

УДК [664.84:57.016]:[635.4:547.979.7]

## РОЗРОБКА ТА ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ КОНСЕРВОВАНИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПРОДУКТІВ ІЗ ЗАДАНИМ ВМІСТОМ ХЛОРОФІЛУ

Безусов А.Т., д-р техн. наук, професор, Кузнецова К.Д., аспірант  
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

*Розроблено та науково обґрунтовано технологію виробництва консервованих продуктів, що збагачені натуральними функціональними інгредієнтами, зокрема хлорофілом. Визначено параметри, умови та механізм підвищення вмісту хлорофілу в готовому продукті.*

*Developed and scientifically proved technology of canned foods enriched with natural functional ingredients, including chlorophyll. The parameters of the conditions and mechanism of increasing chlorophyll content in the finished product were identified.*

Ключові слова: функціональні продукти, біологічно активні речовини, хлорофіл, хлорофілін, листові овочі.

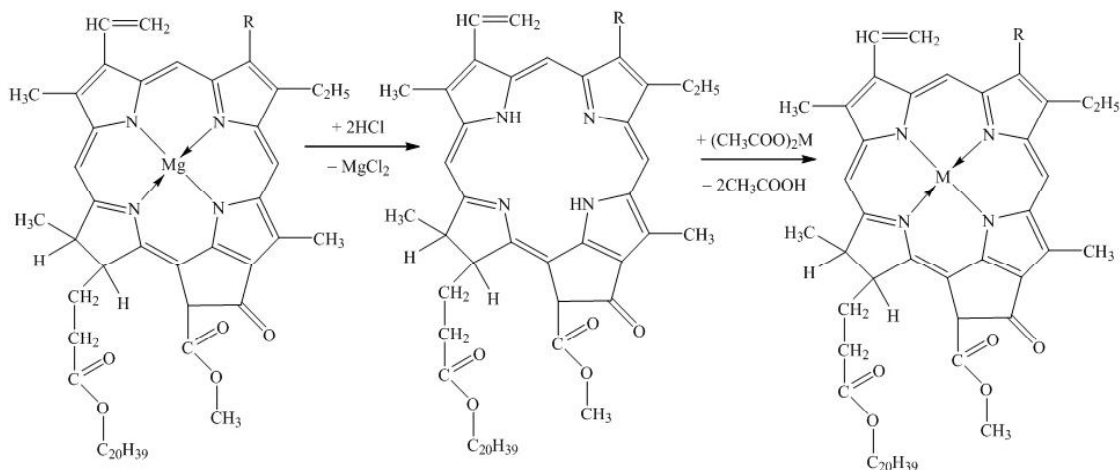
Нове покоління продуктів харчування покликане забезпечити відповідність хімічного складу харчових раціонів фізіологічними потребами організму. Згідно з науковою концепцією функціональних продуктів харчування в Європі основне призначення ФПХ – це поліпшення здоров'я та зниження ризику розвитку захворювань завдяки наявності в їхньому складі функціональних фізіологічних інгредієнтів. ФПХ не є лікарськими засобами, але запобігають виникненню деяких захворювань, сповільнюють розвиток старіння організму та розглядаються як альтернатива медикаментозній терапії. Принциповою відмінністю ФПХ у порівнянні з іншими продуктами харчування (дієтичними, лікувальними, профілактичними, біологічно активними, поживними, зміцнювальними та ін.) є те, що вони володіють вираженою оздоровчою функцією, призначені для всього населення, не потребують спеціальних медичних рекомендацій, а лише регулюють та нормалізують функції організму. ФПХ та традиційні продукти розмежовують за споживчими властивостями: «споживчі властивості» ФПХ включають три складові: харчову цінність, смакові властивості, фізіологічний вплив. Традиційні продукти характеризуються тільки першими двома складовими. Під ФПХ слід розуміти саме модифіковані продукти, отримані з використанням спеціальних технологічних прийомів. Однак до ФПХ у світі відносять всі харчові продукти, що мають доведений вплив на здоров'я людини, сприяють профілактиці розповсюджених захворювань людини, поліпшують стан її здоров'я та працездатність незалежно від способів їхнього отримання [1-4].

На сьогодні перспективним напрямом досліджень у галузі функціональних продуктів є розробка технології консервованих продуктів з листових овочів, функціональною складовою яких є хлорофіл. Найбільш ефективним та перспективним способом реального підвищення харчової цінності консервованих продуктів є додаткове збагачення цих продуктів до рівня, що відповідає фізіологічним потребам людини, а також удосконалення технології переробки рослинної сировини з метою максимального збереження в ній біологічно активних речовин.

Із метою розробки технології хлорофілвмісних консервованих продуктів та підвищення їхньої біологічної цінності за рахунок збагачення антиоксидантами щодо фізіологічних норм харчування для дослідження обрано сировину, що є потужним джерелом хлорофілу – шпинат (*Spinacia oleracea*). Збалансований вітамінний, мінеральний і білковий склад шпинату є унікальною особливістю цієї рослини. Листя шпинату містить багато вітамінів, у тому числі С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>6</sub>, D, Е, К, Р, РР, провітамін А, органічні кислоти, білки і каротин. За вмістом білка зелень шпинату поступається тільки гороху і квасолі [5]. На основі лабораторних дослідів було встановлено вплив попередньої обробки зелені шпинату (*Spinacia oleracea*) на підвищення концентрації фізіологічно активної речовини – хлорофілу, вже в готовому продукті.

Хлорофіли – магнієві комплекси різноманітних тетрапіролів, що мають порфіринову будову та структурно близькі гемоглобіну. Колір хлорофілу, виходячи з хімічної будови його молекули, пояснюється наявністю подвійних кон'югованих зв'язків у порфіриновому кільці та утворенням металорганічного зв'язку з магнієм. Присутність атома магнію в хлорофілі легко виявити дією хлороводневої кислоти на спиртову витяжку пігменту (рис. 1). При цьому атом металу замінюється воднем. Продукт реакції – феофітин – має бурий колір, хоча, окрім відсутності одного атома магнію, нічим не відрізняється за структурою від молекули хлорофілу [6,7]. Таким чином, отримання феофітину служить доказом того, що атом магнію визначає зелений колір хлорофілу. Встановити зв'язок цієї властивості пігменту з природою ме-

талорганічного зв'язку можна, замінивши в молекулі феофітину водень знову на метал, але не магній, а мідь. Отримана речовина має яскраво-зелене забарвлення, не окислюється на повітрі, тому більш стабільна і краще зберігається [8]. У літературі описується заміщення атома магнію в хлорофілі на іони міді. Але використання солей міді в харчових цілях обмежується граничною дозою, яка становить 10 мг на добу. При попаданні в організм людини 0,2-0,5 г міді (точна цифра залежить від типу солі) виникають гострі отруєння. Для стабілізації зеленого забарвлення продукту та підвищення концентрації хлорофілу нами було встановлено можливість заміни солей міді на солі цинку, використання яких більш безпечно для здоров'я людини.

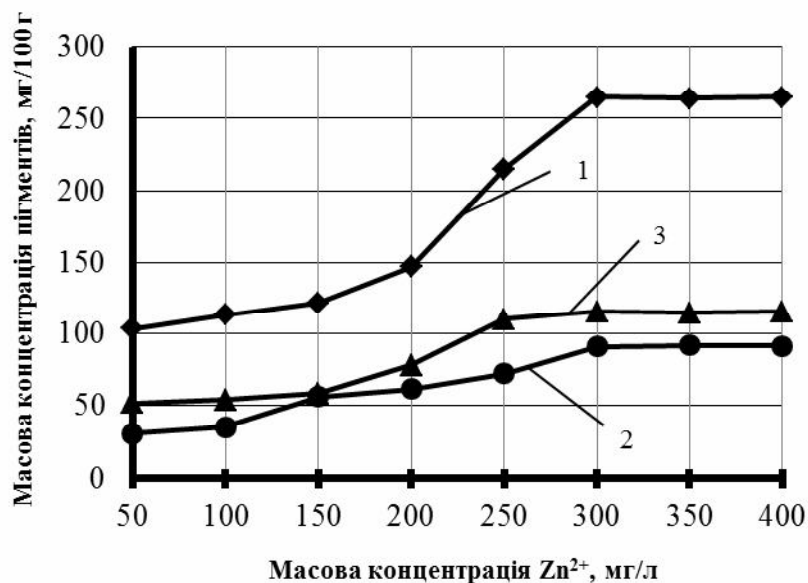


**Рис. 1 – Взаємодія хлорофілу з хлороводневою кислотою та утворення металорганічного зв'язку в молекулі феофітину**

У процесі отримання консервованих продуктів із підвищеним вмістом хлорофілу необхідно забезпечити такі умови, що запобігають його видозмінам та забезпечують максимальне збереження в готовому продукті. Для того, щоб дослідити вплив іонів цинку на пігментний комплекс шпинату, проводили витримку листя в розчинах сульфату цинку в діапазоні концентрацій (50–300 мг/л) протягом 24 годин. Результати дослідження подано в таблиці 1 та на рисунку 2.

**Таблиця 1 – Вплив концентрації іонів Zn<sup>2+</sup> у розчині на вміст хлорофілу та збереження зеленого кольору**

Масова концентрація Zn <sup>2+</sup> , мг/л	Хлорофіл а, мг/100 г	Хлорофіл b, мг/100 г	Сума каротиноїдів, мг/100 г
50	103,59	31,24	52,06
100	113,15	35,68	54,37
150	121,66	56,24	58,72
200	146,92	61,73	78,33
250	215,28	72,53	110,06
300	264,75	91,04	115,56
350	263,80	92,01	114,67
400	264,82	91,52	115,50

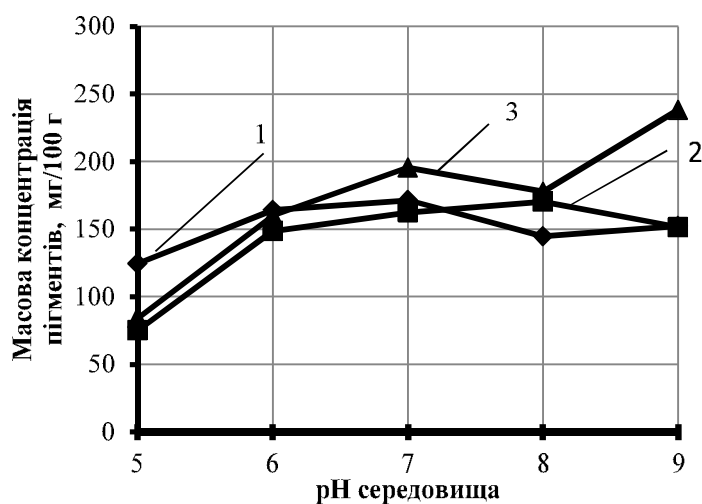


1 – вміст хлорофілу а, мг/100 г; 2 – вміст хлорофілу b, мг/100 г, 3 – сума каротиноїдів, мг/100 г

Рис. 2 – Вплив природи металу на вміст пігментів

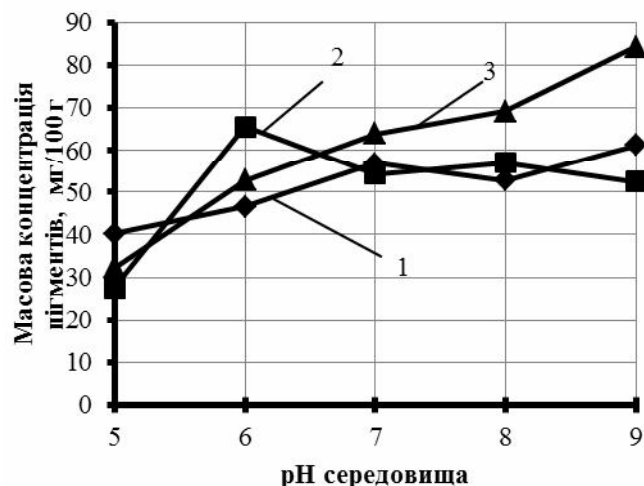
Дослідження показали, що в сировині, витриманій у заданих умовах, підвищується вміст хлорофілів та сумарних каротиноїдів. Найкращий результат спостерігається при витримці зелені шпинату у розчині з концентрацією іонів цинку, що становить 300 мг/л. За такої обробки вміст хлорофілу а становить – 264,75 мг/100 г, хлорофілу b – 91,04 мг/100 г, сумарних каротиноїдів – 115,56 мг/100 г. Порівнюючи з початковим вмістом хлорофілів та каротиноїдів у сировині, спостерігаємо, що їхня концентрація збільшилася втричі після обробки в заданих умовах.

Було досліджено вплив рН середовища при різних температурах бланшування на залишковий вміст хлорофілу. Найкращий результат отримали при бланшуванні зелені шпинату в лужному середовищі рН 9 при температурі 90 °С. Концентрація суми хлорофілів а і b за такої обробки становила 238,3 мг/100 г (рис. 3), а концентрація сумарних каротиноїдів 84,21 мг/100 г (рис. 4).



1 – бланшування при температурі 80 °С; 2 – бланшування при температурі 85 °С;  
3 – бланшування при температурі 90 °С

Рис. 3 – Вплив рН середовища та температури бланшування на вміст сумарних хлорофілів



1 – бланшування при температурі 80°C; 2 – бланшування при температурі 85 °С;  
3 – бланшування при температурі 90 °С

Рис. 4 – Вплив рН середовища та температури бланшування на вміст сумарних каротиноїдів

**Висновки.** Таким чином, на основі лабораторних досліджень встановлено вплив попередньої обробки на пігментний комплекс листових овочів, а саме шпинату (*Spinacia oleracea*). Досліджено характер та особливості перетворення зелених пігментів, що проходять у процесі технологічної обробки. Встановлено оптимальні параметри попередньої обробки, при якій максимально зберігаються біологічно активні речовини, властиві нативній сировині. Розроблена технологія функціональних продуктів із підвищеним вмістом хлорофілу надасть змогу знизити споживану кількість листових овочів для забезпечення необхідного рівня хлорофілу в організмі людини.

#### Література

1. Кудряшова, А.А. Пища XXI века и особенности ее создания [Текст] / А.А. Кудряшова // Пищевая промышленность – 1999. – №12. – С. 48-50.
2. Тутельян, В.А. Ваше здоровье – в ваших руках [Текст] / В.А. Тутельян // Пищевая промышленность – 2005. – №4. – С. 6-8.
3. Капрельянц, Л.В. Функциональные продукты: тенденции и перспективы [Текст] / Л.В. Капрельянц, Г.А. Хомич // Харчова наука і технологія – 2012. – № 4(21). – С. 5-8.
4. Магамедов, Т.О. Продукты функционального питания и экструзия [Текст] / Т.О. Магамедов, А.Ф. Брехов // Пищ. пром-ть. – 2004. – № 2.
5. Скурихин, И.М. Химический состав пищевых продуктов. Кн.2: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов [Текст] / И.М. Скурихин, М.Н.Волгарев // 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат – 1987. – 360 с.
6. Нечаев, А.П. Пищевая химия [Текст] / А.П.Нечаев // Издание 3-е,испр.-СПб.: ГИОРД – 2004. – 640 с.
7. Кретович, В.Л. Техническая биохимия [Текст] / В.Л. Кретович // М.: Высшая школа. – 1973. – 456 с.
8. Шипилов, Д.А. Определение содержания хлорофилла в листьях комнатных растений [Текст] / Д.А. Шипилов //сборник научных трудов "Проблемы и перспективы современной науки" с материалами IV Международной конференции "Фундаментальные науки и практика" – Том 3. – № 1. – Томск, – 2011.