

5. ГОСТ 30004.2 Майонезы. Правила приемки и методы испытаний [Текст] ; введ. 01.01.96. – К. : Госстандарт Украины, 1995. – 18 с.

6. Щербаков, В. Г. Биохимия и товароведение масличного сырья [Текст] / В. Г. Щербаков. – М. : Колос, 2003. – 360 с.

7. Щербаков, В. Г. Производство белковых продуктов из масличных семян [Текст] / В. Г. Щербаков. – М. : Агропромиздат, 1987. – 256 с.

Отримано 31.03.2010. ХДУХТ, Харків.

© Ф.В. Перцевой, Д.О. Бідюк, 2010.

УДК 637.522.001.5:577.15

В.О. Коваленко, д-р техн. наук

Л.О. Чернова

О.Г. Дьяков, канд. техн. наук

О.В. Москаленко, канд. техн. наук

РОЗРОБКА ПАРАМЕТРІВ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ПРОТЕОЛІЗУ КОЛАГЕНОМІСТКОЇ СИРОВИНИ КОЛАГЕНАЗОЇ

Визначено технологічні параметри ферментативного протеолізу для отримання дієтичної добавки із заданими властивостями на основі колагеномісткої сировини, ферментованої колагеназою.

Определены технологические параметры ферментативного протеолиза для получения диетической добавки с заданными свойствами на основе коллагенсодержащего сырья, ферментированного коллагеназой.

The technological parameters of enzymatic proteolysis are certain for the receipt of dietary addition with the set properties on the basis of the collagencontaining raw material fermented by collagenase.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Здоров'я людини є найважливішим пріоритетом держави. Однією з найбільш гострих соціальних проблем в Україні є стан здоров'я населення. Він є незадовільним із тенденцією до зростання захворюваності, поширеності хвороб та інвалідності. У зв'язку з цим необхідні заходи щодо формування здорового способу життя та вирішення питань гармонізації харчування.

Оптимальним шляхом, який допоможе вирішити комплекс причин, що призводить до незадовільного стану здоров'я людей є розробка та реалізація заходів, передбачених в Міжгалузевій комплексній програмі Кабінету Міністрів України № 14 від 10.01.2002 р. «Здоров'я нації» на період до 2011 року. Метою програми є створення умов, які бу-

дуть сприяти здоровому способу життя, зниженню захворюваності та смертності, зростанню очікуваної тривалості життя.

Одним із важливих чинників, який впливає на формування здоров'я людини є харчування, нинішній стан якого викликає у спеціалістів занепокоєння. Це пов'язано з погіршенням екології, з порушенням технології виробництва та зберігання харчових продуктів, рафінуванням сировини, незбалансованістю раціонів, використанням генетично-модифікованих продуктів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні в науковій сфері здійснюються фундаментальні, комплексні та міждисциплінарні дослідження в галузі науки про харчування і суміжних областях, створюється національний довідник "Хімічний склад харчових продуктів", виконуються прикладні НДДКР з питань створення нових технологій виробництва, переробки, зберігання і транспортування продовольчої сировини та харчових продуктів [1–3].

Інновації в галузі виробництва харчових продуктів передбачають впровадження біотехнологічних процесів переробки сільськогосподарської сировини, включаючи:

- отримання нових видів харчових продуктів загального і спеціального призначення;
- створення нових видів дієтичних та харчових добавок до їжі;
- використання вторинної сировини харчової та переробної промисловості для виробництва повноцінних продуктів харчування;
- створення технології виробництва якісно нових харчових продуктів із направленою зміною хімічного складу, що відповідає потребам організму і, зокрема:
 - функціональних продуктів масового вживання;
 - продуктів лікувально-профілактичного призначення, диференційованих для профілактики різних захворювань і підвищення стійкості організму до негативного впливу чинників навколишнього середовища;
 - створення вітчизняного виробництва вітамінів, мінеральних речовин, мікроелементів та інших харчових речовин для збагачення ними продуктів масового вживання;
 - організацію раціонального харчування.

Забезпечити це може впровадження нових сучасних ресурсозберігаючих технологій у харчову промисловість, серед яких важлива роль належить методам біотехнології.

Спеціалістами ХДУХТ у рамках держбюджетної теми 1-08БО «Теоретичні основи технологій дієтичних добавок, продуктів оздоровчого харчування з вторинної м'ясної сировини» розробляються дієтич-

ні добавки на основі колагеномісткої сировини з використанням протеолітичних ферментних препаратів. Такі ферментні препарати повинні задовольняти наступні вимоги:

- мати високу каталітичну активність відносно нативного колагену;
- діяти в «м'яких» умовах обробки сировини;
- мати високу специфічність дії, що попереджує негативні побічні реакції;
- інактуватися за температури не вище 100° С.

Більшість відомих протеолітичних ферментних препаратів недостатньо вивчено, обмежено дані про їх структуру, властивості, субстрат-ферментну специфічність.

Мета та завдання статті. Метою досліджень було визначення оптимальних параметрів ферментативного протеолізу колагеномісткої сировини, а саме: концентрацій ферментних препаратів, температури та тривалості процесу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Об'єктом досліджень було обрано ферментний препарат колагеназу з гепатопанкреасу камчатського краба з вираженою колагеназною дією [4; 5]. В якості субстрату використовували жилки та сухожилля великої рогатої худоби (ВРХ).

Визначення параметрів протеолізу проводили методом планування повного факторного експерименту в рамках моделі з трьома перемінними за стандартною методикою [6–8].

В якості параметра оптимізації використовували показник, який характеризує міцність системи – міцність гелю (В). Для більш детального уточнення параметрів було додатково обрано параметр обмеження – вміст розчинних продуктів протеолізу колагеномісткої сировини (А). Ця характеристика у сукупності з параметром оптимізації дозволяє більш повно оцінити відповідність процесу ферментації заданим вимогам.

В якості змінних чинників, що визначають ефективність процесу ферментативного протеолізу було обрано наступні характеристики: концентрація ферментного препарату до маси колагеномісткої сировини ($C_{ф.п.}$), температура (t), та тривалість процесу (τ).

Планування експерименту складалось з двох етапів. На першому етапі визначали оптимальну область значень досліджуваних чинників, з урахуванням обраного параметру оптимізації та обраної квадратичної структури математичної моделі процесу ферментативного протеолізу. На другому етапі, з урахуванням отриманих значень досліджува-

них факторів, було проведено їх уточнення шляхом постановки додаткових експериментів у попередньо знайденої області.

При визначенні області факторного простору прагнули досягти не лише тільки максимального значення міцності гелю, але й мінімізувати матеріальні та енергетичні затрати на проведення процесу ферментативного протеолізу. Виходячи з цих умов встановлено наступні мінімальні та максимальні рівні вхідних чинників: $C_{ф.п.} - 0,05$ та $0,5\%$, $t - 20$ та 40 °C, $\tau - 10 \times 60$ та 30×60 с.

З метою отримання квадратичної моделі з 3-ма перемінними було складено матрицю, за якою проведено експериментальні дослідження процесу та визначено залежність параметрів оптимізації від факторів, яка описується рівняннями:

$$B_{ф.п.,t,\tau} = 0,717 - 0,333 \times C_{ф.п.} + 0,08 \times t + 0,025 \times \tau + 0,07 \times C_{ф.п.}^2 - 0,12 \times t^2 - 0,12 \times \tau^2 + 0,08 \times C_{ф.п.} \times t + 0,025 \times C_{ф.п.} \times \tau + 0,016 \times t \times \tau \quad (1)$$

$$A_{ф.п.,t,\tau} = 0,7 + 0,137 \times C_{ф.п.} - 0,094 \times t + 0,092 \times \tau - 0,184 \times C_{ф.п.}^2 + 0,082 \times t^2 + 0,065 \times \tau^2 - 0,144 \times C_{ф.п.} \times t + 0,092 \times C_{ф.п.} \times \tau + 0,256 \times t \times \tau \quad (2)$$

де B – міцність гелю, г/см²;

A – вміст водорозчинних продуктів протеолізу, мг/ г білка;

$C_{ф.п.}$ – кількість ферментного препарату, % до маси сировини;

t – температура ферментативного протеолізу, °C;

τ – тривалість ферментативного протеолізу, с.

З використанням програмного забезпечення MathCad були розраховані значення $C_{ф.п.}$, t , τ , які забезпечують максимальні значення параметрів оптимізації [9; 10].

Адекватність математичної моделі реальному процесу перевірено за критерієм Фішера, статистику коефіцієнтів рівнянь регресії – за критерієм Ст'юдента

На другому етапі досліджень було реалізовано задачу визначити оптимальні значення температурного режиму та тривалості процесу протеолізу колагеномісткої сировини для мінімального значення концентрації ферментного препарату.

Встановлено, що за мінімальної концентрації колагенази до маси колагеномісткої сировини, можна реалізувати процес ферментативного протеолізу, який забезпечує необхідну міцність гелів. Ця залежність описується наступним рівнянням:

$$(3)$$

$$B \text{ на } \tau = 1,12 + 1,12 \times 0,05 + 1,11 \times t + 1,1 \times \tau + 1,08 \times 0,05^2 + 1,06 \times t^2 + 1,04 \times \tau^2 + 1,01 \times 0,05 \times t + 0,98 \times 0,05 \times \tau + 0,94 \times t \times \tau,$$

де B – міцність гелю, г/см^2 ;

t – температура ферментативного протеолізу, $^{\circ}\text{C}$;

τ – тривалість ферментативного протеолізу, с ;

$0,05$ – концентрація колагенази, % до маси сировини.

У ході наступного математичного моделювання визначено область раціональних значень температури та тривалості ферментативного протеолізу, рис.

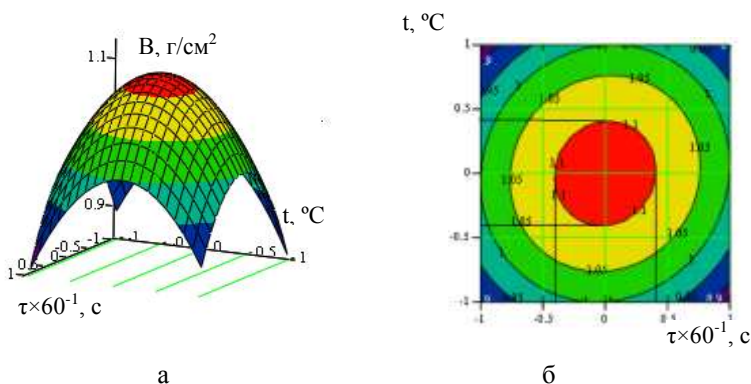


Рисунок – Міцність гелів (B) за різних значень тривалості та температури ферментативного протеолізу: а) – модель поверхні відгуку; б) – зона раціональних значень

Отримана математична модель дозволила визначити раціональні значення тривалості та температури ферментативного протеолізу, кодовані значення яких представлені на даному графіку і становлять, відповідно, $(-0,4 \dots 0,4) \times 60 \text{ с}$ та $(-0,4 \dots 0,4)^{\circ}\text{C}$. У перерахунку на натуральні величини це становить $(17 \dots 23) \times 60 \text{ с}$ та $(14 \dots 35)^{\circ}\text{C}$, які задовольняють встановленим вимогам.

Висновки. Таким чином, в ході проведення повного факторного експерименту та його математичної обробки було встановлено доцільні технологічні режими ферментативного протеолізу колагенмісткої сировини: концентрація колагенази – $0,05\%$ до маси сировини, тривалість – $(17 \dots 23) \times 60 \text{ с}$, температура ферментативного протеолізу – $(14 \dots 35)^{\circ}\text{C}$.

Список літератури

1. Антипова, Л. В. Основы рационального использования вторичного коллагенсодержащего сырья мясной промышленности [Текст] / Л. В. Антипова, И. А. Глотова. – Воронеж : Воронежская гос. технол. академия, 1997. – 567 с.
 2. Боресков, В. Г. Перспективные технологии производства мясных изделий с использованием коллагенсодержащего сырья [Текст] / В. Г. Боресков, Г. П. Казюлин, И. Л. Ушакова // Мясная индустрия. – 1997. – № 38. – С. 9–10.
 3. Липатов, Н. Н. Применение ферментологии при производстве мясных продуктов [Текст] / Н. Н. Липатов, В. Г. Боресков, Л. М. Мамаева // Пищевая технология. – 1988. – № 5. – С. 17–19.
 4. Вітренко, О. Н. Разработка технологии биомодификации коллагенсодержащего сырья для получения мясных и экструдированных мясорастительных продуктов [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 20.05.04 / О. Н. Вітренко. – М., 2004. – 21 с.
 5. Глотова, И. А. Развитие научных и практических основ рационального использования коллагенсодержащих ресурсов в получении функциональных добавок, продуктов и пищевых покрытий [Текст] : дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.04 : защищена 18.03.04 / Глотова Ирина Анатольевна. – Воронеж, 2004. – 462 с.
 6. Адлер, Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий [Текст] / Ю. П. Адлер, В. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – М. : Наука, 1976. – 279 с.
 7. Хартман, К. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов [Текст] / К. Хартман, Э. Лецкий, В. Шефер. – М. : Мир, 1977. – 255 с.
 8. Методы исследований и организация эксперимента / под ред. К. П. Власова – Х. : Гуманитарный центр, 2002. – 256 с.
 9. Дьяконов, В. П. MathCad 11/12/13 в математике [Текст]. – М. : Горячая линия : Телеком, 2007. – 958 с.
 10. Глушаков, С. В. Математическое моделирование [Текст] : учеб. курс / С. В. Глушаков, И. А. Жакин, Т. С. Хачиров. – Х. : Фолио ; М. : АСТ, 2001. – 283 с.
- Отримано 31.03.2010. ХДУХТ, Харків.
© В.О. Коваленко, Л.О. Чернова, О.Г. Дьяков, О.В. Москаленко, 2010.

УДК 378.51

М.С. Синькоп, д-р техн. наук, проф.

А.О. Півненко, ст. викл.

РОЗРОБКА СИСТЕМНОГО НАПОВНЕННЯ ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ КРАЙОВИХ ЗАДАЧ

Подано модульний аналіз системного наповнення програмного пакета для розв'язання крайових задач математичної фізики в областях довільної форми. Передбачено врахування геометричної інформації на аналітичному рівні за допомогою R-функцій.