

Створення означеної трифакторної системи: «альгінат натрію-пробіотичні мікроорганізми-цитрусові плоди» надає можливості отримання нового функціонального харчового продукту з властивостями усіх складових системи. Так, по-перше, йому властиві висока концентрація вітамінів та антиоксидантів цитрусових плодів. По-друге, він має радіопротекторні та пребіотичні властивості альгінату натрію та пектину. По-третє, завдяки вмісту пробіотичних мікроорганізмів, такий продукт виконує імуностимулювальну функцію та регулює роботу шлунково-кишкового тракту людини.

Література

1. Кондратюк, Н.В. Наукове обґрунтування використання капсульних продуктів із пробіотичними властивостями у складі збивної десертної продукції / Н.В. Кондратюк // Наукові праці, випуск 39. – Одеса: ОНАХТ, 2011. – С. 191 – 196.
2. Delorme, C.V. The effect of pectin on utilization of marginal levels of dietary protein / C.V. Delorme, C.I. Gordon // J. Nutr. – 1983. – № 11 – P. 2432 – 2441.
3. Капрельянц, Л.В. Функціональні продукти / Л.В. Капрельянц, К.Г. Іоргачова // Одеса: Друк, 2003. – 312 с.
4. Дмитриченко, М.И. История выращивания и товароведная характеристика цитрусовых / М.И. Дмитриченко, С.В. Кондратьев, С.С. Одокиенко. // Техничко-технологические проблемы сервиса. – Вып. № 2 (20), 2012. – С. 74 – 79.
5. Пат. 2251910 Российская Федерация Способ производства мусса из цитрусовых плодов, / Квасенков О.И., Юшина Е.А.; опубл. 20.05.05.
6. Макарова, Н.В. Антиоксидантная активность цитрусовых плодов / Н.В. Макарова, А.В. Зюзина, Ю.И. Мирошкина // Известия вузов. Пищевая технология. 2010. – № 1, – С. 5 – 8.
7. Characterization of blond and Star Ruby (red) Jaffa grapefruits using antioxidant and electrophoretic methods / S. Gorinstein, J. Drzewiecki, Y.-S. Park et al. // Int. J. Food Sci. and Technol, 2006. – Vol. 41. – № 3. – P. 311 – 320.
8. Determination of naringin and hesperidin in citrus fruit by high-performance liquid chromatography. The antioxidant potential of citrus fruit / S. Gorinstein, D. Huang, H. Leontowicz et al. // Actachromatogr, 2006. – № 17. – P. 108 – 124.
9. Effect of antioxidants and proteins on the quality of Israeli Jaffa red and blond grapefruits / S. Gorinstein, J. Drzewiecki, A. Sivan et al. // Eur. Food Res. and Technol, 2005. – Vol. 221. – № 1–2. –P. 119 – 124.
10. Пат. 2299581 Российская Федерация Способ производства мандаринового наполнителя, / Пащук Л.К., Ломачинский В.А., Гореньков Э.С., Наринянц Г.Р., Лукашевич О.Н., Квасенков О.И.; опубл. 27.05.05.
11. Кондратюк, Н.В. Використання пробіотиків як складової топінгів на основі ягідної сировини / Н.В. Кондратюк, Т.М. Степанова // Актуальні проблеми розвитку харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі. Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів, 25 квітня 2013 р.: [тези у 2-х ч.] / редкол. О.І. Черевко [та ін.]. – Харків: ХДУХТ, 2013. – Ч. 1. – С. 24.
12. Кондратюк, Н.В. Технологія солодких страв з використанням капсульованих продуктів з пробіотичними мікроорганізмами: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.18.16 «Технологія харчової продукції» / Кондратюк Наталія Вячеславівна; Харк. держ. ун-т харчув. та торг. – Харків, 2012 – 21 с.

УДК 664.788.002.67:633.34

ПІДВИЩЕННЯ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ МЕТОДОМ БІОТЕХНОЛОГІЧНОЇ МОДИФІКАЦІЇ

Осадчук І.В., наук. співр. ПНДЛ

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У статті наведено результати досліджень щодо визначення оптимальних умов дії ферментних препаратів для одержання продуктів ферментативної модифікації соєвої окари з метою їх застосування в технології харчових продуктів.

In the article the results of researches are resulted in relation to determination of optimum terms of action of enzyme preparations for the receipt of products of enzymatic modification of soy-bean okara with the purpose of their application in technology of food products.

Ключові слова: соєвий білок, окара, ферментативна модифікація, харчова цінність.

Збереження та зміцнення здоров'я людей є найважливішим завданням будь-якої цивілізованої держави. За оцінкою експертів, здоров'я нації залежить від системи охорони здоров'я лише на 8–12 %, тоді як соціально-економічні умови, включаючи раціони харчування, визначають стан здоров'я на 52–55 %. Поряд із традиційним підходом до проблеми харчування та ролі харчових продуктів у формуванні здоров'я людини в останні роки набуло розвитку створення функціонального харчування. Воно передбачає використання в переробній промисловості продуктів природного походження, які виявляють регульовальну дію на організм. Це спонукає вишукувати нові джерела білка та розробляти продукти підвищеної білкової цінності. Серед можливих шляхів вирішення цієї проблеми центральне й вирішальне місце належить використанню резерву білків рослинного походження. Забезпечення білкового балансу в продуктах харчування може бути досягнуте лише при розвитку напрямів прогресуючого комбінування рослинних і тваринних протеїнів, створенні продуктів підвищеної білкової цінності.

Продуктами підвищеної білкової цінності називають ті продукти, які відрізняються від звичайних підвищеним вмістом повноцінного білка. Досягається це за допомогою добавок або комбінування білкової сировини, балансування амінокислотного складу та поліпшення перетравності білка. За принципом застосування джерела білка харчові продукти підвищеної білкової цінності можна розділити на чотири групи.

До першої групи належать продукти, в яких частина дефіцитної білкової сировини замінена більш дешевою, але такою, що не спотворює органолептичних показників, властивих даному продукту. Це велика кількість фаршевих м'ясних продуктів (м'ясо частково замінене різними видами білкової сировини), а також хлібобулочних, кондитерських і макаронних виробів. Мета заміни – звільнити ресурси натуральної сировини (м'яса, меланжу), розширити сировинну базу для виробництва недорогих продуктів масового попиту. Найбільш ефективні добавки-замінники (розріджувачі, наповнювачі), які не знижують амінокислотної цінності продуктів, а навіть її підвищують (наприклад, суха білкова суміш).

До другої групи належать продукти з білковими добавками-збагачувачами, до рецептури яких входять високобілкові, повноцінні за амінокислотним складом добавки для збільшення вмісту білка та підвищення біологічної цінності. Ціль уведення добавок – одержати нові види продуктів, бажане зі збалансованим складом амінокислот. Неодмінною умовою, як у першому випадку, так і в другому, є збереження органолептичних показників, відповідних традиційним видам продуктів. Продукти рекомендують для дитячого, а також дієтичного харчування, коли організму необхідне більш інтенсивне надходження біологічно цінних білків. Як збагачувачі застосовують білки молока, сухої білкової суміші, рослинні, рибні або різні комбінації.

До третьої групи належать продукти з підвищеною білковою цінністю, у рецептурі яких як основна сировина присутні два або більше різних за походженням білкових компоненти, причому у значних кількостях. Ці продукти називаються комбінованими. Основною найціннішою білковою сировиною є м'ясна, молочна, рибна, соєва, горохова, зернова. Продукти цієї групи мають підвищений вміст біологічно повноцінного білка, збалансований амінокислотний склад, а нерідко – жирнокислотний, мінеральний і вітамінний відповідно до науково обґрунтованих вимог до харчування людей. Володіючи найбільш високими споживчими властивостями, ці продукти можуть, проте, трохи відрізнитися від звичайних традиційних м'ясних, молочних і рибних, а також рослинних своїми особливими органолептичними властивостями – кольором, смаком, ароматом, консистенцією. Всі вони розроблені науково-дослідними організаціями, апробовані в біологічних дослідженнях і на лабораторних тваринах, у спеціальному харчуванні людей і рекомендовані для дитячого й дієтичного харчування.

У четверту групу входять штучні харчові продукти підвищеної біологічної цінності, які виробляються не традиційним шляхом, а на принципово нових основах виробництва з використанням порівняно дешевої молочної та рослинної білкової сировини, при їх виробництві прагнуть за товарним виглядом, кольором, смаком, запахом і консистенцією імітувати звичайні натуральні продукти. За харчовими якостями штучні продукти можуть поступатися, відповідати або перевершувати традиційні.

Одним з напрямків заповнення недоліку повноцінного білка в раціоні харчування людини є підвищення його перетравності. У вирішенні цієї проблеми важлива роль може належати модифікації важкозасвоюваних організмом рослинних і тваринних білків шляхом гідролізу. За смаковими якостями та фізіологічною дією білкові гідролізати незначно відрізняються від м'ясних бульйонів. Відсутність у їхньому складі пуринових речовин, які звичайно присутні в м'ясному бульйоні, дає можливість рекомендувати їх у їжу людині незалежно від її віку. Розглядаючи способи (кислотний і ферментативний) одержання гід-

ролізатів, багато дослідників віддають перевагу ферментативному способу гідролізу, що дозволяє одержувати гідролізати, менш забруднені побічними продуктами, ніж гідролізати, отримані кислотним способом [1, 2, 3].

При одержанні кислотного білкового гідролізату спостерігаються значні втрати амінного азоту. За даними дослідників, втрати амінного азоту на стадіях технологічного процесу становлять при гідролізі білка соляною кислотою 35–42 %, при нейтралізації суміші – до 12 %, при відділенні гумінових речовин – до 19 %, при освітленні гідролізату – до 5,7 %. При гідролізі білка у виробничих умовах значно руйнуються амінокислоти: цистин на 20 %, тирозин – на 37 %, фенілаланін – на 43 %, лізин – на 40 %, гістидин – на 38 %, аспарагінова кислота – на 17 %. Ще більші втрати амінокислот спостерігаються на стадії нейтралізації, мабуть, у результаті дезамінування амінокислот, реакції меланоїдиноутворення й ін. Так, цистину губиться до 40 %, тирозину – 25 %, лізину – 5 %, гістидину – 28 %, аспарагінової кислоти – 13 %, треоніну – 20 %, лейцину та ізолейцину – 40 %. Губляться окремі амінокислоти й при освітленні гідролізату й відділенні гумінів. Недолік кислотного гідролізату – великий вміст кухонної солі в ньому; вона утворюється в результаті нейтралізації соляної кислоти після закінчення гідролізу двовуглекислим натрієм (содою) [4].

Ферментативний гідроліз простіше здійснити: для цього не потрібно складної емальованої апаратури, без якої не можна обійтися при кислотному гідролізі. У ферментативному гідролізі зберігаються всі амінокислоти, що містяться в сировині, у тому числі й такі дефіцитні, як триптофан і лізин, які руйнуються при кислотному гідролізі. Ферментативний спосіб гідролізу рослинної сировини (на відміну від хімічних методів розщеплення білка) протікає в м'яких умовах, зазвичай в нейтральному, слаболужному або в слабокислому середовищі за температури 35–55 °С. Під впливом протеїназ різного походження в білковій молекулі відбувається специфічне розщеплення пептидних зв'язків, у результаті змінюється молекулярна маса білка, росте його гідрофобність і засвоюваність організмом [5]. При цьому не відбувається руйнування амінокислот, і, крім того, амінокислоти зберігаються у співвідношеннях, властивих вихідному білку [6, 7].

У промисловому масштабі рядом фірм випускаються в основному технічні препарати ферментів рослинного й тваринного походження, хоча в силу технологічних і економічних причин усе більше значення набувають мікробні ферменти (табл. 1).

Таблиця 1 – Характеристика ферментних препаратів

Найменування препаратів	Продуцент	Ферментативна активність препаратів, од./г	
		ПС	АС
Протосубтилін Г 20Х	Bacillus subtilis	1020	670
Протеаза GC	Aspergillus niger	400	0
Бірзим П7	Bacillus subtilis	35	75
Бірзим Чилл	Latex of Carica papaya	28	0
Нейтраза	Bacillus amyloliquefaciens	170	0
Флавозим	Aspergillus oryzae	115	0
Протосубтилін Г10х шт. F	Bacillus subtilis	48	185
Протосубтилін Г10х шт. 103	Bacillus subtilis	130	66

Ці ферменти різняться за субстратною специфічністю, вибірковістю гідролізу пептидних зв'язків залежно від виду амінокислот, що утворюють пептидний зв'язок, а також оптимальними умовами, що впливають на швидкість реакції. У результаті модифікації соєвої окари ферментними препаратами можуть бути отримані гідролізати з певним профілем пептидів і набором амінокислот, які мають унікальні властивості, такі як висока розчинність, низька в'язкість, термостабільність, що дозволяє розглядати їх як універсальний продукт при виробництві різноманітного асортименту продуктів харчування.

Крім того, застосування ферментних препаратів дозволяє поліпшити технологічні властивості сировини, уможливує розширення масштабів одержання нетрадиційних видів продуктів і білкових добавок, які мають певні властивості [8, 9].

Відомо, що в насінні сої запасні білки становлять до 70 % усіх білків. У клітинах насіння сої запасні білки перебувають у вакуолях паренхіми, інша частина білків насіння сої пов'язана із клітинними стінками й мембранами органел клітин, тобто перебуває у зв'язаному стані з ліпідами й полісахаридами клітинних стінок. Отже, при протеолізі соєвої окари атакованість білків може бути знижена як у силу наявності ліпідів, полісахаридів, залишкових кількостей інгібіторів білкової природи, так і через наявну компартименталізацію білків. У цьому зв'язку були досліджені каталітичні властивості протеолітичних фер-

ментних препаратів Нейтраза, Бірзим і Флавозим при гідролізі ізольованого соєвого білка торговельної марки SUPRO.

Бірзим П7 – ферментний препарат, отриманий з *Bacillus subtilis*. У працях російських вчених надано рекомендації щодо підвищення виходу білка з рослинних джерел сировини при використанні цього ферментного препарату.

Нейтраз – препарат, отриманий з *Bacillus amyloliquefaciens*. За даними літературних джерел, російськими та закордонними дослідниками показано доцільність використання цього ферментного препарату для гідролізу білоквмісної рослинної сировини й підвищення виходу розчинної частини продукту.

Флавозим – препарат із гриба *Aspergillus oryzae*, основна активність якого обумовлена дією комплексу з амінопептидаз і протеїназ, які гідролізують як кінцеві, так і внутрішні зв'язки розчинних білків з утворенням пептидів і амінокислот. Наявні в літературі дані показують, що Флавозим також може бути ефективно використаний при гідролізі рослинних білків.

Соевий ізолят являє собою найбільш високоочищену форму соєвих білків, одержаних у результаті видалення з очищеного від оболонки й знежиреного насіння більшості небілкових з'єднань (табл. 2).

Таблиця 2 – Характеристика соєвого ізоляту торговельної марки SUPRO

Компоненти	Масова частка, г/100 г
Білок	88,9
Ліпіди	1,1
Вологість	7,2

Гідроліз соєвого ізоляту ферментними препаратами Нейтраза, Флавозим і Бірзим П7 проводили за оптимальних умов: рН 6,0–6,5 і температури 45 °С протягом 30 хв. Ферментні препарати вносили залежно від досліджуваного препарату в кількостях від 0,14 до 2,8 од. ПС/г ізолята. Цю серію експериментів проводили при концентрації субстрату від 50 мг/мл. Через певні проміжки часу визначали вміст амінного азоту в одержаних гідролізатах. Залежність початкової швидкості ферментативної реакції від концентрації субстрату для ферментних препаратів Нейтраза, Флавозим і Бірзим П7 наведено на рис. 1.

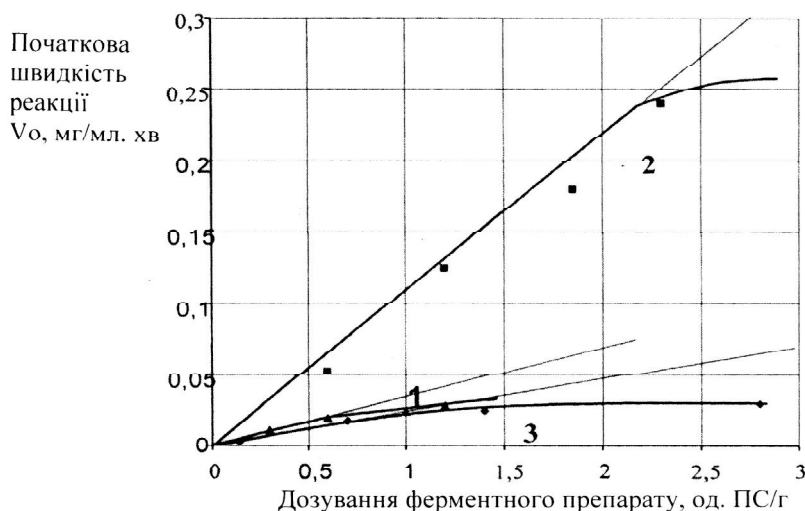


Рис. 1 – Залежність початкової швидкості реакції від концентрації ферментних препаратів Нейтраза (1), Флавозим (2) і Бірзим П7 (3)

Як видно з рисунка, лінійна залежність між швидкістю реакції та дозуванням ферментного препарату Нейтраза зберігається в області концентрацій менше 0,6 од. ПС/г білка, Флавозим – менше 2,5 од. ПС/г білка, Бірзим П7 – менше 1,4 од. ПС/г білка, тобто є оптимальними при дії на соєвий білок.

Для дослідження впливу різних концентрацій соєвого ізоляту на швидкість гідролізу субстрату ферментні препарати вносили в оптимальних дозуваннях – 0,6 од. ПС/г білка для Нейтрази; 2,25 од. ПС/г білка – для Флавозиму та 1,4 од. ПС/г білка – для Бірзиму П7. Гідроліз проводили при оптимальних рН і температурі протягом 30 хв. За отриманими даними будували кінетичні криві та розраховували середні значення початкових швидкостей ферментативних реакцій при різних концентраціях субстрату.

Аналіз залежності початкової швидкості ферментативної реакції від концентрації субстрату (рис. 2) показує, що лінійна залежність між початковою швидкістю гідролізу білка й концентрацією субстрату

зберігається до концентрації 50 мг/мл для Нейтрази, до 80 мг/мл – для Флавозиму, до 50 мг/мл – для Бірзиму П7.

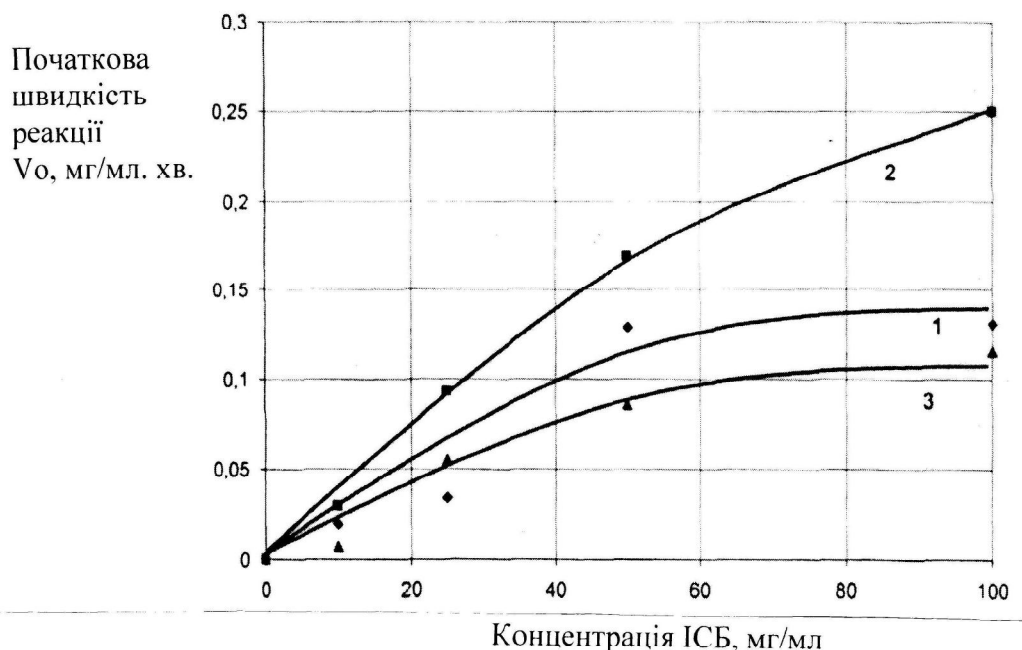


Рис. 2 – Залежність початкової швидкості реакції від концентрації соєвого ізоляту під впливом Нейтрази (1), Флавозиму (2), Бірзиму П7 (3)

Таким чином, у результаті дослідження кінетики дії ферментних препаратів на модельному субстраті встановлено, що всі вони можуть бути використані з достатнім ступенем ефективності для гідролізу соєвого білка.

Література

1. Неклюдов А.Д. Получение и очистка белковых гидролизатов / А.Д. Неклюдов, А.Н. Иванкин, А.В. Бердугина // Прикладная биохимия и микробиология. – 2000. – Т. 36. – № 4. – С. 371–379.
2. Неклюдов А.Д. Свойства и применение белковых гидролизатов (обзор) / А.Д. Неклюдов, А.Н. Иванкин, А.В. Бердугина // Прикладная биохимия и микробиология. – 2000. – Т. 36. – № 5. – С. 525–534.
3. Телишевская, Л.Я. Белковые гидролизаты и их применение / Л.Я. Телишевская // Аграрная наука. – 2000. – № 12. – С. 20–21.
4. Lee J.Y. Characterization of hydrolysates produced by mild-acid treatment and enzymatic hydrolysis of defatted soybean flour / J.Y. Lee, H.D. Lee, C.H. Lee // Food Res. intern. – 2001. – №. 34. – P. 217–222.
5. Иоффе М.И. Пептидные фракции заданного состава на основе белков различного происхождения / М.И. Иоффе, Е.С. Страшненко, В.Т. Дианова, Н.Г. Кроха // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1998. – № 3. – С. 45–47.
6. Телишевская Л.Я. Белковые гидролизаты. Получение, состав, применение; под ред. Панина А.Н. / Л.Я. Телишевская. – М.: 2000. – 295 с.
7. Adler-Nissen J. Enzymatic hydrolysis of food proteins / J. Adler-Nissen. – Elsevier Publishing Co.: New York, 1986.
8. Calderon de la Barca A.M. Enzymatic hydrolysis and synthesis of soy protein to improve its amino acid composition and functional properties / A.M. Calderon de la Barca, R.A. Ruiz-Salazar, M.E. Jara-Marini // Journal of food science. – 2000. – Vol. 65. – № 2. – P. 246–253.
9. Physicochemical and functional properties of soy protein substrates modified by low levels of protease hydrolysis. Jung Stephanie, Murphy Patricia A., Johnson Lawrence A. J. Food Sci. 2005. – Vol. 70. – № 2. – P. 180–187.