

Рис. 2. Розподіл швидкостей при русі мезги у шнековому механізмі

Відношення окружної швидкості мезги щодо циліндра до повної швидкості мезги можна виразити через кут β .

$$\cos \beta = \frac{V_M}{V} \quad (20)$$

Разом з тим, повна швидкість мезги дорівнює геометричній сумі осрової і окружної швидкості мезги. $V = \sqrt{V_z^2 + V_M^2}$ (21)

Підставивши вираз (19) в (21) і потім в (20), отримаємо

$$\cos \beta = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{\eta}{1 - \eta} \right)^2}} \quad (22)$$

Підставивши отриманий вираз для косинуса кута β в рівняння (16), отримаємо узагальнене рівняння шнекового механізму

$$p = p_0 e^{\left[\frac{2\zeta}{R_1^2 - r_1^2} \left(f_2 R_1^2 \cos \alpha \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{\eta}{1 - \eta} \right)^2}} - f_1 \eta^2 - \frac{2}{3} \frac{f_1}{S \cos \alpha} (R_1^3 - r_1^3) \right) \right] \varphi}$$

Таким чином, на прикладі шнекових машин доведено, що фрикційна теорія переробки харчової сировини має великі можливості для покращення технологій та технологічного обладнання. Зокрема, створено та впроваджено у виробництво низку пристроїв та нових типів пресів.

Поступила 02. 2010

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ртищев Ю.Н. и др. Пресс для винограда ВПГ-30 / Ю.Н. Ртищев, А.В. Иваненко, Ю.Г. Мадан // Информ. листок Молд. НИИНТИ, № 38-80. – Кишинев, 1980. – 4 с.
2. Иваненко А.В. Виноград — вино та інші перетворення / А.В. Иваненко, К.М. Тенюх // Одеса: Астропринт, 2007. – 808 с.
3. Моисеенко Д.А. Исследование процессов изготовления вин типа портвейна белого и разработка рациональных аппаратурно-технологических схем поточного производства: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Одесса, 1974. – 27 с.
4. Фуркевич В.О. Исследование и совершенствование технологий приготовления виноматериалов для белых столовых вин: Дис. ... канд. техн. наук. – Ялта, 1980.
5. Иваненко А.В. Технологическая механика переработки винограда // А. В. Иваненко, К.М., Тенюх, Ю.Н. Ртищев. – Одесса: Астропринт, 2000. – 304 с.
6. Два наукових напрями розвитку технологій та обладнання / А.В. Иваненко, О.А. Сологуб, Г.І. Томашек, К.М. Тенюх // Харчова наука і технологія. – 2009. – № 3(8). – С. 88-90.
7. Томашек Г.І. Основи оптимізації технологічних процесів та обладнання виноградної промисловості / Г.І. Томашек, А.В. Иваненко, К.М. Тенюх // Харчова наука і технологія. – 2009. – № 3(8). – С. 98-100.

УДК [577.112 + 664.29:66.069.852-966

Д'ЯКОНОВА А.К., д-р техн. наук, доцент

Одеська національна академія харчових технологій

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПІНОУТВОРЕННЯ ТА УМОВ СТАБІЛІЗАЦІЇ ПІНОПОДІБНИХ СТРУКТУР

В роботі представлено результати дослідження піноутворюючої здатності рослинних білків і білок-пектинових комплексних структур, визначено умови процесу стабілізації піноподібних структур. Досліджено вплив різних технологічних факторів – рН, масової частки піноутворювачів на процес стабілізації піноподібних мас. Установлено залежність зміни ступеня дисперсності і в'язкості білка та білок-пектинових комплексних структур від рН середовища.

Ключові слова: рослинний білок, білок-пектиновий комплекс, піноутворення, стійкість піни.

In work the results of research of foamutvorennya ability of vegetable albumens are presented and protein-pectin of complex structures, certainly terms of process of stabilizing of foamsimilar structures. Probed influencing of different technological factors – pH, mass particle of foamutvorennya on the process of stabilizing of foamsimilar masses. Dependence of change of degree of dispersion and viscosity of albumen is set and protein-pectin of complex structures from and dī environment.

Keywords: vegetable albumen, protein-pectin complex, foamutvorennya, firmness of suds.

Великою популярністю у населення нашої країни користуються продукти піноподібної структури, які виробляються у різних галузях харчової промисловості – кондитерській, консервній, молочній, а також у сфері громадського харчування. Завдяки приємній консистенції, високій харчовій і біологічній цінності, такі вироби, як зефір, пастила, морозиво, суфле,

коктейлі та ін. завоювали стабільний ринок збуту.

Піноутворення є одним із способів зміни консистенції і створення необхідної структури харчових продуктів. Піни являють собою висококонцентровані дисперсії газу у рідині в присутності піноутворювачів. Типовими піноутворювачами, у випадку водних пін, є поверхнево-активні речовини (ПАВ). Піноподібні структури являють собою дисперсну систему з великою поверхнею дотику рідини з газовим середовищем. Тому вони дуже нестійкі і намагаються до мінімуму скоротити поверхню розподілу. Із збільшенням молекулярної маси і концентрації ПАВ стійкість утворених за їх участю пін підвищується [1]. Газові бульбашки, внаслідок надлишку газової фази у піні і взаємного стискання, втрачають сферичну форму і являють собою поліедричні комірочки, які мають відповідну структуру і володіють певною жорсткістю або механічною міцністю. Стійкість піни визначається гідродинамічними факторами і відповідними властивостями системи, а саме - в'язкістю рідкої фази [2].

Для отримання піноподібних структур харчових продуктів широко використовуються речовини, які

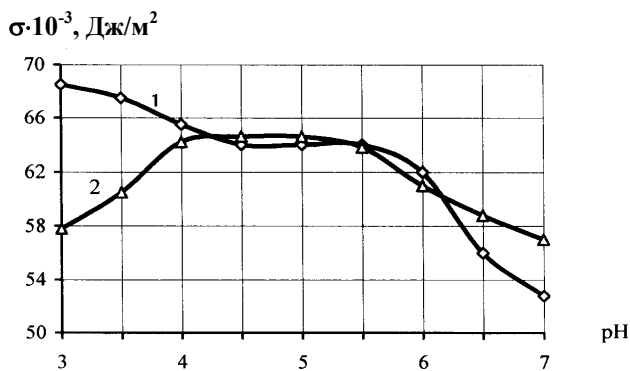


Рис. 1. Залежність поверхневого натягу дисперсій білка і БПК від рН середовища: 1 – білок; 2 – БПК

являють собою вилучені із рослинної або тваринної сировини натуральні компоненти – білки, пектини, сапоніни та ін. В існуючу рецептуру збивних пастильних виробів входить багате на пектинові речовини яблучне пюре, яке виготовляється на підприємствах консервної промисловості, і ячний білок, використання якого пов'язано з певними технологічними складнощами – його термолабільністю, а також обмеженим строком зберігання.

Метою роботи є дослідження можливості використання піноутворювачем рослинного білка і білок-пектинових структур, а також визначення впливу окремих технологічних факторів на процес піноутворення і стійкість утвореної піни. За піноутворювач використали соєву білкову пасту у ізоелектричній формі і білок-пектиновий комплекс (БПК), який отримали за розробленою нами технологією [3].

Піноутворюючу здатність 1 %-вих розчинів білка та білоквмісних структур визначали стандартним методом струшування у мірному циліндрі з частотою 60 струшувань за хвилину. Висоту піни заміряли в момент її утворення і через 15 хв відстоювання.

Проведено дослідження зміни поверхневого натягу (ПН) (σ), в'язкості (η) і питомої провідності (æ) водних розчинів білка, пектину і білок-пектинових

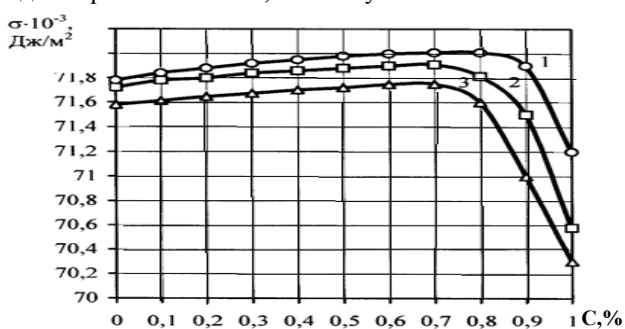


Рис. 3. Вплив масової частки пектину (С) і ступеню естерифікації на ПН розчинів (t = 20 °C): 1 – СЕ = 65,3 %; 2 – СЕ = 45,0 %; 3 – СЕ = 39,7 %

структур в залежності від їх масової частки і концентрації іонів водню у розчині. На рис. 1 представлена залежність ПН 1%-вого водного розчину білка і БПК від рН середовища.

Білок є поліамфолітом і проявляє властивості, характерні для високомолекулярних поверхнево-активних речовин (ПАВ). По мірі зміни активної кислотності середовища від кислого до нейтрального, ПН знижується від $68,6 \cdot 10^{-3}$ Дж/м² до $57 \cdot 10^{-3}$ Дж/м². В ін-

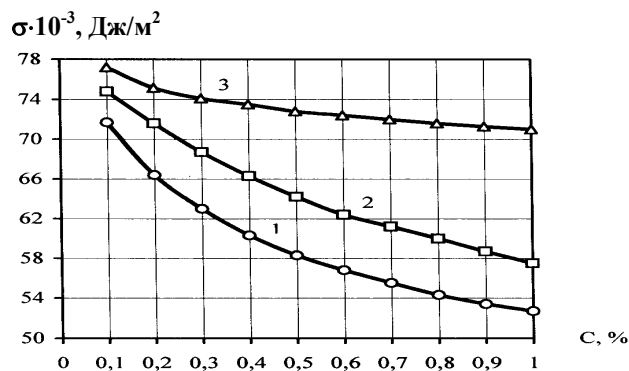


Рис. 2. Вплив масової частки білка (С) і рН середовища на ПН розчину білка: 1 – рН 6,7; 2 – рН 2,0; 3 – рН 5,1

тервалі рН 4,2...3,0 ПН плавно знижується, що можна пояснити поступовим зменшенням вмісту протонуваних аміних ($-\text{NH}_3^+$) і збільшенням чисельності іонізованих карбоксильних ($-\text{COO}^-$) груп. В області рН 4,5...5,2, коли білок знаходиться у ізоелектричному стані, ПН його розчину не змінюється, що пов'язано з урівноваженням електростатичних зарядів функціональних груп полярних амінокислот на поверхні білкової молекули внаслідок електростатичних обмінних взаємодій і утворенням електронейтральних асоціатів. По мірі наближення до нейтральної області рН, поверхнева активність розчинів білка підвищується.

Отриманий ефект пов'язаний із зміною конфорації молекул білка, іонізацією вільних карбоксильних груп, які здатні вступати у диполь-дипольну взаємодію з молекулами води або утворювати з ними водневі зв'язки, знижуючи ПН дослідних розчинів.

Встановлено, що збільшення масової частки білка у розчині знижує ПН тим більше, чим вища розчинність його в залежності від рН середовища (рис. 2). Дослідження поверхневих властивостей розчинів пектину показало, що при невеликій концентрації (0,1...0,6 %) ПН розчинів підвищується, але пектин по відношенню до води не проявляє властивостей ПАВ.

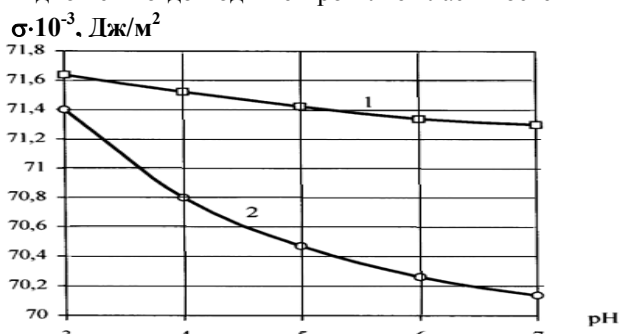


Рис. 4. Вплив рН на ПН розчинів пектину з різною СЕ: 1 – 65,3 %; 2 – 45,0 %

Досягши концентрації міцелоутворення (0,7...0,8 %), колоїдні частинки пектину стають більш крупними і починають проявляти поверхневу активність, про що свідчить зниження ПН дослідних розчинів (рис. 3). У кислій області рН карбоксильні групи пектину неіонізовані, а в нейтральній – мають від'ємний заряд за рахунок частково іонізованих карбоксильних груп. У нейтральному та лужному середовищі, внаслідок

Таблиця 1
Залежність зміни ступеню дисперсності білка і БПК
від рН середовища

рН середовища	Масова кількість часточок в одиниці об'єму, м ³	
	білок	БПК
рН 3	5334,23·10 ⁶	32,95·10 ⁶
рН 4	0,473·10 ⁶	236,05·10 ⁶
рН 5	2,572·10 ⁶	326,39·10 ⁶
рН 7	30,63·10 ⁶	414,05·10 ⁶

великої кількості однойменних від'ємно заряджених груп і електростатичного відштовхування, молекулярні клубки пектину розгортаються і проявляють поверхневу активність. Чим більше вільних карбоксильних груп, тим більший вплив рН на ПН розчинів пектину. Зниження ступеня етерифікації (СЕ) пектину супроводжується підвищенням його поверхневої активності. Чим нижче СЕ пектину, тим вища поверхнева активність його розчинів. Найбільшу поверхневу активність низькометоксильований (НМ) пектин проявляє, знижуючи ПН в області рН, близькій до нейтральної (рис. 4).

Проведено дослідження зміни ступеня дисперсності білка і БПК в залежності від рН середовища (табл. 1). В процесі електростатичного комплексоутворення білка з НМ пектином (СЕ = 45,0 %) у кис-

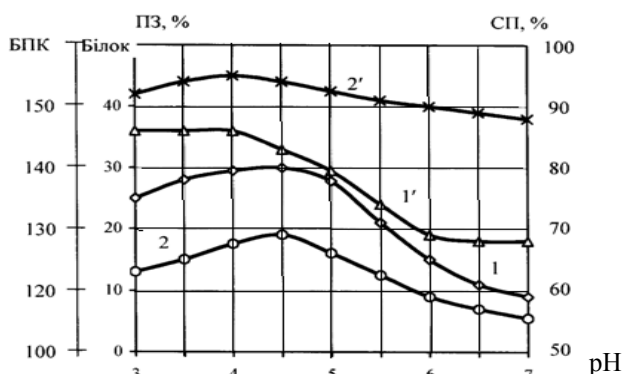


Рис. 5. Вплив рН на ПЗ і СП розчинів білка та БПК:
1 – ПЗ білка; 1' – ПЗ БПК; 2 – СП білка; 2' – СП БПК

лій області рН утворюються нерозчинні структури, в яких, за результатами наших досліджень, на один макройон полісахариду приходить велика кількість менших за розміром макроіонів білка. При зміні рН у лужну сторону ПЗ білка і БПК знижується, що вірогідно пов'язано із збільшенням ступеня дисперсності піноутворювачів. Зміну ПН розбавлених розчинів суміші високомолекулярних речовин можна розглядати як показник молекулярної взаємодії між речовинами у одному розчиннику.

Дослідження змін ПН розчинів БПК в залежності від рН середовища показало, що в області ізoeлектричного стану білок-пектинових структур (рН 3...4) відбувається різке підвищення ПН дослідних розчинів, яке залишається високим у межах ізoeлектричної точки (ІЕТ) білка і практично збігається з ПН розчину вільного білка. Отримані дані свідчать про те, що в області рН 4...5 асоціати БПК розпадаються і в білках посилюється внутрішньомолекулярна взаємодія, що погоджується з літературними даними про фазове розшарування системи білок-полісахарид у ізоіонному

стані, і білок втрачає свою поверхневу активність, проявляючи властивості, які характерні для вільного білка у в межах ІЕТ. При подальшому підвищенні рН до 7,0 ПН розчинів БПК значно нижче, ніж у вільного білка. Цей ефект можна пояснити підвищенням ступеня дисперсності БПК при рН вище ІЕТ і конкуренцією потенціалвизначаючих іонів у процесі адсорбції при комплексоутворенні. Якщо адсорбція полімеру відбувається за рахунок утворення водневих зв'язків з поверхневими кислотно-основними центрами, то в залежності від ІЕТ і рН розчину адсорбент може конкурувати як з іонами Н⁺, так і ОН⁻. В області низьких рН, де значна частина поверхневих NH₂-груп білка протонувана, утворення адсорбційного зв'язку пов'язано з певними труднощами і супроводжується виштовхуванням з поверхні частини іонів Н⁺.

При підвищенні рН у бік ізoeлектричного стану, число вільних поверхневих NH₂-груп зростає і конкуренція з іонами Н⁺ послаблюється, що полегшує утворення адсорбційних зв'язків з молекулами полімеру. При більш високих рН, зменшення числа не дисоційованих карбоксильних груп на поверхні білка призводить до конкуренції з іонами ОН⁻, що також перешкоджає адсорбції полімеру при комплексоутворенні білка з полісахаридами.

Агрегативна стійкість пін пов'язана насамперед з механізмом їх утворення. При виході бульбашки із рідини, у її плівці формуються два шари орієнтованих молекул ПАВ. Утворені адсорбційні шари на межі системи рідина-газ створюють умови, при яких з боку дисперсійного середовища виникають подвійні електричні або сольватні шари, що і обумовлюють агрегативну стійкість пін. Підвищення концентрації піноутворювача у розчині збільшує стійкість піни, що, на нашу думку, пов'язано з підвищенням міцності структури піни [1, 2].

Зміни піноутворюючої здатності (ПЗ) і стійкості піни (СП) розчинів білка і БПК в залежності від рН середовища наведено на рис. 5. Максимальна ПЗ дисперсії білка спостерігається у інтервалі рН 4...5, для БПК – рН 3...4, що відповідає їх ІЕТ.

Величина рН дисперсійного середовища помітно впливає на процес піноутворення і стійкість піни (СП). У ІЕТ, де електростатичні взаємодії є максимальними, значна кількість білків легко згортається, приймає компактний стан і адсорбується на поверхні розподілу фаз [60,61]. Отримані нами залежності, які пов'язані з максимальним проявленням ПЗ білка і БПК у ІЕТ, можна пояснити частковою денатурацією і зміною конформації білка в процесі отримання і комплексоутворення з аніонним полісахаридом, що сприяє посиленню електростатичних взаємодій у межах ІЕТ.

Отримані дані свідчать про тісний взаємозв'язок між електростатичними взаємодіями і фізико-хімічними властивостями поверхневих плівок, які при умові незгортання білків у ізoeлектричному стані проявляють максимальні реологічні властивості. Плівки піни є деформованими, але компактними і не ламкими внаслідок максимальної електростатичної адгезії [1, 2].

Процес піноутворення і стабілізації пін пов'язаний не тільки з ПН, а також з зміною конформації і

заряду молекул білка. У ІЕТ білка і БПК відбувається пригнічення надлишкової іонізації карбоксильних груп, що призводить з однієї сторони до зменшення агрегативної стійкості, а з другої – до утворення механічно міцного адсорбційного шару із колоїдних агрегатів, що утворилися в розчині, які частково включаються у формування плівки піни, підвищуючи її міцність.

У глибині плівки, між адсорбційними шарами, утворюється тиксотропна структура, яка значно підвищує в'язкість цієї частини плівки. Самі ж адсорбційні шари залишаються мало в'язкими, про що свідчать отримані нами експериментальні дані в'язкості дисперсій білка і БПК в межах рН 4...5. Утворення тиксотропної структури в присутності БПК значно уповільнює процес стікання плівки і підвищує СП.

Зміна рН дисперсій білка і БПК у лужну сторону супроводжується зниженням ПН, зменшенням ПЗ і СП. Можна припустити, що отриманий ефект пов'язаний зі зменшенням молекулярної маси і підвищенням

ступеня дисперсності піноутворювача при підвищенні рН середовища.

Відомо, що для стійкості піни має значення не стільки низький ПН, скільки здатність рідкої плівки легко і швидко змінювати його значення.

Слід відзначити, що зниження ПЗ і СП у білка відбувається у білка в значно більшій мірі, ніж у БПК. Дисперсія БПК утворює стійку піну, яка незначно змінюється у широкому діапазоні рН, що вірогідно пов'язано зі збереженням тиксотропної структури.

Таким чином, на основі проведених досліджень встановлено, що для підвищення СП поза ізоелектричного діапазону рН білків, необхідно вводити стабілізатори-загущувачі у вигляді натуральних полісахаридів – пектинів, крохмалю, альгінату натрію, або комплексних структуроутворювачів у вигляді білок-полісахаридних структур, які здатні стабілізувати і зміцнити піноподібні харчові структури при виробництві збивних виробів.

Поступила 02 2010

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Тихомиров В.К. Пены. Теория и практика их получения и разрушения. – М.: Химия, 1983. – 264 с.
2. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. Учебник для вузов. – М.: Химия, 1988. – 464 с.
3. Д'яконова А.К. Дослідження взаємодії білків та аніонних полісахаридів методом турбодіметрії // Зб. наук. пр. ОДАХТ, 1999. – Вип. 20. – 166-169.

УДК 615.074;543.426

БЕЛЬТЮКОВА С.В., д-р.хим.наук, профессор, БЫЧКОВА А.А., аспирант

Одесская национальная академия пищевых технологий,

ЛЮМИНЕСЦЕНТНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХЛОРОГЕНОВОЙ КИСЛОТЫ В ЗЕРНАХ КОФЕ

Разработана методика определения хлорогеновой кислоты в кофе, основанная на использовании собственной твердофазной люминесценции хлорогеновой кислоты, усиленной в присутствии ионов иттрия (III). Предел обнаружения хлорогеновой кислоты на сорбенте составляет 0,035мкг/мл.

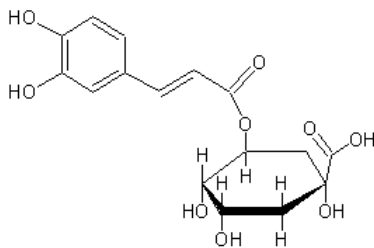
Ключевые слова: люминесценция, иттрий (III), хлорогеновая кислота.

A spectrofluorimetric method for determination of chlorogenic acid in coffee was developed. The method is based on the own luminescence on a firm phase of chlorogenic acid enhanced by yttrium (III). The detection limit is 0.035mkg/ml chlorogenic acid.

Keywords: luminescent, yttrium (III), chlorogenic acid.

Хлорогеновая кислота – 1,3,4,5-тетрагидроксициклогексан карбоновая кислота 3-(3,4-дигидроксициннамат) является одним из основных веществ фенилпропаноидной цепи метаболизма и оказывает антиоксидантное, антиканцерогенное, противовоспалительное и анальгетическое действие [1].

В больших количествах содержится в зернах кофе, листьях черники обыкновенной, арники горной,



ромашки лекарственной и других растениях. Зерна сырого кофе содержат примерно 7-10% хлорогеновых кислот. Полифенолы кофейных ягод обладают широким спектром биологической активности. Хлорогеновая кислота является стимулятором центральной

нервной системы, обладает кофеиноподобным, но более слабым действием, способна усиливать интенсивность белкового обмена в мозговой ткани. Она ингибирует всасывание глюкозы в организме, чем способствует регулированию уровня сахара в крови, способствует изменению тонуса кровеносных сосудов головного мозга и сердца, является одним из лучших средств уменьшения и предупреждения утомления и головной боли [2].

Содержание хлорогеновой кислоты в кофе зависит от района произрастания, почвенно-климатических условий, высоты расположения плантаций над уровнем моря, применяемых органических и минеральных удобрений, первичной переработки кофейных плодов, условий хранения и т.д. С учетом этих факторов, а также генетической принадлежности кофе к тому или иному виду качество сырья сильно изменяется, поэтому к качеству кофе и содержанию основных полифенолов в нем предъявляются жесткие требования. Проведение экспертизы подлинности с целью идентификации сорта жареного молотого кофе осуществляют по содержанию основного кислотного компонента кофейных зерен — хлорогеновой кислоты. Известны методы качественного определения хлорогеновой кислоты, в том числе и флавонолов, с использованием ТСХ и бумажной хроматографии для определения подлинности растительного сырья [3,4].

Описаны спектроскопические методы определения хлорогеновой кислоты. Спектрофотометрическая методика определения фенольного состава подземных органов сабельника болотного позволяет провести качественный анализ по спектрам поглощения, расчет