

УДК 664.871:6001.08

І.В. ЧОНИ, к.т.н., доцент ПУСКУ, Полтава

ДОСЛІДЖЕННЯ НЕЛІНІЙНОГО ХАРАКТЕРУ ЗАЛЕЖНОСТІ ВЛАСТИВОСТЕЙ СОУСІВ ВИГОТОВЛЕНИХІЗ ЗАСТУВАННЯМ БОРОШНА ЗЛАКОВИХ

В статті за допомогою математичних досліджень встановлено, неврахування нелінійного характеру залежності властивостей соусів, які містять природні речовини комплексної дії призводить до суттєвих помилок при плануванні властивостей таких соусів.

Відомо, що в основу технології виробництва продуктів емульсійного типу покладено процес отримання високодисперсних емульсій.

Емульгування – складний процес на який впливає багато факторів, в тому числі вид механічного впливу, температура, співвідношення фаз, природа емульгатора [1].

В останні роки найбільш часто в технологіях виробництва продуктів з емульсійною структурою застосовуються стабілізаційні системи, які містять полісахариди. При цьому стабілізація емульсій досягається шляхом підвищення в'язкості дисперсного середовища, що в свою чергу, покращує гідродинамічний фактор стійкості емульсій за рахунок зниження швидкості коагуляції дисперсної фази.

Комплексне використання полісахаридів у складі рослинної сировини дозволяє значно зменшити собівартість продукції, що виробляється та сприяє отриманню продукту з низькою калорійністю та підвищеною харчовою цінністю [2].

Згідно визначеної нами технологічною концентрацією досліджень перспективним є в цьому напрямку використання круп'яного борошна злакових як емульгаторів та стабілізаторів соусів емульсійного типу.

Особливості хімічного складу борошна вівсяної та перлової круп та виражена їх згущуючи здатність, яка зростає як за підвищення концентрації борошна, так і температури гідротермообробки, дозволяють спрогнозувати можливість його використання як емульгатора та стабілізатора харчових систем.

Важливим показником особливо для соусів з тривалим терміном зберігання є стійкість емульсій.

В харчовій промисловості використовуються методи лінійного програмування побудовані на основі досить простих припущень про характер функціональної залежності між параметрами процесів, що досліджуються. При виготовленні багатьох сортів, це виправдано. Проведені нами дослідження довели, що при розробленні технології з застосуванням нетрадиційних інгредієнтів з складними властивостями може привести до втрати адекватності реальних систем [3].

Але не дивлячись на певну втрату адекватності результату, в даний час є дуже велика кількість програмних засобів, які автоматизують і спрощують процес обчислень. На даний час недостатньо з'ясованим залишається питання про залежність властивостей соусів, що досліджуються від вхідних продуктів. Отже на наш погляд є

актуальним розробка методик соусів на емульсійній основі на підставі характеристик вхідних продуктів, які враховували б можливість нелінійної залежності між ними.

Кінцеві властивості соусу оцінюються в'язкістю (Паскалі), стійкістю y_2 (%) та жирністю емульсії y_3 (%), які вважаються незалежними один від одного. Ці величини розглядаються як функції параметрів продуктів, що складають основу емульсії: гідромодуля x_1 (1 : n), виду борошна x_2 та кількості x_3 (г) борошна.

Методика полягає в обробленні даних методом найменших квадратів, а також у побудові аналітичних виразів, які представляють функціональну залежність між параметрами, тобто:

$$\begin{aligned}y_1 &= f_1(x_1, x_2, x_3), \\y_2 &= f_2(x_1, x_2, x_3), \\y_3 &= f_3(x_1, x_2, x_3),\end{aligned}\tag{1}$$

Розроблена методика апробована при обробленні даних експериментів, по дослідженню властивостей емульсій, що виготовлялися з використанням різних видів борошна злакових.

Параметр x_2 з (1) у експерименті приймав значення:

$x_2 = B$ – «пшеничне борошно»;

$x_2 = C$ – «перлове борошно»;

$x_2 = D$ – «вівсяне борошно».

Такий вибір визначений тим, що процес виготовлення соусів з використанням пшеничного борошна досить добре досліджений, два інші випадки відповідають соусам, розроблення яких є предметом наших досліджень. Дані таблиці (які було опубліковане у попередніх статтях) отримані при зміні значень параметрів у межах:

$$\begin{aligned}\text{гідромодуля } x_1 &: x_1 \in [3, 10], \\ \text{маса } x_3 &\in [2, 8].\end{aligned}\tag{2}$$

Розроблена нами методика ґрунтується на методі найменших квадратів, яке дає можливість моделювання нелінійних залежностей. Крім того цей метод відносно простий, що дозволило автору самостійно отримати формули не передбачені довідковою літературою та існуючим програмним забезпеченням [4].

Отже, з отриманих вище результатів випливає, що для функцій (1), які моделюють залежність основних властивостей емульсій від параметрів вихідних продуктів, найбільш придатними є такі гіпотези:

1. В'язкість (Па):

$$y_1 = a_{11}x_1^2 + a_{12}x_1x_3 + a_{22}x_3^2 + a_{13}x_1 + a_{23}x_3 + c\tag{3}$$

2. Стійкість емульсії (відсотки):

$$y_2 = a_2x_1^2 + a_1x_1 + b_3x_3^3 + b_2x_3^2 + b_1x_3 + c\tag{4}$$

3. Жирність (відсотки):

$$y_3 = a_1x_1 + b_1x_3 + c\tag{5}$$

Для емульсії з використанням пшеничного борошна ($x_2 = B$) найбільш придатною є лінійна залежність, що показано на рис. 1.

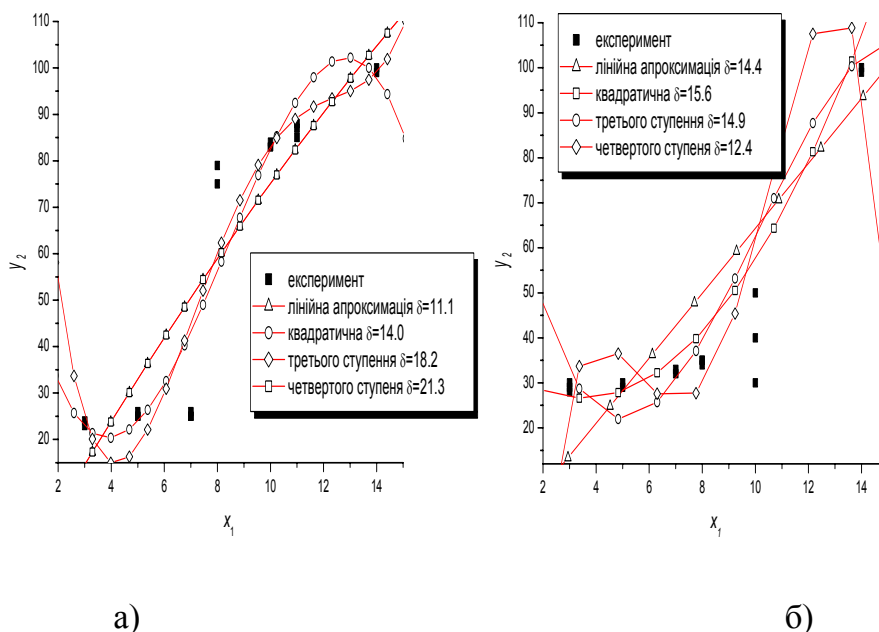


Рис.1. Наближення за різними гіпотезами залежності між стійкістю емульсії на основі пшеничного борошна від гідромодуля суміші: а) маса борошна 2 г ; б) маса борошна 5 г.

Для зображення залежності стійкості емульсії з використанням перлового й вівсяного борошна від гідромодуля найбільш придатною є квадратична залежність, а для залежності від маси борошна – багаточлен третього порядку (рис. 2,3).

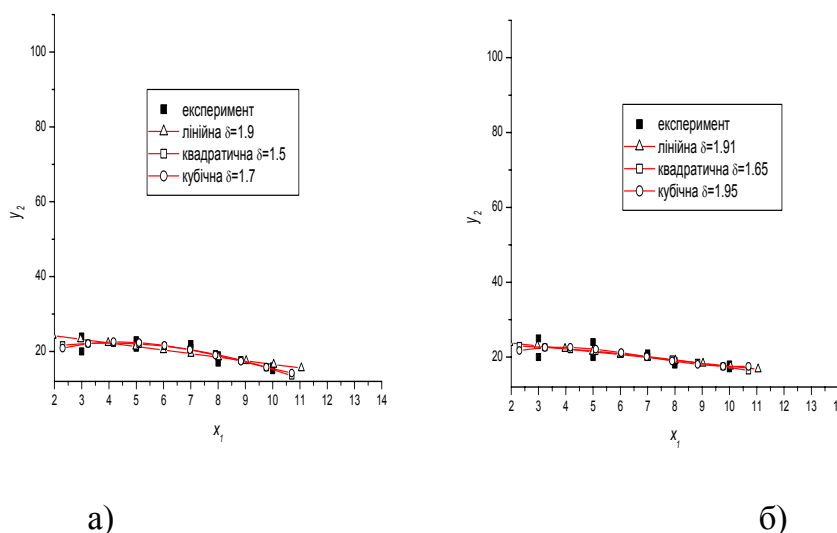


Рис.2. Наближення за різними гіпотезами залежності між стійкістю емульсії від гідромодуля при сталій масі (2 г) суміші: а) на основі перлового борошна; б) на основі вівсяного борошна

Для зображення залежності емульсії з використанням перлового й вівсяного борошна від гідромодуля найбільш придатною є квадратична залежність (рис. 2), а для залежності від маси борошна – багаточлен третього порядку (рис. 3).

Властивості емульсії на основі перлового та вівсяного борошна загалом нелінійні, чим якісно відрізняються від властивостей емульсій на основі пшеничного

борошна.

Коефіцієнти при однакових ступенях многочленів, що апроксимують залежності стійкості емульсій на основі перлового та вівсяного борошна від гідромодуля та маси вихідних продуктів мало відрізняються і ця різниця знаходиться у межах похибки обчислень. Тому, цілком припустимо будувати однакові аналітичних моделі цих властивостей емульсій, розглядаючи їх експериментальні дані як єдину сукупність [5]. Повністю результати цих досліджень будуть опубліковані в наступних виданнях.

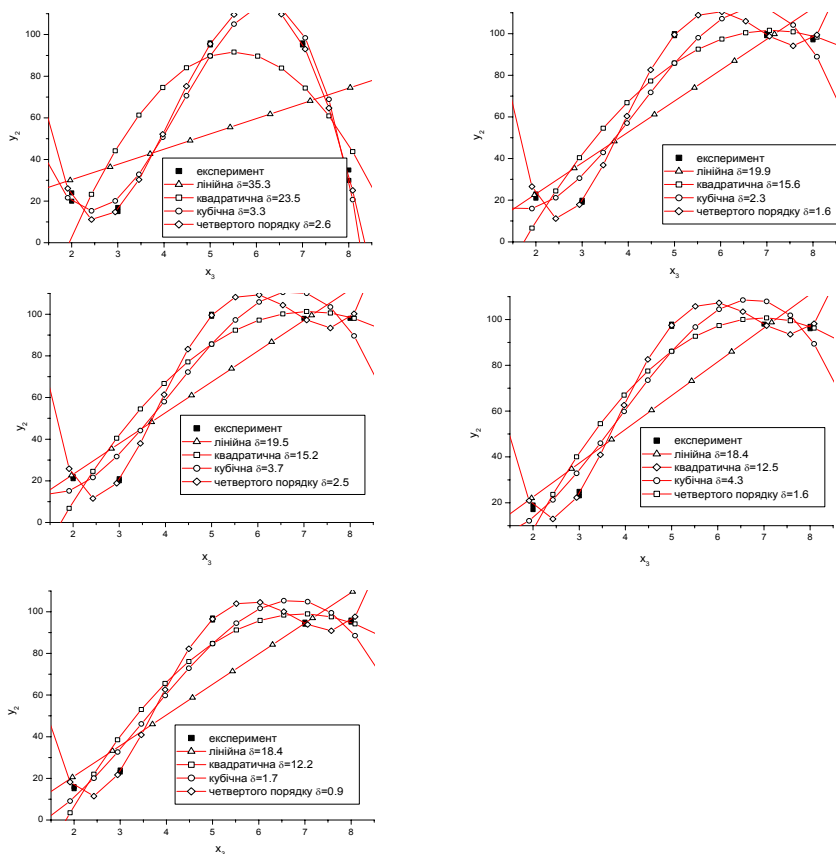


Рис.3. Наближення за різними гіпотезами залежності між стійкістю емульсії на основі перлового борошна від маси борошна: а) гідромодуль 1:3; б) гідромодулю 1:5; в) гідромодуль 1:7; г) гідромодуль 1:8; д) гідромодуль 1:10.

З отриманих результатів випливає, що властивості емульсії на основі пшеничного борошна, якісно відрізняються від властивостей емульсії на основі перлового та вівсяного борошна. Це обґрунтовує необхідність побудови моделей властивостей таких емульсій, а також підтверджує новизну отриманих результатів.

Список літератури: 1. *Абрамзон А.А., Славина З.Н.* О стабильности эмульсий. // Коллоидный журнал. – 1973. – Т.35, №10. – С. 25-28. 2. *Артёмова Е.Н.* Динамика пенообразующих свойств овощных соков во время взбивания // Экономика и технология: Межвуз. зб. науч. тр. – М., 1996. – С.11-13. 3. *Румшинская Л.З.* Математическая обработка результатов эксперимента. – М.: Наука, 1971. – 192 с. 4. *Останчук Н.В.* Основы математического моделирования процессов пищевых производств. – К.: Вища школа, 1991. – 367 с. 5. *Шеннон Р.* Имитационное моделирование систем – искусство и наука. – М.: Мир, 1978. – 418 с.

Поступила в редколлегию 01.06.2009