

УДК 637.14

## ВИВЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ РОЗЧИНІВ ПІНОУТВОРЮВАЧІВ

Юрченко С.Л., к.т.н.,

Сороколат Н.В., аспірант\*

*Харківський державний університет харчування та торгівлі*

Тел. (057) 344-55-55

**Анотація** – у статті наведено результати досліджень піноутворюючої здатності та стійкості піни модельних систем піноутворювачів. Вивчено поведінку піноутворювачів за різних концентрацій та під впливом технологічних факторів.

**Ключові слова** – піна, піноутворююча здатність, стійкість піни, поверхнево-активна речовина, модельна система.

*Постановка проблеми.* У закладах ресторанного господарства та харчовій промисловості значна частка припадає на кулінарні страви та вироби з пінною структурою. Піни надають об'єм і характерну консистенцію таким стравам, як муси, самбуки, креми, збиті вершки і легку, повітряну текстуру випеченим виробам. Неправильно сформована або нестабільна піна приводить до отримання щільних продуктів з низьким об'ємом, які за показниками якості не відповідають загальноприйнятим.

Проведений аналіз чисельних літературних даних свідчить, що піни за своєю природою є нестійкими та схильними до руйнування, тому вчені постійно досліджують фактори, що впливають на процеси формування та показники стабільності піни з метою одержання продукції з пінною структурою високої якості.

*Аналіз останніх досліджень* показує, що збита продукція – це складна пінна система, яка є нестійкою та потребує внесення піноутворювачів та стабілізаторів або використання спеціальних прийомів обробки. Літературні дані свідчать про те, що найбільш розповсюдженими піноутворювачами та стабілізаторами піни є білкові речовини, а саме яєчний білок. Однак останнім часом поряд з ними використовуються інші поверхнево-активні речовини, які сприяють процесу піноутворення, збільшенню в'язкості, а отже, й стабілізації отриманих пінних систем. Проте їх вплив вивчено недостатньо, що обумовлює актуальність проведення експериментальних досліджень у цьому напрямку.

---

© Юрченко С.Л., к.т.н., доцент, Сороколат Н.В., аспірант

\* *Науковий керівник – к.т.н., доцент Юрченко С.Л.*

*Формулювання цілей статті (постановка завдання).* Метою даної роботи є дослідження функціональних властивостей (піноутворюючої здатності та стійкості піни) поверхнево-активних речовин (піноутворювачів) полісахаридної природи, які поширені на ринку України, та встановлення впливу різних технологічних факторів на їх поведінку.

*Основна частина.* Піна – це дисперсна система, що складається з бульбашок газу, розділених плівками рідини. Зазвичай газ розглядається як дисперсна фаза, а рідина – як безперервне дисперсійне середовище. Піни з рідким дисперсійним середовищем найбільш цікаві з точки зору опису процесів, що відбуваються у них, і найбільш широко використовуються на практиці. Процес піноутворення характеризується як складний процес завдяки спільному впливу фізичних, хімічних та інших факторів. Закономірності процесу утворення піни залежать, в першу чергу, від умов проведення технологічного процесу [1, 2].

Для отримання стійких пін рідка фаза повинна містити мінімум два компоненти, один з яких має поверхнево-активні властивості і здатний адсорбуватися на міжфазній поверхні.

Із збільшенням концентрації поверхнево-активних речовин (ПАР) піноутворення розчинів спочатку зазвичай збільшується до максимального значення, потім залишається практично постійним аж до межі розчинності ПАР або знижується. Збільшення піноутворюючої здатності із зростанням концентрації пов'язують з міцелоутворенням, оскільки при досягненні критичної концентрації міцелоутворення (ККМ) спостерігається максимальний об'єм піни. Крім того, в області ККМ відбувається завершення формування адсорбційного шару з максимальною механічною міцністю. При подальшому збільшенні концентрації ПАР у розчині (вище ККМ) швидкість дифузії молекул у поверхневий шар зменшується, чим і пояснюється деяке зниження піноутворюючої здатності. При збільшенні концентрації ПАР у розчині стабільність пін, як правило, підвищується, досягаючи максимального значення за критичної концентрації міцелоутворення, потім стабільність знижується. Зростання стійкості пін із збільшенням концентрації ПАР до певної межі відповідає насиченню адсорбційного шару [2].

Літературні джерела констатують, що в утворенні якісної піни особливе місце займають поверхнево-активні речовини. Використання ПАР можливе тільки після вивчення їх властивостей, складу і механізму дії. Проведені попередні лабораторні дослідження дозволили зупинитися на наступних піноутворювачах: гідроксипропілметилцелюлоза (ГПМЦ) з різною в'язкістю і поліоксіетиленсорбітан монолаурат (або Твін 20), які плануються для

використання у рецептурному складі солодких страв з пінною структурою.

У ході експерименту досліджено залежність піноутворюючої здатності і стійкість піни не тільки від концентрації ПАР, а також вплив на дані показники наявності в системі кислоти та цукру. В якості модельних систем були розчини чистих ПАР у діапазоні концентрацій 0,25...1,0%, розчини ПАР з додаванням цукру (16%) і кислоти ( $\text{pH} \approx 3,8 \dots 4$ ).

На рис. 1...4 представлені результати визначення піноутворюючої здатності чистих розчинів ПАР і модельних систем з кислотою і цукром.

Отримані результати свідчать, що здатність до піноутворення ГПМЦ D5 та ГПМЦ D50 покращується при уведенні в систему цукру і кислоти. Для модельних систем з ГПМЦ D 4000 дана залежність не зберігається, оскільки в кислому середовищі ми спостерігаємо зменшення показників піноутворюючої здатності (ПЗ) у діапазоні концентрацій 0,25...0,75% з 420% до 268%. Слід відзначити, що піноутворююча здатність ГПМЦ D5 практично не залежить від концентрації ПАР і становить для чистих розчинів 362...372%, при додаванні цукру 388...392%, у кислому середовищі 428...432% (рис. 1).

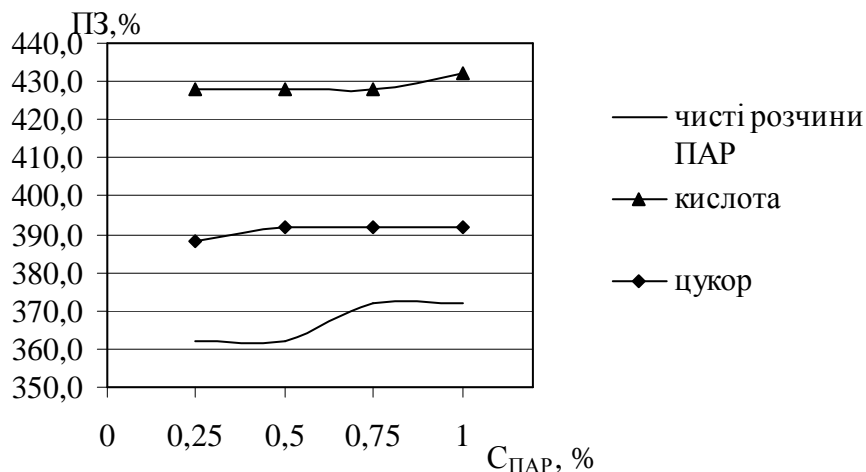


Рис. 1. Залежність піноутворюючої здатності ГПМЦ D5 від технологічних факторів.

Для ГПМЦ D50 характерна подібна залежність з ГПМЦ D5 і лише для чистих розчинів показники піноутворюючої здатності спочатку знижуються до 332%, а потім знову підвищуються до 372%. У системах з цукром ПЗ становить 388...392%, в кислому середовищі – 416...432% (рис. 2).

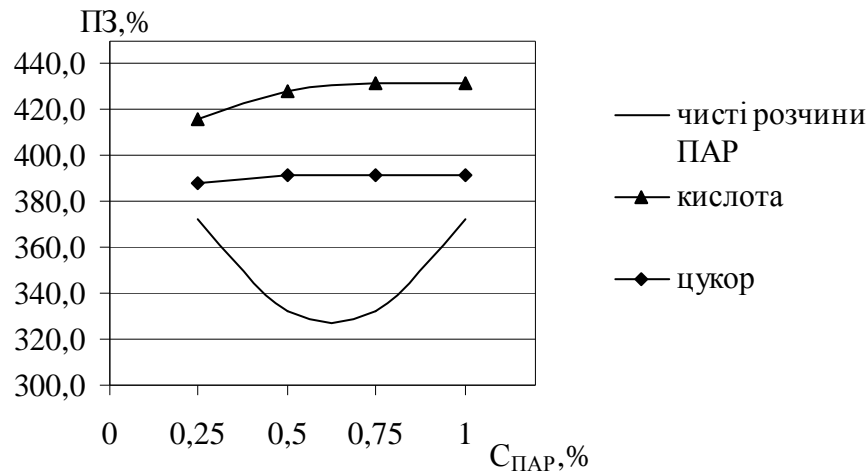


Рис. 2. Залежність піноутворюючої здатності ГПМЦ D50 від технологічних факторів.

Для ГПМЦ D4000 піноутворююча здатність чистих розчинів характеризується зниженням показників у діапазоні концентрацій 0,25...0,5% з 336% до 326%, а потім збільшенням до 344%. Системи з додаванням цукру характеризуються стабільністю показника, що досліджується (ПЗ=392%) і не залежать від концентрації ПАР. У кислому середовищі ПЗ падає в діапазоні концентрацій 0,25...0,75% з 420% до 268%, а потім підвищується до 308% (рис. 3).

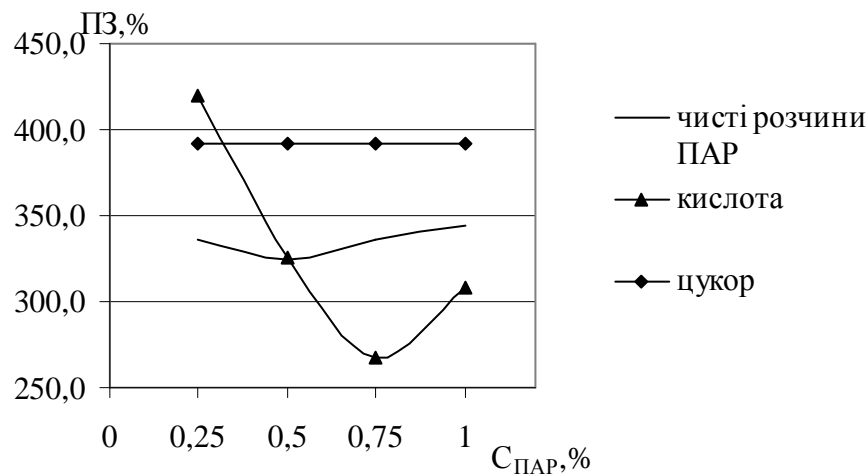


Рис. 3. Залежність піноутворюючої здатності ГПМЦ D4000 від технологічних факторів.

Показники піноутворюючої здатності чистих розчинів Твін 20 характеризуються стрибкоподібною залежністю: підвищуються до 410% за концентрації ПАР 0,5%, після чого знижуються до 348% і знову підвищуються до 358% за концентрації ПАР 1%. Системи Твін 20 з цукром характеризуються такою ж залежністю, як і ГПМЦ D4000: ПЗ не залежить від концентрації ПАР у системі і складає

428%. У кислому середовищі спостерігається збільшення показників ПЗ за концентрацій 0,25...0,75% з 456% до 516%, після чого вони знижуються до 468% (рис. 4).

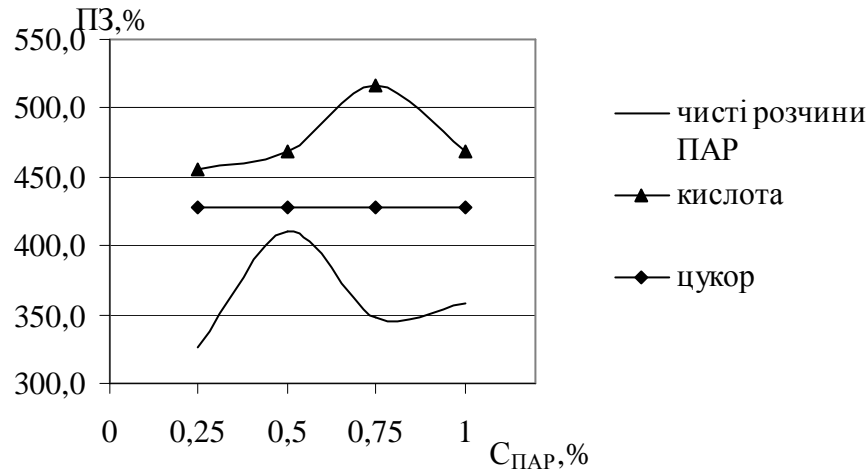


Рис. 4. Залежність піноутворюючої здатності Твін 20 від технологічних факторів.

Подальші дослідження спрямовані на вивчення стійкості піни (СП) модельних систем ГПМЦ і Твін 20 від вищевказаних технологічних факторів, результати яких представлено на рис. 5...8.

Отримані дані свідчать, що найбільша стійкість піни характерна для всіх систем ПАР, що містять цукор, крім модельної системи ГПМЦ D5, час життя яких складає для чистих розчинів 2...3 хв, в кислому середовищі 10...13 хв. При внесенні цукру показник СП становить 9,18...47,45% у діапазоні концентрацій ПАР 0,5...1% (рис. 5).

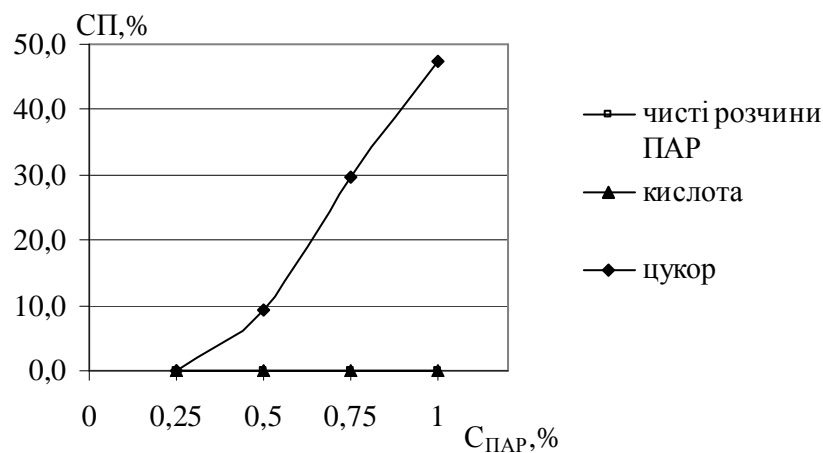


Рис. 5. Залежність стійкості піни ГПМЦ D5 від технологічних факторів.

Системи ГПМЦ D50 характеризуються зростанням показників стійкості піни при збільшенні концентрації ПАР у системі. Проте, в кислому середовищі спостерігається зниження СП за концентрації ПАР 1%. Так, показники СП чистих розчинів склали 20,43...50,6%, у присутності цукру – 60,31...86,73%, у кислому середовищі – 53,27%, 73,61% і 44,91% за концентраціях ПАР 0,5%, 0,75% і 1% відповідно (рис. 6).

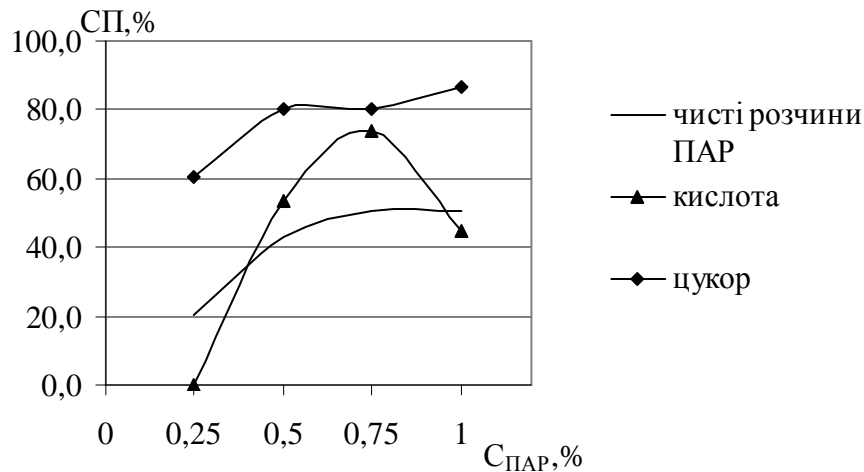


Рис. 6. Залежність стійкості піни ГПМЦ D50 від технологічних факторів.

Стійкість піни систем ГПМЦ D4000 збільшується у діапазоні концентрацій 0,25...1%. Для чистих розчинів ПАР показники СП склали 61,9...75,58%, для систем, що містять цукор – 81,12...94,9%. У кислому середовищі в діапазоні концентрацій 0,25...05,% показники СП зменшуються з 63,81% до 48,47%, а при збільшенні концентрації ПАР збільшуються до 82,47% (рис. 7).

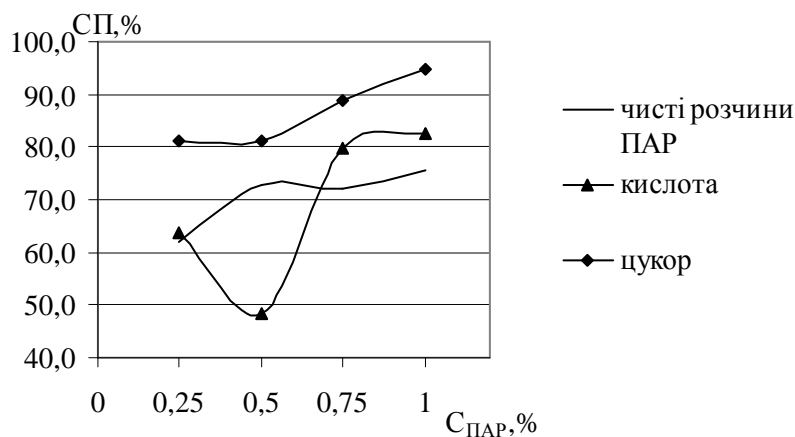


Рис. 7. Залежність стійкості піни ГПМЦ D4000 від технологічних факторів.

Залежність стійкості піни модельних систем Твін 20 відрізняється від систем ПАР ГПМЦ. Для них відносно стабільна залежність простежується у діапазоні концентрацій ПАР 0,75...1%, де спостерігається збільшення СП з 56,59% до 64,53% для кислого середовища, з 63,79% до 71,51% для чистих розчинів і з 65,42% до 79,44% у системах, що містять цукор (рис. 8).

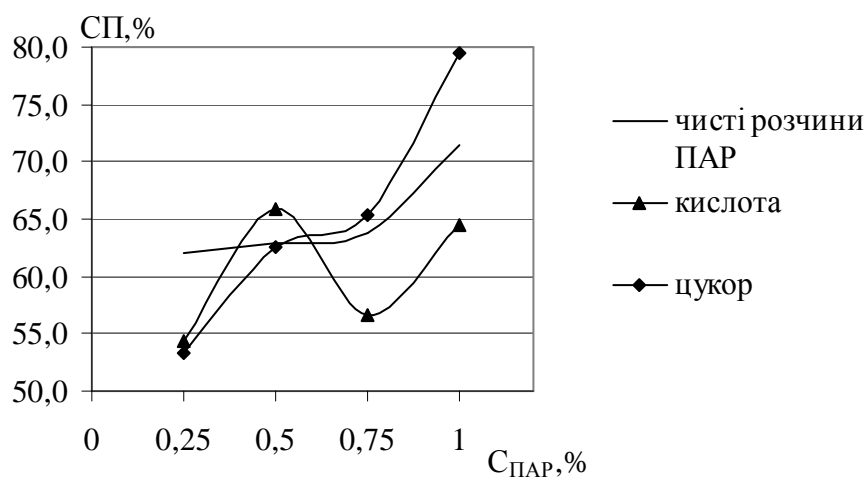


Рис. 8. Залежність стійкості піни Твін 20 від технологічних факторів.

У цьому діапазоні явну перевагу мають системи з цукром, у той час як за концентрації ПАВ 0,25% найбільшою стійкістю характеризуються чисті розчини (61,96%), а найменшою – системи з додаванням цукру (53,27%). За концентрації Твін 20 0,5% найбільшою стійкістю піни характеризуються розчини з кислим середовищем (65,81%), а чисті розчини і системи з цукром знаходяться практично на одному рівні (62,93% і 62,62% відповідно).

*Висновки.* Вивчення впливу технологічних факторів (вид поверхнево-активної речовини, концентрація, середовище, наявність цукру) на властивості пінних систем є актуальним завданням, тому що на ринку представлений значний асортимент ПАВ. Досліджено вплив виду та концентрацій ПАВ на функціональні властивості модельних систем – піноутворюючу здатність і стійкість піни. Встановлено, що піноутворююча здатність ПАВ вище в кислому середовищі (268...516%) та системах з додаванням цукру (388...428%) порівняно з чистими розчинами (324...410%). Стійкість піни підвищується у кислому середовищі з 44,91% до 82,47%, у системі з цукром з 53,27 до 94,9%, у порівнянні з розчинами чистих ПАВ, для яких стійкість піни складала 20,43...75,58%.

Подальші перспективи даного напрямку полягають у дослідженні поведінки піноутворювачів у реальних технологічних процесах.

Література:

1. *Просеков А.Ю.* Роль межфазных поверхностных явлений в производстве дисперсных продуктов с пенной структурой (обзор) [Текст] / А.Ю. Просеков // *Хранение и переработка сельхозсырья.* – 2001. – №8. – С. 24-27.

2. *Тихомиров В.К.* Пены. Теория и практика их получения и разрушения [Текст] / Валентин Кириллович Тихомиров. – 2-е изд., перераб. – М.: Химия, 1983. – 264 с.

## ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ РАСТВОРОВ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Юрченко С.Л., Сороколат Н.В.

**Аннотация** – в статье представлены результаты исследований пенообразующей способности и стойкости пены модельных систем пенообразователей. Изучено поведение пенообразователей при различных концентрациях и влиянии технологических факторов.

## STUDYING THE PROPERTIES OF FOAM SOLUTION

S. Iyrchenko, N. Sorokolat

### *Summary*

The article presents the results of studies foaming and foam stability of model systems foam. The behavior of the foam at various concentrations and the impact of technological factors.