЛЮВАННЯ

Сідельні клапани для пари та гарячих продуктів



...Всё

Тел.: Київ (044) 494-33-55
Донецьк (062) 381-09-29
Харків (057) 732-77-74
Вінниця (0432) 50-91-10
<http://www.csc-a.com.ua>

**з одних
рук**

KCK®
АВТОМАТИЗАЦІЯ