

ВПЛИВ СТАБІЛІЗАТОРІВ СТРУКТУРИ НА ВЛАСТИВОСТІ ВЕРШКІВ ЯК ОСНОВИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА НИЗЬКОЖИРНИХ МАСЛОПОДІБНИХ ПРОДУКТІВ

О.В. Боднарчук, к.т.н.

Інститут продовольчих ресурсів НААН

Проаналізовано склад та властивості 10 стабілізаторів консистенції та 10 емульгаторів вітчизняного та імпортного виробництва для отримання стійких молочно-жирових емульсій, вивчено їх вплив на фізико-хімічні показники вершків і знежиреного молока. Встановлено, що додавання 1% емульгаторів у вершки з м.ч. жиру 35% призводило до збільшення в'язкості емульсії 1,7-11,3 рази, зростанню її стійкості на 15-40% та зниженню відстою жиру на 10-42%. Кислотність жирової фази вершків з емульгаторами при цьому майже не змінювалася, тоді як кислотність вершків зі стабілізаторами коливалася в межах 6,2-6,7 од. рН.

Розчини стабілізаторів (1%) у знежиреному молоці характеризувалися різною в'язкістю та вологоутримувальною здатністю.

Внесення стабілізаторів у вершки обумовлювали збільшення в'язкості емульсії в 2,0-6,6 рази, запобігали її розшируванню та сприяли підвищенню седиментаційної стійкості.

Ключові слова: *стабілізатори консистенції, емульгатори, вершки, молочно-жирові емульсії (вершки зі стабілізаторами структури)*

THE INFLUENCE OF STABILIZERS OF THE STRUCTURE ON THE PROPERTIES OF CREAM BASES FOR THE MANUFACTURE OF LOW-EARTH FAT PRODUCTS

O. Bodnarchuk, Ph. D., Technics

Food Resources Institute of NAAS

The composition and properties of 10 consistency stabilizers and 10 emulsifiers of domestic and foreign production for obtaining stable milk-fat emulsions have been analyzed, their influence on physical and chemical parameters of cream and skim milk has been studied. It was found that adding 1% of emulsifiers to cream with fat 35% resulted in an increase in the viscosity of the emulsion by 1,7-11,3 times, an increase in its stability by 15-40% and a decrease in fat content by 10-42%. The acidity of the fatty phase of cream with emulsifiers did not change at all, while the acidity of cream with stabilizers varied in the wide range of 6,2-6,7 pH.

Solutions of stabilizers (1%) in skim milk were characterized by different viscosity and moisture retention capacity.

The introduction of stabilizers in the cream caused an increase in the viscosity of the emulsion by 2,0-6,6 times, prevented its bundle and contributed to increased sedimentation stability.

Key words: *consistency stabilizers, emulsifiers, cream, milk-fat emulsions (cream with stabilizers of the structure)*

У сучасних умовах існуючого дефіциту молока-сировини та бурхливого розвитку новітніх технологій маслоробна галузь потребує оновлення асортименту у вигляді паст, десертів з пониженою концентрацією молочного жиру. Однак виробництво низькокалорійних продуктів з вмістом жиру до 40-45% пов'язано з проблемою збереження

їх структурних властивостей, оскільки зниження вмісту жирової фази призводить до значного зменшення в'язкості та розшарування системи.

Основою технологій їх виробництва є отримання стійких молочно-жирових емульсій, як проміжних продуктів, які завдяки термомеханічній обробці здатні перетворюватися в продукт із заданою структурою та властивостями.

Для стабілізації продукту та формування властивостей молочно-жирових емульсій з фазовою структурою «жир у воді» вирішальну роль відіграють стабілізатори структури.

Стабілізатори структури – речовини, які регулюють консистенцію і формують текстуру продукту. Вони об'єднують добавки різних функціональних класів, які включають стабілізатори консистенції і емульгатори [1].

Під час вибору стабілізаторів структури слід враховувати те, що вони повинні гармоніювати зі смаком молочних компонентів, добре розчинятися і мати виражені функціональні властивості: підвищувати в'язкість та стабілізувати емульсію з фазовою структурою «жир у воді».

Як стабілізатори консистенції у молочній промисловості широко використовують модифіковані крохмали, желатин, пектини, альгінова кислота та її солі, камеді, целюлоза та її похідні, інулін, каррагінани [2-8].

У якості емульгаторів використовують композиції моно- і дигліцеридів жирних кислот та їх похідні, а також лецитини. Основні їх фізико-хімічні властивості, та, як наслідок, технологічні властивості, залежать від хімічної будови поверхнево-активних речовин і співвідношення гідрофільних та ліпофільних груп. Тому властивості емульгаторів та правильний їх підбір визначають стійкість емульсії [9].

Введення стабілізаторів структури у вершки обумовлює зміну їх фізико-хімічних властивостей і структурно-механічних показників, характер яких залежить від виду і кількості використаних стабілізаторів структури.

З урахуванням різноманітних пропозицій даних інгредієнтів та перспективності розробки нової групи низькокалорійних маслоподібних продуктів **метою роботи** було вивчення ефективності використання стабілізаторів структури у вершках, проведення їх порівняльної оцінки в молочно-жирових емульсіях для наступного вибору та оптимізації доз їх внесення для формування структури і забезпечення якості кінцевих продуктів.

Матеріали та методи досліджень. Фізико-хімічні властивості вершків з використанням стабілізаторів структури досліджували за ефективною в'язкістю на ротаційному віскозиметрі «Rheotest II» із вимірювальною системою циліндр/циліндр (S/S1, S/S2, S/S3, H/H) для різних в'язкостей згідно інструкції; за емульгувальною здатністю – за об'ємом емульгованої олії певною кількістю емульгатора [10]; за стійкістю емульсій до розшарування – за визначенням кількості жиру, виділеного у результаті механічної і теплової дії – за методом центрифугування та методом відстоювання жиру [11]; за активною кислотністю – потенціометрично.

Результати та їх обговорення. Для досліджень було відібрано представлені на ринку харчових добавок стабілізатори структури вітчизняних та іноземних виробників: емульгатори, які використовуються для виробництва масложирових продуктів і стабілізатори консистенції – для виробництва низькожирних молочних продуктів.

До складу більшості емульгаторів входять моно- і дигліцериди, а деяких – комплекс моно- і дигліцеридів та лецитину. Завдяки ліпофільним і гідрофільним групам в певній мірі проявляються їх емульгувальні властивості. Для збільшення терміну зберігання продуктів до складу імпортованого емульгатора Grindsted PGE 20 VEG додатково залучено антиокислювачі (токоферол, аскорбінова кислота та її солі).

У залежності від складу досліджувані емульгатори розрізняються за зовнішнім виглядом, температурою плавлення, показниками кислотного та йодного числа.

Емульгатори, основу яких складають моно- і дигліцериди, мають білий колір (Dimodan HP, Dimodan U/G, полігліцерол поліріциномат ПП-02, Rimulsoft super (V); емульгатори з додаванням лецитину – світло-коричневий або світло-жовтий (лецитин,

Palsgaard 0147, Gridstend PS-101). Підвищеною температурою плавлення (60-70°C) характеризуються Rimulsoft super (V), Dimodan HP, Grindsted PS 101. Лецитин за кімнатної температури знаходиться в рідкому стані, решта – в твердому у вигляді сипучого матеріалу або у вигляді паст.

Лецитин, у порівнянні з іншими емульгаторами, має вище кислотне число – 35, що при підвищених дозах його використання може призвести до підвищення кислотного числа жирової фази продукту.

Відмінності емульгаторів за йодним числом вказують на різну ступінь ненасиченості жирних кислот, що входять в склад моно- і дигліцеридів. З врахуванням цього прийнято вважати, що моногліцериди з низьким йодним числом (2-3 I₂/100 г) доцільно використовувати при виробництві продуктів з м.ч. жиру 75-85%, моногліцериди з йодним числом 50-90 г I₂/100 г – для продуктів з вмістом жиру менше 50-60% [12].

Характеристика властивостей емульгаторів та їх вплив на властивості молочно-жирових емульсій, які є основою для отримання продуктів маслоробства пониженої жирності, представлені в таблиці 1.

Як свідчать результати досліджень, фізико-хімічні показники досліджуваних емульгаторів проявляються на їх емульгувальних властивостях. Даний показник коливався в діапазоні від 0,010 см³/мг до 0,107 см³/мг, що можна пояснити відмінностями у взаємодії досліджуваних емульгаторів з диспергованою за механічної обробки жировою фазою у присутності молочних білків. Порівняно вищою емульгувальною здатністю володіють: Palsgaard – 0147, Palsgaard – 3228, лецитин, полігліцерол поліріциномат ПП-02, які характеризуються низьким йодним числом.

Тому для низькожирних маслоподібних продуктів їх можна використовувати в менших кількостях у порівнянні з іншими емульгаторами.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика емульгаторів та їх вплив на властивості вершків

№ з/п	Емульгатори	Властивості емульгаторів			Вплив емульгаторів на властивості вершків (м.ч. жиру 35%)	
		Емульгувальна здатність, см ³ /мг	Стійкість емульсії у вершках з м.ч. жиру, %		Ефективна в'язкість за 15°C, Па·с	Відстій жиру, %
			35%	40%		
	Вершки без емульгатора (контроль)		10,0	12,0	0,054	85,00
1	Dimodan HP	0,012±0,004	51,3	59,0	0,34	43,41
2	Grinsted PS-101	0,010±0,011	48,7	49,0	0,09	72,41
3	Grinsted PGE-55	0,040±0,004	50,6	57,1	0,43	73,36
4	Grinsted PGE-20 VEG	0,011±0,006	50,0	56,9	0,23	51,15
5	Dimodan U/G	0,009±0,004	50,0	59,2	0,61	73,00
6	Полігліцерол поліріциномат ПП-02	0,050±0,003	48,8	60,0	0,54	52,14
7	Rimulsoft super (V)	0,008±0,003	45,0	51,3	0,56	56,00
8	Palsgaard - 3228	0,076±0,013	50,0	55,0	0,30	75,00
9	Palsgaard - 0147	0,087±0,007	25,0	27,3	0,20	70,00
10	Лецитин	0,107±0,005	33,0	35,2	0,19	66,40

Встановлено, що додавання 1% емульгаторів у вершки з м.ч. жиру 35% призводило до збільшення в'язкості молочно-жирових емульсій в 1,7-11,3 рази. Найбільші зміни в'язкості характерні для вершків з додаванням емульгатору Dimodan U/G, показники якого склали 0,6 Па·с. Емульгатори Grindsted PGE-55, полігліцерол поліріциномат ПП-02, Rimulsoft super (V) дещо поступалися за цим показником і обумовлювали в'язкість вершків приблизно на одному рівні – 0,43-0,56 Па·с.

Важливим показником, що характеризує емульгувальні властивості емульгаторів, є їх здатність підтримувати двофазну систему в однорідному стані без розшарування. Її визначали за показником стійкості емульсії. Як свідчать отримані дані, використання емульгаторів підвищує стійкість емульсії молочного жиру з м.ч. жиру 35% та 40% в молочній плазмі відповідно на 15,0-41,3% та 15,3-48,0% і дозволяє отримати стійкі емульсії практично при використанні всіх досліджуваних емульгаторів. Однак найбільшою стійкістю при цьому відрізняються емульсії з додаванням емульгаторів Dimodan HP, Grinsted PGE-20 VEG, полігліцерол поліріциномат ПП-02. Так, стійкість емульсії у вершках з м.ч. жиру 35% та 40% відповідно склали 49-51% та 57-60%. При цьому відстій жиру був найменшим – 43-52%. Це обумовлено збільшенням в'язкості молочно-жирових емульсій внаслідок збільшення кількості жиру, що знаходиться у стійкому диспергованому стані завдяки емульгаторам, а також зменшенням розмірів жирових глобул.

Порівняно нижчою стійкістю характеризувалися жирові емульсії з використанням Palsgaard-0147 та лецитину – 27,3-35,2% з високим показником відстою жиру – 70,0-66,0%.

Всі досліджувані емульгатори погано розчиняються у молоці за температури 30°C та добре розчиняються у вершках з м.ч. жиру 30-40% за температури на 5°C вище їх температури плавлення. Температура плавлення досліджуваних емульгаторів знаходилася в діапазоні від 40°C до 70°C.

Варто зауважити, що кислотність жирової фази вершків з емульгаторами при цьому майже не змінювалася.

Під час оцінки стабілізаторів консистенції використовували 1%-ні розчини стабілізаторів у знежиреному молоці та вершках. Більшість з відібраних стабілізаторів є багатокомпонентними, за винятком горохового волокна Pea fiber 150M і желатину.

До складу багатокомпонентних стабілізаторів у різних співвідношеннях входять гуарова камідь, камедь рожкового дерева, желатин, модифіковані крохмали, пектини, альгінат натрію. Всі досліджувані стабілізатори дозволені для використання у виробництві харчових продуктів.

Стабілізатори повинні добре розчинятися у маслянці, молоці чи воді, утворювати в'язкі або желеподібні структуровані системи та рівномірно розподілятися в жировій основі продукту. Оскільки частина вологи уже зв'язана з білками молочної плазми, важливо, щоб при внесенні стабілізатора отримати однорідні розчини без утворення грудочок.

Доброю розчинністю відрізнялися горохові волокна, колоїдани PL і QNA, желатин та утворювали однорідні в'язкі розчини з нейтральним смаком і запахом. Погано розчинялися в знежиреному молоці пектин (хамульсьон УЕА) з утворенням комків та піною, а також Binder 1,0, який у молоці утворював міцний гель. Очевидно, використання останнього потребує низьких концентрацій. Надмірна в'язкість обумовлюватиме зростання навантаження на використовуване обладнання.

Використання стабілізаторів консистенції істотно впливала на фізико-хімічні властивості молочно-жирових емульсій (табл. 2). За результатами досліджень, внесення всіх стабілізаторів у вершки, за винятком Binder 1,0, порівняно з вершками без стабілізаторів, призводило до збільшення в'язкості в 3,3-21,9 рази та сприяло підвищенню седиментаційної стійкості та стійкості до розшарування.

Проте ефективна в'язкість після внесення 1% стабілізатора Binder 1,0 збільшувалась в 176,3 рази та обумовлювало тверду желеподібну консистенцію. Очевидно, використання останнього потребує детальнішого підбору низьких концентрацій, оскільки надмірна стійкість і в'язкість емульсії перешкоджатиме її перетворення в готовий продукт та викликати навантаження на використовуване обладнання.

Таблиця 2

Вплив стабілізаторів на фізико-хімічні властивості вершків та знежиреного молока

№ з/п	Стабілізатори	Вершки		Знежирене молоко		
		Ефективна в'язкість за температури 15°C, 10 ³ Па·с	Седиментаційна стійкість, %	Ефективна в'язкість за температури 15°C, 10 ³ Па·с	Стійкість до розшарування, %	Активна кислотність, од. рН
1	Горохові волокна	0,18	12,8	0,018	7	6,66
2	Коллоїдан QNA	1,06	68,3	0,252	64	6,56
3	Хамульсіон PL	0,90	85,0	0,152	60	6,35
4	Хамульсіон PC	1,18	99,3	0,162	68	6,62
5	Хамульсіон YEA	0,68	98,2	0,036	18	6,22
6	Binder 1,0	9,52	99,5	2,180	98	6,48
7	Крохмал Pregeflorm	0,52	90,0	0,036	20	6,62
8	Крохмал Clearam	0,36	88,2	0,018	12	6,64
9	Мульгистаб	0,40	94,5	0,072	70	6,60
10	Желатин	0,50	97,0	0,310	53	6,45

Розчини стабілізаторів (1%) у знежиреному молоці характеризувалися різною в'язкістю та вологоутримувальною здатністю. Порівняно підвищеною в'язкістю і відповідно вологоутримувальною здатністю за температури 15°C характеризуються розчини знежиреного молока зі стабілізаторами колоїдану QNA, Binder 1,0 та желатину.

За кислотністю 1% розчин стабілізатору Хамульсіон YEA у знежиреному молоці вирізнявся вищою кислотністю – 6,2 од. рН, тоді як рівень рН в решті розчинів стабілізаторів коливався в межах 6,5-6,7 од. рН. Зміни кислотності слід буде враховувати при обґрунтуванні режимів пастеризації нормалізованих молочно-жирових емульсій для продуктів маслоробства. Зокрема, для молочно-жирових емульсій з вищою кислотністю слід використовувати нижчі режими пастеризації.

При внесенні стабілізаторів у вершки, відмічено аналогічні тенденції зміни кислотності, як у знежиреному молоці

Висновки

На підставі отриманих даних встановлено значні відмінності складу властивостей стабілізаторів структури, що пропонуються для продуктів маслоробства.

Всі емульгатори відповідали вимогам для виробництва продуктів з різним вмістом жирової фази. Однак для прискорення початку кристалізації молочно-жирових емульсій нижчої жирності можливе використання емульгаторів також з більш вираженими емульгувальними властивостями, але в менших дозах.

Всі стабілізатори консистенції, за винятком альгілату натрію (Binder 1,0 і хамульсіону YEA, придатні для отримання стійких емульсій типу «жир у воді», гармонійно поєднуються з молочно-жировою основою та володіють доброю розчинністю, вологоутримувальною здатністю, високою стійкістю до розшарування. Високі значення в'язкості потребують додаткової корекції останніх в сторону зменшення їх концентрації для підвищення ефективності роботи використовуваного обладнання.

Література

1. Директива Европейского Союза о пищевых добавках: Производство продуктов питания. – 1998. – № 1. – С. 3-4.
2. Лымарь, А.Г. Вещества, рекомендуемые в качестве стабилизаторов структуры сливочного масла / А.Г. Лымарь, С.Д. Жерносекова // Сб. научн. тр «Совершенствование технологии и улучшение качества сливочного масла». Углич, 1985. С. 37-44.
3. Frische Rahmbutter – ein Milchhalbfett für ernährungsbewußte Verbraucher // Deutsche Milchwirtschaft. – 1990. – BD.41. – N 14. – S. 458-459.
4. Применение желирующих соединений при изготовлении молочных продуктов и десертов // Des sensations sur mesure / Hervem, Processe. - 1997. -№1124.-52-55.
5. Гаврилова, Н.Б. Исследование влияния стабилизаторов на эффективную вязкость формы связи влаги и активности воды бутербродных пастообразных продуктов / Н.Б.Гаврилова, Л.В. Скрипникова // «Теоретические и практические аспекты применения методов инженерной физико-химической механики с целью совершенствования и интенсификации процессов пищевых производств».Тез. докл. науч. конф. – М., 1996. С. 63.
6. Орлова, Е.В. Применение пектинов в аналогах сливочного масла / Е.В. Орлова, О.А. Кучнова, А.Ю. Колеснов // Пищ. промышленность. – 1996. – № 6. – С.34-35.
7. Рашевская, Т.А. Фазовые изменения глицеридов молочного жира в сливочном масле с пектином / Т.А. Рашевская // Изв. вузов. Пищ. Технология. – 1998. – № 5-6. – С. 35-39.
8. Yonnie D. Yun, Zheng Y. Yan. Edible composition comprising cellulose ether and its use as fat substitute in dairy product // заявл. 27.07.2011, друк 04.06.2014, №EP2736353 A1.
9. Smith L.M. Stability of milk fat emulsions. Influence of emulsifier structure, sodium caseinate and nonfat milk solids / L.M. Smith, T. Dairiki // J. Dairy Sci. – 1975. – V. 58, № 9. – P. 1254-1262.
10. Вайткус, В. Модификация методики определения эффективности гомогенизации молока по отстаиванию жира / В. Вайткус, Э. Казлаускайте, Б. Малакаускене // Труды Лит. филиала ВНИИМС. – Вильнюс, 1981. – Вып. XV. - С. 112 -115.
11. Schulz M.E., Voss E., Gutter H. Butyrometrtsche Rahm-phasesfett-Bestimmung in Butter und Rahm // Milchwissenschaft. – 1959. – №.11. – S. 516-522.
12. Терещук Л.В. Эмульгирующие системы в производстве молочно-эмульсионных продуктов / Л.В. Терещук, И.Д. Савельев, К.В. Старовойтова // Техника и технология пищевых производств. – 2010. – №4(19). – С. 27-28.