

### Література

- Braccini I. Conformational and configurational features of acidic polysaccharides and their interactions with calcium ions: a molecular modeling investigation / I. Braccini, R.P. Grasso, S. Perez // Carbohydrate Research. – 1999. – Vol. 317, № 13. – P.119–130.
- Clark A. H. Structure and mechanical properties of biopolymer gels / A. H. Clark, S. B. Ross-Murphy // Advances in Polymer Science. – 1987. – Vol. 83. – P.59–191.
- Оковитий С. И., Квантово-химическое моделирование димера гулуроновой кислоты / С. И. Оковитый, П. П. Пивоваров, Е. П. Пивоваров, Н. В. Кондратюк, Е. И. Калашникова // Вісник ДНУ. Хімія. – 2010. – С. 34-39.
- Moe S.T., Draget K.I., Skjåk-Bræk G., Smidsrød O. Alginates. In A. M. Stephen (Ed.), Food polysaccharides and their applications. New York: Marcel Dekker.. – 1995. – P. 245–286. 6. Rees D. A., Welsh E. J. Secondary and tertiary structure of polysaccharides in solutions and gels. Angew. Chem., Int. Ed. Engl. – 1997, 16. – P. 214-224.
- Stewart J. J. P. MOPAC2009; Stewart Computational Chemistry: Colorado Springs, CO, 2007; <http://OpenMOPAC.net>.
- Stewart J. J. P. Optimization of parameters for semiempirical methods V: Modification of NDDO approximations and application to 70 elements / J. J. P. Stewart // J. Mol. Model. – 2007. – Vol. 13, № 12. – P. 1173.

УДК 664.8.047.014

## ДЕЯКІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОРОШКІВ

Снєжкін Ю.Ф. д-р тех. наук, професор, Петрова Ж.О. канд. техн. наук,  
Гетманюк К.М., інженер, Самойленко О.П., інженер  
Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

У статті наведено характеристику функціональних комбінованих порошків. Зроблено класифікацію рослинних порошків за їх функціональними інгредієнтами. Дано рекомендації щодо використання функціональних порошків. Показано, як залежить відновлюваність порошків у воді від різних комбінацій порошків з овочів та фруктів.

In the article presented the characteristic of functional combined powders. It was made the classification of herbal powders based on their functional ingredients. It is presented the recommendations about using of functional powders. It is shown as depends restoration of powders in water on different combinations of powders from vegetables and fruit.

Ключові слова: антиоксиданти, фолати, пребіотики, фітоекстрагени, функціональні порошки, відновлюваність, осідання.

Дефіцит вітамінів та мінеральних речовин, які є серйозною проблемою для населення країн, що розвиваються, часто зустрічається і в індустріально розвинених країнах.

У даний час для запобігання дефіциту мікронутрієнтів розроблені різноманітні стратегії, основними факторами яких є щоденне або періодичне включення в раціон фармакологічних доз мікронутрієнтів або збагачення ними харчових продуктів масового вживання. Перспективною сферою харчування є виробництво так званих функціональних харчових продуктів, які містять у собі речовини із заданим фізіологічним та оздоровчим ефектом, а також мікронутрієнти, в тому числі вітаміни, антиоксиданти.

Термін «оздоровче харчування» об'єднує такі продукти і домішки, які не лише забезпечують харчовими інгредієнтами, але й мають корисні для організму властивості. Загальноприйнятого визначення оздоровчого харчування нема – є лише декілька термінів, які характеризують це поняття. До таких термінів належать функціональні продукти харчування (Functional Foods) [1,2].

Рослинна сировина особливо цінна за вмістом аскорбінової кислоти, фолатів, каротиноїдів, біофлавонідів і є основним та практично єдиним їх постачальником. Ці речовини належать до ессенціальної групи та повинні регулярно поступати в організм людини з їжею, незалежно від сезону. Багато таких

цінних речовин втрачається під час зберігання та переробки рослинної сировини, тому розробка ефективних та більш придатних способів переробки та консервації харчових продуктів залишається досить актуальним.

В нашому Інституті розроблена технологія отримання харчових порошків з рослинної сировини. Сушіння як метод консервування харчових продуктів з наступним отриманням порошків дозволяє отримати продукцію високої якості. Згідно з технологіями рослинну сировину перед сушінням оглядають, миють, очищають, бланшують, нарізають та сушать. Сушіння відбувається чистим повітрям конвективним способом. Сухий продукт охолоджують, подрібнюють та розсіюють [3].

Ці порошки містять у собі поліфеноли, каротиноїди, фітоекстрегени, антиоксиданті, вітаміни та інші сполуки, тому їх можна віднести до функціональних продуктів.

Для збільшення вмісту присутніх нутрієнтів, покращення їх стабільності при зберіганні, вдосконалення органолептичних та фізичних показників були створені комбіновані рослинні порошки. У певних співвідношеннях змішували овочеві та фруктові порошки. Для більш повної однорідності порошкової суміші, порошки брали однієї дисперсності 0,25 мм і проводили сухе перемішування.

На рис. 1 наведена класифікація розроблених рослинних порошків за їх властивостями. Ці порошки розділені на 4 групи. В антиоксидантних порошках у сконцентрованому вигляді збережена максимальна кількість каротиноїдів, вітаміну С, вітаміну Е, які виступають в ролі антиоксидантів.

Пребіотики визначаються як незасвоювані інгредієнти продуктів харчування, які позитивно впливають на організм господаря, селективно стимулюючи ріст та активність одного або кількох видів бактерій у товстому кишківнику [4].

Такі властивості мають різноманітні харчові вуглеводи, крохмаль, харчові волокна та незасвоювані олігоцукри – всі вони є субстратами для бактерій, які є пробіотиками. При маркуванні продуктів харчування ці незасвоювані вуглеводи класифікують як харчові волокна. Пробіотики (лактобактерії або біфідобактерії) і пребіотики – харчові волокна, особливо фруктозани інулінового типу, які входять до їх складу, у відповідності до наукових аспектів функціональних продуктів харчування відносяться до функціональних продуктів, корисність яких можна рекламиувати [5].

Пребіотичні порошки містять велику кількість харчових волокон, наприклад, буряковий жмых складається на 95 % з харчових волокон. Вони мають такі лікувально-профілактичні властивості: стимулюють активність лімфоїдних тканин кишківника, скорочують тривалість інфекційних захворювань, викликаних ротавірусами, сприяють розвитку біфідобактерій та лактобактерій, покращують біодоступність кальцію за рахунок всмоктування в товстому кишківнику, понижують pH товстого кишківника.

Фітоекстрегени – це речовини, які знаходяться в нативній рослинній сировині. Вони містять у собі декілька класів хімічних сполук. Серед них виділяють найбільших три класи – ізофлавони, куместани та лігніни. Ізофлавони – геністин, дайдзин, гліцитин – є практично у всіх овочах, але основним джерелом постачання є соя та горох [6]. Тому порошки, які містять ці овочі, віднесені до фітоекстрегенних. Хоча ізофлавони в деяких випадках виступають у ролі антиоксидантів, як і кверцетин [7].

Вважалось, що харчування людини повинно лише забезпечувати її організм достатньою кількістю вітамінів, що зменшує загрозу авітамінозу. У двадцять першому столітті люди у країнах з розвиненою економікою уже не хворіють на такі захворювання як цинга та куряча сліпота. Останні дослідження вчених показали, що люди старшого віку хворіють фолієво-дефіцитною анемією [8].

У вагітних жінок, які мають недостатню кількість фолата в організмі народжуються діти з пороком центральної нервової трубки. На ранніх періодах вагітності фолат потрібний для синтезу ДНК компонентів центральної нервової системи [9].

Порошки шпинатний, із картоплі, бананів, кропиви, морквино-селерний містять у собі велику кількість фолату і відносяться до групи фолатомісних [10]. Порошки, які мають високий вміст фолату, впливають на регуляцію поділу клітин і передачу спадкових ознак від клітини до клітини. Підтримують у здоровому стані червоні кров'яні клітини, шлунково-кишковий тракт та імунну систему, знижують ризик вроджених дефектів неавральній трубки, впливають на стан серцево-судинної системи.

Порошки, які мають високий вміст антиоксидантів, блокують процес канцерогенезу – запобігають перетворюванню нормальних клітин та тканин у пухлинні, захищають ліпідовмісні ділянки клітинних оболонок, знижують окислення поліненасечених жирних кислот.

Однією з важливих умов, які висуваються до сухих порошкоподібних сумішей, є їх відновлюваність у воді, в тому числі й відсутність грудкування при контакті з водою. Процес відновлювання будь-якого порошку містить у собі певну послідовність стадій: змочування, осідання, диспергування, флотація, рисунок 2 [11].

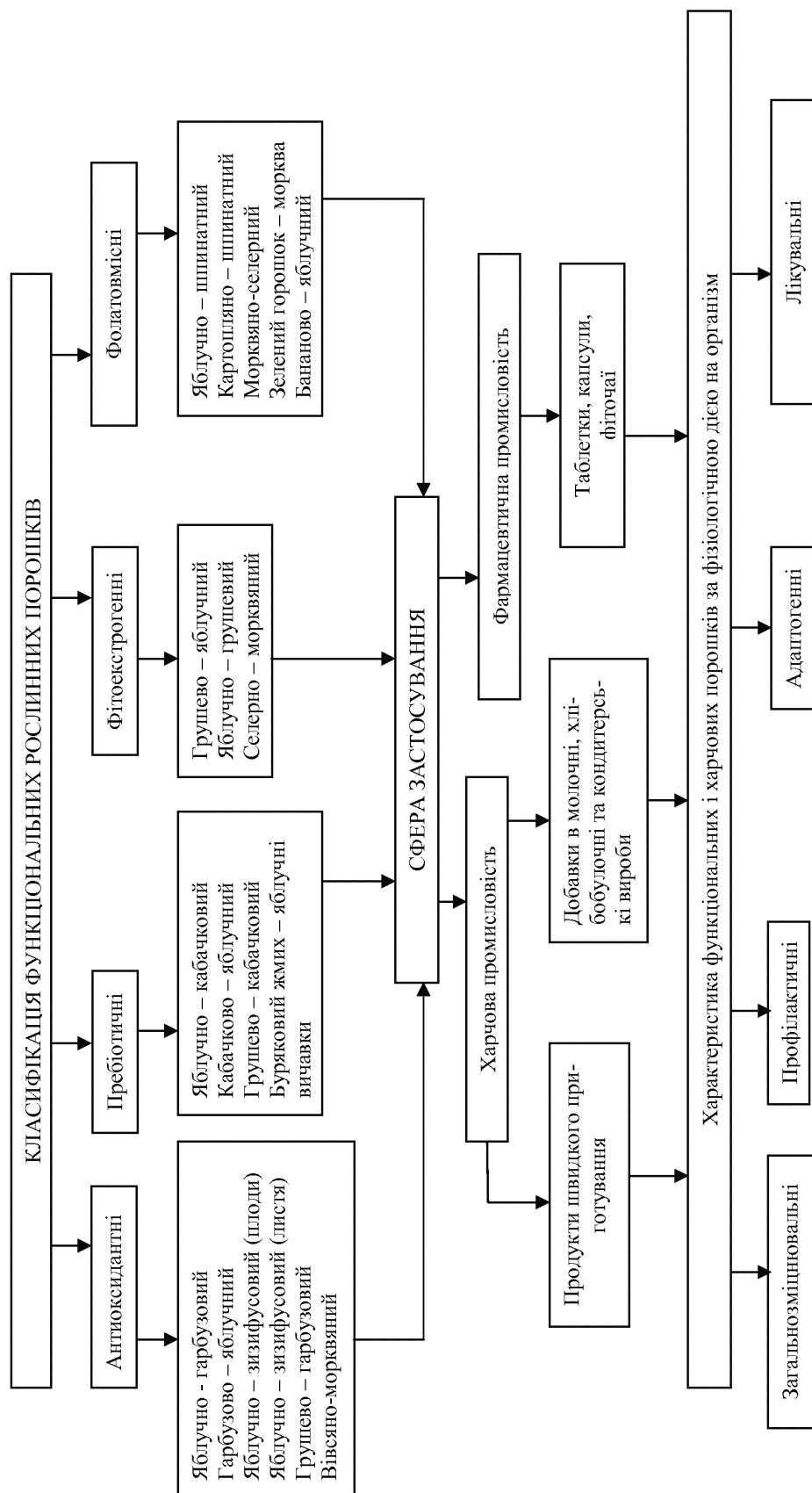
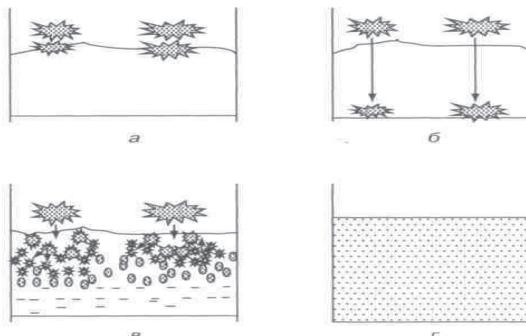


Рис. 1 – Класифікація функціональних рослинних порошків



*a – змочування; б – осідання; в – диспергування; г – сусpenзування*

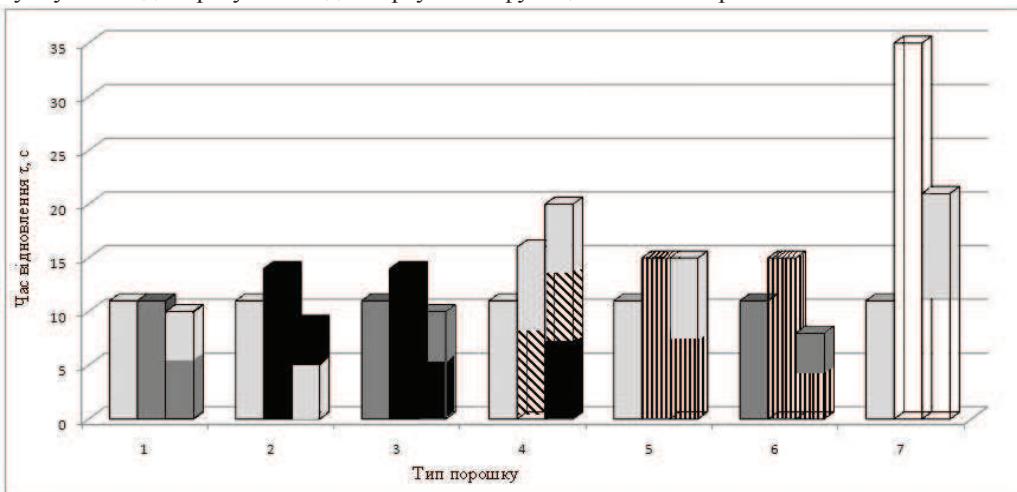
**Рис. 2 – Основні стадії відновлення порошкоподібного інгредієнта**

Першим етапом процесу відновлювання рослинного порошку є його змочування рідиною. Змочування порошків характеризується часом змочування, який вимірюється в секундах на рисунку а [12].

Характеристикою другого етапу процесу відновлювання є час осідання (рисунок б). Змочений порошок повинен зникнути з поверхні рідини протягом визначеного часу, наприклад, сухий молочний білок – максимально за 20 секунд, какао-порошок – приблизно за 10 секунд [13].

Після осідання порошок повинен диспергувати – розпастися на більш мілкі складники (рисунок в). Від цієї його здатності буде залежати, наскільки якісним стане кінцевий продукт. Кінцевим результатом процесу відновлення харчових рослинних порошків, як видно з рисунку г, є отримання стійкої, без ознак седиментації суспензії, як результату послідовного процесу добого змочування, осідання, диспергування частинами порошку рідини.

На рисунку 3 наведені результати диспергування функціональних порошків.



**Рис. 3 – Результати відновлення функціональних порошків**

- 1 – – яблучний – 11 с, – грушевий – 11 с, – яблучно – грушевий – 10 с
- 2 – – яблучний – 11 с, – кабачковий – 14 с, – яблучно – кабачковий – 9 с
- 3 – – грушевий – 11 с, – кабачковий – 14 с, – грушево – кабачковий – 10 с
- 4 – – яблучний – 11 с, – яблучно – зизифовий – 16 с, – яблучно – кабачковий – 16 с
- 5 – – яблучний – 11 с, – гарбузовий – 15 с, – яблучно – гарбузовий – 15 с
- 6 – – грушевий – 11 с, – гарбузовий – 15 с, – грушево – гарбузовий – 8 с
- 7 – – яблучний – 11 с, – шпинатний – 35 с, – яблучно – шпинатний – 21 с

Монопорошки мають різний час відновлення, який характеризується часом осідання від 11 с до 35 с у випадку порошку із шпинату. Розмір частинок сухих харчових інгредієнтів впливає на процес відновлювання, чим нижча дисперсність порошку, тим він гірше змочується водою. В процесі змішування порошків і створення різних комбінацій покращується сипкість, знижується пилоутворення та підвищується швидкість відновлення. Під час змішування різних порошків механічно отримуємо більші частинки або агломерати порівняно з монопорошком. Це дозволяє воді краще проникати у простір між частинками, покращуючи диспергування та розчинність агломератів у порівнянні з порошком. Наприклад, яблучний порошок відновлюється протягом 11 с, шпинатний за 35 с, комбінований яблучно-шпинатний за 21с, при цьому час відновлення скорочується на 14 с.

Комбіновані порошки суттєво покращують здатність порошку відновлюватись у воді. Яблучний порошок завдяки високому вмісту розчинних вуглеводів (56,0 – 71,0) % має здатність до грудкування, завдяки комбінації з порошком гарбуза та кабачка покращується його сипкість та відновлюваність у воді. Всі композиційні суміші краще відновлюються, ніж монопорошки. Яку вибрати композицію залежить від органолептичних показників та потреби споживача.

Результати досліджень показали високий ступінь відновлення комбінованих порошків. Це дає можливість використовувати рослинні функціональні порошки у виробництві кондитерських, молочних, хлібобулочних та макаронних та інших виробів не лише для збагачення їх функціональними інгредієнтами, але й надання їм нових технологічних властивостей. Вони покращують структурно-механічні властивості тіста та зовнішній вигляд готових виробів. Так, макаронні та кондитерські вироби мають колір властивий кольору порошків, внесених у рецептuru. В кексах та бісквітах блоків, яких міститься в сої та горосі покращує структуру виробу [12].

У молочних виробах порошок із гарбуза та банана замінює стабілізатор.

Порошки можна використовувати для виробництва супів, каш і десертів швидкого приготування та може бути багато інших застосувань у харчових виробах. Робота в цьому напрямку продовжується.

### Висновки

Таким чином, добавка функціональних рослинних порошків у продукти харчування є найбільш перспективною для створення профілактичних продуктів. Вони можуть бути сировиною для кондитерських, хлібобулочних виробів, продуктів швидкого приготування, виробництва таблеток та гранул, трав'яних чаїв. Із широкого асортименту продуктів харчування споживач вибирає ті, які мають такі властивості як нативність, користь для здоров'я, надзвичайний смак, зручність. Всім цим вимогам відповідають функціональні рослинні порошки, що свідчить про перспективність застосування їх на практиці. Доцільно розширити асортимент розроблених порошків, створити нові та дослідити їх властивості та функції.

### Література

1. Роляков Н.В. Мировые тенденции на рынке ингредиентов: основной приоритет – здоровое питание // Молочная промышленность. Москва. № 10. – 2007. – С. 11-12.
2. Функціональні продукти. Капрелянц Л.В., Йоргачова К.Г. Друк. – Одеса, – 289 с.
3. Теплообмінні процеси під час одержання каротиновмісних порошків. /Ю.Ф. Снежкін, Ж.О. Петрова, «Академперіодика». – Київ, – 162 с.
4. Gibson GR, Roberfroid MB. Dietary manipulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition* 1995; 125: 1401-1412.
5. Hoebregs H. Fructans in foods and food products, ion-exchange chromatographic method: collaborative study. J Assoc Off Analyt Chem Int 1997; 80: 1029-1037.
6. Современные пищевые ингредиенты. Особенности применения / Л.А. Сарафанова. – СПб.: Профессия, – 2009. – 208 с.
7. Schorah CJ. Micronutrients, vitamins and cancer risk. *Vit Hormones* 1999; 57:1-23.
8. Stein Z, Susser M, Gerhart S, Marolla F. Famine and Human Development: The Dutch Hunger Winter of 1944-1945. London : Oxford University Press, 1975.
9. Berry Ottaway, P. The Stability of Vitamins in Food // *The Technology of Vitamins in Food* / Berry Ottaway, P. (ed.)- Ch.5. – Glasgow: Blackie Academic and Professional Press, 1993.
10. Functional Foods Now / International Food Information Council.- Washington, D.C.: International Food and Information Council, 1999.
11. Тимошенко Ю.А., Федорова Е.Б. Функціональність лецитинов в порошкових продуктах // Переработка молока. – 2006. – № 11.– с. 27-28.
12. Кунижев С.М., Шувалов В.А. Нові технології в производстві молочних продуктов. – М.: Де Ли прінт, – 2004. – 203 с.
13. Применение лецитинов в пищевой промышленности. – СПб.: Протеин-плюс, – 2007. – 73 с.