

УДК 664.6

Соколовська І.О., Камбулова Ю.В., Тернова В.В.

**ВИВЧЕННЯ МІКРОСТРУКТУРИ ПІНИ ЯЄЧНОГО БІЛКА І ЇЇ
ЗМІНИ ПІД ВПЛИВОМ ПЕКТИНУ І АЛЬГІНАТУ НАТРІЮ**

Національний університет харчових технологій

Київ, Володимирська 68, 01601

UDC 664.6

Sokolovska I.O., Kambulova J.V., Ternova V.V.

**STUDYING THE EGG-WHITE FOAM MICROSTRUCTURE AND ITS
CHANGES UNDER THE INFLUENCE OF PECTIN AND SODIUM
ALGINATE**

National University of Food Technologies

Kyiv, Volodymyrska 68, 01601

Анотація. У статті наведено дані щодо впливу пектинів і альгінату натрію окремо і в комплексах на мікроструктуру піни яєчного білку. Доведено, що характер дисперсної фази і стабільність системи в цілому залежить від стану дисперсійного середовища.

Ключові слова. Пектин високоетерифікований, пектин низькоетерифікований амідований, альгінат натрію, комплекси добавок, мікроструктура піни яєчного білка.

Abstract. The article presents data on pectin and sodium alginate alone and in combination influence on the egg whites foam microstructure. It is proved that the nature of the dispersed phase and the stability of the whole system depend on the dispersion medium.

Key words: high-methoxy pectin, low-methoxy amidated pectin, sodium alginate, additives complexes, egg white foam microstructure.

Кондитерські креми, які використовуються в технології тортів і тістечок, займають найбільшу питому вагу в групі оздоблювальних напівфабрикатів для борошняних кондитерських виробів.

Серед розмаїття асортименту оздоблювальних напівфабрикатів, який представлений на ринку, основою є білкові, масляні, вершкові креми, що представляють собою пінні або емульсійно-пінні структури. Отримання високоякісної піни досить трудомісткий процес, який вимагає від технолога знань не тільки механізму утворення піни або емульсії-піни, але і специфіки впливу різних факторів. Система багатокomпонентна, тому важливим є вивчення властивостей сировини і впливу якості цієї сировини на процес.

Під час утворення пінної дисперсної системи одночасно відбуваються три процеси [1,2]:

1. Частинки дисперсної фази деформуються і здрібнюються, внаслідок чого підвищується поверхневий натяг на межі розділу фаз.

2. Поверхнево-активні речовини переміщуються до щойно сформованих поверхонь розділу фаз і адсорбуються на них, сприяючи зменшенню поверхневого натягу системи.

3. Пухирці дисперсної фази штовхаються, що може призводити до коалесценції. У такому разі розпаду системи може перешкоджати тиск Лапласа, який є функцією радіуса сферичної частини і поверхневого натягу. Внаслідок зменшення радіуса частинок відбувається підвищення тиску, що запобігає їх розпаду.

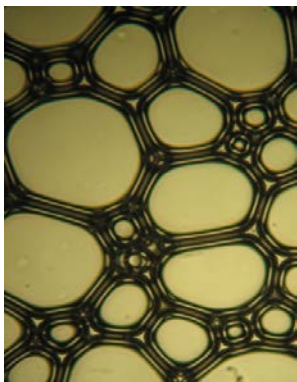
Підкоряючись законам Платона, будова піни, яка складається із пухирців газу, розділених прошарками рідини – ламелами, може бути представлена у двовірному способі з'єднання ламел, коли три суміржні плівки (ламели) з'єднуються продовж ребра під кутом 120° , або тримірному способі – коли чотири суміржних ребра з'єднуються у вершині чотирьохгранного кута. При цьому плоский кут між ребрами дорівнює приблизно $109,47^\circ$.

Геометрична форма повітряних пухирців в рідкій піні залежить від співвідношення об'ємів газу і рідини в ній, ступеню полідисперсності і способу

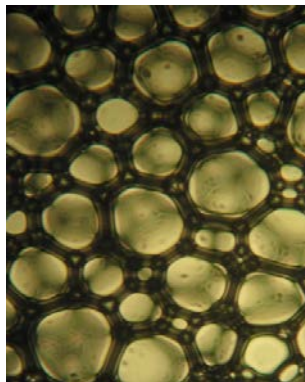
упакування пухирців. Оскільки піни містять понад 90 % газу (за об'ємом), то пухирці, як правило, мають форму поліедрів (багатогранників).

На процес піноутворення і якість отриманої піни суттєвий вплив здійснюватиме склад дисперсійного середовища – наявність в ньому поверхнево-активних речовин, стабілізаторів структури, оптимальність їх концентрацій тощо. Відповідно, і товщина ламел коливається в межах від декількох сотен до десятків нм, вони утворюють просторовий каркас з деякою пружністю і міцністю. Розмір пухирців дисперсної фази, вочевидь, залежить від якості дисперсійного середовища і може коливатись в межах від долі мм до декількох см.

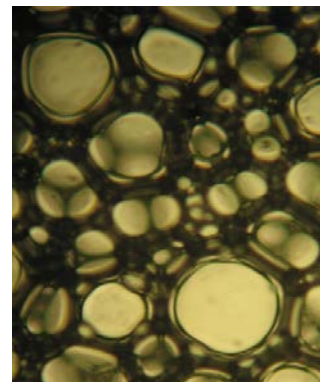
Завданням наших досліджень стало вивчення мікроструктури піни яєчного білка під впливом комплексів пектину з різним ступенем етерифікації (високоетерифікованого та низькоетерифікованого амідованого) та альгінату натрію з метою пояснення покращення якості піни яєчного білка у присутності вищеназваних добавок [3]. Пінна система утворювалась шляхом збивання яєчного білку відновленого з частотою робочого органу збивальної машини $250\ldots300\text{ с}^{-1}$. Введення добавок здійснювалось як окремо, так і в комплексі, застосовуючи їх раціональні співвідношення, що отримані дослідним шляхом. Структура отриманих пін представлена на рисунках 1-3, характеристика розмірів пухирців дисперсійної фази і кількісна оцінка процесу піноутворення – у таблиці 1.



а)



б)



в)

Рис. 1. Вплив пектину високоетерифікованого на мікроструктуру піни яєчного білка а) контрольний зразок – яєчний білок; б) зразок з додаванням НМ-пектину 0,6 %; в) зразок з додаванням НМ-пектину 0,9 %.

Із рисунка 1 чітко видно, що структура яєчної піни від впливом високоетерифікованого пектину зазнає суттєвих змін. У дисперсійному середовищі збільшується в'язкість і розтяжність, воно здатно утримувати більшу кількість пухирців повітря, запобігаючи коалесценції системи. Так, об'ємна концентрація повітря збільшується у зразків від 87 % – у контрольного зразка, до 88 % – з зразка з пектином 0,6 % і до 91 % – у зразка з пектином 0,9 %. Проте, висока концентрація пектину - 0,9 % (рис.1 в), забезпечує занадто високу для системи в'язкість, дисперсійне середовище починає втрачати розтяжність і здатність до захоплення порцій повітря великого об'єму. Внаслідок формується структура піни, що складається, здебільшого, із пор невеликого діаметру.

Таблиця 1

Характеристика мікроструктури зразків піни яєчного білка

Зразок піни	Сума площі кругів, мкм ²	Об'ємна концентрація повітря в зразку піни, %	Стабільність піни через 2 години вистояння, %	Кількість пухирців повітря в дослідному зразку, шт	Кількість пухирців повітря в дослідних зразках піни, %, з розмірами						
					до 50 мкм	до 100 мкм	до 150 мкм	до 200 мкм	до 250 мкм	до 300 мкм	Понад 300 мкм
Контроль	1272588,6	87	76	36	5,6	19,4	22,2	11,1	16,7	8,33	16,7
ПВЕ 0,6 %	1447464	88	100	41	4,9	9,8	26,8	29,3	26,8	-	2,4
ПВЕ 0,9 %	1354668,8	91	100	47	2,1	27,7	42,6	12,8	10,6	4,3	-
Альгінат натрію 0,9 %	1539095,9	89,5	100	41	9,8	14,6	22	26,8	19,5	7,3	-
ПНЕА 0,3 %	1324841	90	81	32	3,1	28,1	3,1	6,3	28,1	12,5	18,8

ПНЕА 0,8 %	1575138,9	88	100	44	9,1	20,5	15,9	15,9	13,6	11,3	13,6
ПНЕА 0,3 % + Альгінат натрію 0,8%	1354051,4	87	100	33	-	9,1	30,3	21,2	24,2	6,1	9,1
ПНЕА 0,8 % + Альгінат натрію 0,4%	1391084	90	100	38	5,3	18,4	13,2	23,7	18,4	7,9	13,2
ПВЕ 0,6 % + Альгінат натрію 0,4%	1633578,8	90,5	100	36	19,4	19,4	2,8	16,7	13,9	8,3	19,4
ПВЕ 0,9 % + Альгінат натрію 0,3 %	1339249,9	87,5	100	46	4,3	17,4	15,2	43,5	10,9	8,7	4,3

Дійсно, дисперсійна фаза яєчної піни при додаванні пектину складається із пухирців, менших за розміром порівняно із контрольним зразком (табл.1). Наприклад, кількість пор з діаметром 100...150 мкм у контрольному зразку – 22,2 % від загальної кількості, при додаванні 0,6 % високоетерифікованого пектину – 26,8 %, при додаванні 0,9 % пектину – 42,6 %. Утворюється невелика частина пор з діаметром 200...250 мкм, а із збільшенням концентрації пектину їх частка зменшується. Практично відсутні пори великих розмірів, від 250 мкм і вище, в той час, як у контрольному зразку їх кількість складає приблизно 25 % від загального числа. При цьому в зразках із меншою кількістю пектину – 0,6% – спостерігається деяка рівномірність і однорідність розмірів комірок.

Аналогічно підвищується вміст повітря в зразках з пектином низькоетерифікованим амідованим – до 88...90 % (в концентраціях 0,8 і 0,3 %, відповідно), рис. 2б і 2в. Характер пор практично не відрізняється від контрольного зразка, а збільшення об'ємної концентрації повітря відбувається за рахунок зменшення товщини ламел дисперсного середовища. Але, звертає на увагу те, що стабільність даного зразка перевищує контрольний зразок піни. Це означає, що, введення пектину підвищує міцність структури плівок дисперсійного середовища, утворюючи структуру, яка зберігається в часі.

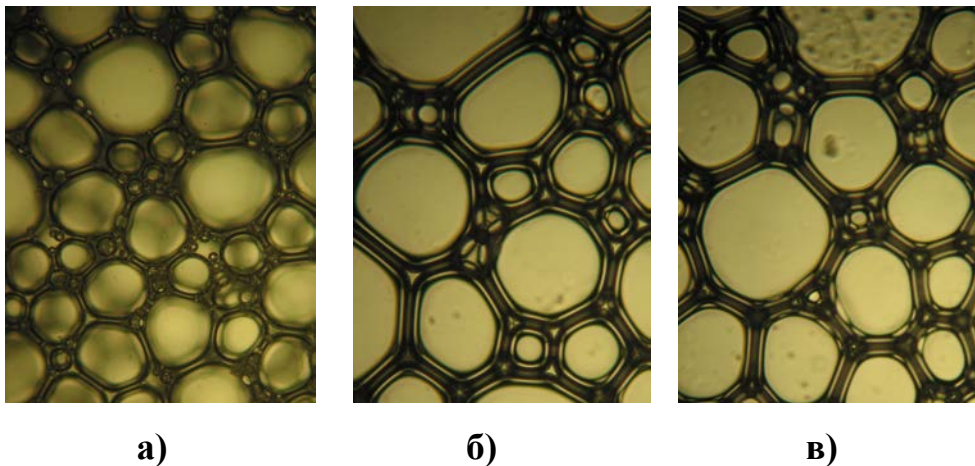


Рис. 2. Вплив альгілату натрію (а), пектину низькоестерифікованого амідованого 0,3 % (б) і пектину низькоестерифікованого амідованого 0,8 % (в) на мікроструктуру піни яєчного білка.

Низькоестерифікований амідований пектин в концентраціях 0,3 % зменшує загальне число пор, – з 36 – у контрольного зразка до 32. В структурі спостерігаються великі пори – 60 % з діаметром 200 мкм і більше. Із збільшенням концентрації пектину низькоестерифікованого амідованого до 0,8 % кількість пухирців повітря суттєво збільшується, – до 44. Структура цієї піни утворюється переважною більшістю порами з діаметром 100...200 мкм.

Внесення альгілату натрію (рис.2 а) також, як і внесення пектинів, змінює характер мікроструктури системи: збільшується величина об'ємної фази повітря (до 89,5 %), збільшується вміст пор середніх розмірів і дисперсна фаза набуває рівномірності, товщина ламел зменшується, але структура залишається абсолютно стабільною. Біля 70 % пор в структурі займають пори з діаметром 100...250 мкм і відсутні пори з діаметром більше 300 мкм.

Суттєво змінюється характер мікроструктури яєчної піни під дією комплексів добавок, рис. 3. При сумісному введенні високоестерифікованого пектину і альгілату натрію (рис. 3а і 3б) плівки дисперсійного середовища зтонщуються, проте міцно утримують повітря дисперсійного середовища. На фотографіях видно, що кількість крупних пор суттєво збільшується порівняно з поодиноким внесенням добавок, а товщина ламел зменшується. Проте, при додаванні пектину в концентрації 0,9 % і альгілату натрію 0,2 % утворюється велика кількість нерозвинених пор, що забезпечує високу стабільність піни, але

зменшує об'ємну концентрацію повітря і, відповідно зменшує піноутворювальну здатність яєчного білка. Так, комплекс високоетерифікованого пектину 0,6 % і альгілату натрію 0,4 % збільшує об'ємну концентрацію повітря в зразку піни – на 3,5 % порівняно з контрольним зразком піни, а введення комплексу високоетерифікованого пектину 0,6 % і альгілату натрію 0,4 % – всього на 0,5 %.

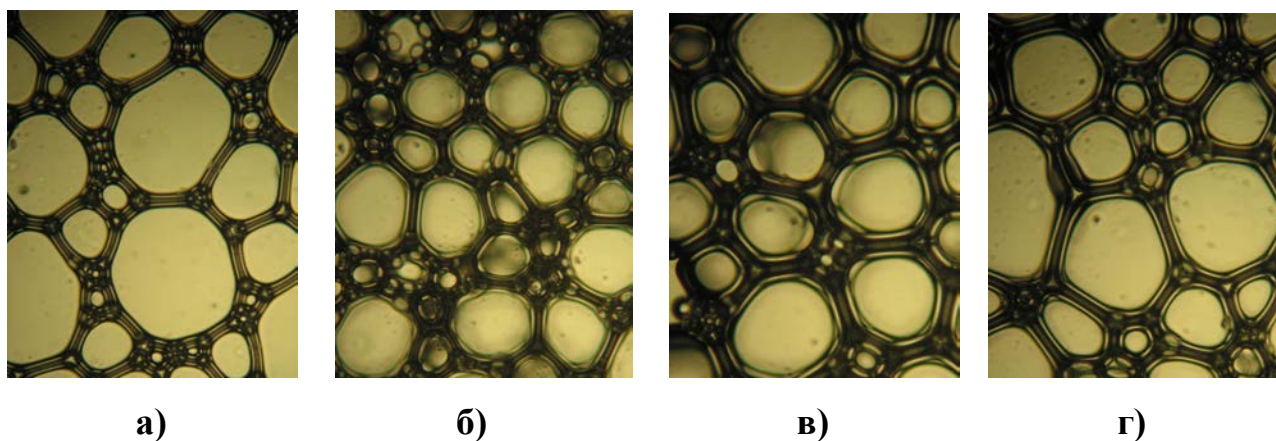


Рис. 3. Вплив комплексу НМ-пектину 0,6 % і альгілату натрію 0,4 % (а), НМ-пектину 0,9 % і альгілату натрію 0,2 % (б); пектину низькоетерифікованого амідованого 0,3 % і альгілату натрію 0,8 (в) і пектину низькоетерифікованого амідованого 0,8 % і альгілату натрію 0,3% (г) на мікроструктуру піни яєчного білка.

Зразки комплексів на основі пектину низькоетерифікованого амідованого нагадують мікроструктуру контрольного зразка. Основна частина пор має діаметр від 100 до 250 мкм. Але, на відміну від зразків на основі високоетерифікованого пектину, комплекс «пектин низькоетерифікований амідований – альгілат натрію» кращі результати показав в концентраціях 0,3 % і 0,8%, відповідно.

Таким чином, в результаті досліджень було встановлено, що додавання високоетерифікованого і низькоетерифікованого амідованого пектину, альгілату натрію покращує якість дисперсної системи як при окремому введенні, так і при комплексній взаємодії. Відбуваються, насамперед, зміни в дисперсійному середовищі, які суттєво впливають на характер дисперсійної фази. Підвищення в'язкості рідини при додаванні добавок позитивно впливає

на розтяжність плівок, що дозволяє збільшити об'єм повітряної фази у системі. Так, порівняно з контрольним зразком, він зростає на 3...3,5 %. Товщина плівок зменшується, але вони набувають міцності і тим самим запобігають коалесценції піни, про що свідчить дані про стабільність піни у часі.

Доцільним є внесення добавок у комплексі. Найкращим результатом характеру мікроструктури піни є внесення високоетерифікованого пектину з альгінатом натрію у концентраціях 0,6 % і 0,4%, відповідно, а низькоетерифікованого пектину з альгінатом натрію у концентраціях 0,3 % і 0,8%, відповідно. Така піна за характером дисперсійної фази наближається до зразку піни яєчного білку без добавок, а за якісними показниками значно його перевищує.

Література:

1. Мухамедиев Ш.А. Эмульсии и пены: строение, получение, устойчивость / Ш.А. Мухамедиев, В.А. Васькина // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2008. – №4. – С. 17-20.
2. Мухамедиев Ш.А. Эмульсии и пены: строение, получение, устойчивость / Ш.А. Мухамедиев, В.А. Васькина // Кондитерское и хлебопекарное производство. – 2008. – №5. – С. 21-24.
3. Камбулова Ю.В. Вивчення впливу комплексів структуроутворювачів на процес піноутворення яєчного білка /Ю.В. Камбулова, І.О. Соколовська // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – К.: НУХТ. – В.50. – С. 113-119.

Стаття відправлена 13.12.2013

© Камбулова Ю.В., Соколовська І.О., Тернова В.В.