

УДК 637.661:664.86.047.022.39

Погожих М.І., д-р техн. наук, проф., Євлаш В.В.,
Неміріч О.В., Цуркан М.М., кандидати техн. наук, доценти,
Гавриш А.В. (ХДУХТ, Харків)

ВПЛИВ ДИСПЕРСНОСТІ ОРГАНІЧНИХ МАТРИЦЬ НА СТАБІЛІЗАЦІЮ ФОРМ ГЕМОГЛОБІНУ

У статті наведено результати досліджень ступеня стабілізації форм гемоглобіну крові великої рогатої худоби в пастах і порошках залежно від масової частки й дисперсності порошків рослинної сировини – шипшини, календули, кропиви. Показано переваги дрібнодисперсних порошків рослинних інгредієнтів незалежно від масової частки для збереження співвідношення форм гемоглобіну.

Ключові слова: залізодефіцитна анемія, гемове залізо, кров великої рогатої худоби, висушена рослинна сировина, пасти, порошки, органічні матриці, стабільність, форми гемоглобіну.

Необхідність створення продуктів харчування функціонального призначення обумовлена складною екологічною обстановкою, техногенним забрудненням навколишнього середовища, а також запровадженими інтенсивними технологіями виробництва та глибокої переробки сільгосппродукції на продукти харчування. В результаті цього, не дивлячись на наближення до мети щодо забезпечення населення продовольством, до виробництва продуктів харчування з високими органолептичними показниками і тривалого терміну зберігання, більша частина населення споживає їжу із недостатньою кількістю на макро- й мікронутрієнтів.

У багатьох країнах світу прийнято державні програми зі збагачення продуктів харчування відповідними інгредієнтами, дієтичними (функціональними) добавками з метою зниження рівня серцево-судинних, ендокринних та інших захворювань, однією з визнаних причин яких є незбалансованість раціону харчування. До найпоширеніших у світі захворювань належать різні види анемії, у тому числі й залізодефіцитні. Можливі два шляхи лікування та профілактики цих захворювань – медикаментозний і аліментарний. Для реалізації останнього методу застосовуються дієтичні добавки з крові забійних тварин, що містять двовалентне залізо в легкозасвоюваній для організму людини формі, та продукти харчування з їх використанням, розроблені авторами В.Ю.Міциком, В.В. Євлаш [1, 2].

У роботі [3] запропоновано способи стабілізації двовалентного заліза у складі гемоглобіну крові великої рогатої худоби (ВРХ), які дозволяють виготовляти дієтичну добавку направленої протианемічної та імуномодельюючої дії для збагачення широкого асортименту харчових продуктів.

Мета статті – вивчення можливості розширення технологічних і функціональних властивостей дієтичної добавки з крові ВРХ за умови використання органічних матриць із рослинної сировини різної дисперсності, склад сухих речовин якої характеризується значним умістом целюлози й інших біологічно активних речовин (вітамінів, мінеральних елементів та ін.).

У роботі виходили також із потенційних функціонально-технологічних властивостей указаної сировини, а саме – здатної коригувати смак і колір продуктів харчування за умов використання нової дієтичної добавки.

Об'єктом дослідження була сушена рослинна сировина: листя кропиви, квіти календули та ягоди шипшини, а також пасти й порошки з крові ВРХ за умови додавання останніх.

У зв'язку з тим, що рослинні інгредієнти характеризувалися вихідним вологовмістом: кропива й календула – не більше 12 %, шипшина – не більше 14%, то зазначену сировину підсушували до кінцевого вологовмісту 10%, а потім подрібнювали на дезінтеграторі відцентрового типу з частотою обертання 3000 об/хв. Подрібнену сировину за ступенем диспергування поділяли на дві групи за розмірами частинок: прохід через сито (просів) – частинки з діаметром $d < 0,1$ мм; схід із сита (відсів) – частинки з діаметром $d > 0,1$ мм.

Одним із завдань першої серії досліджень було вивчення можливості отримання з висушеної рослинної сировини порошку із заданою дисперсністю.

Було встановлено, що відносна (за масою) частка відсіву становила менше 10% після 2 хв подрібнення для кропиви й календули та 3 – 4 хв для шипшини. Виходячи з теорії диспергування [4-5], стверджуємо: така частина відсіву може виявитися регулярною, що визначається структурно-механічними властивостями використаної сировини, і лише зменшення температури нижче від 0 °С дозволяє, очевидно, перевести сировину в максимально крихкий стан. Проте на цьому етапі досліджень таке завдання не ставилося.

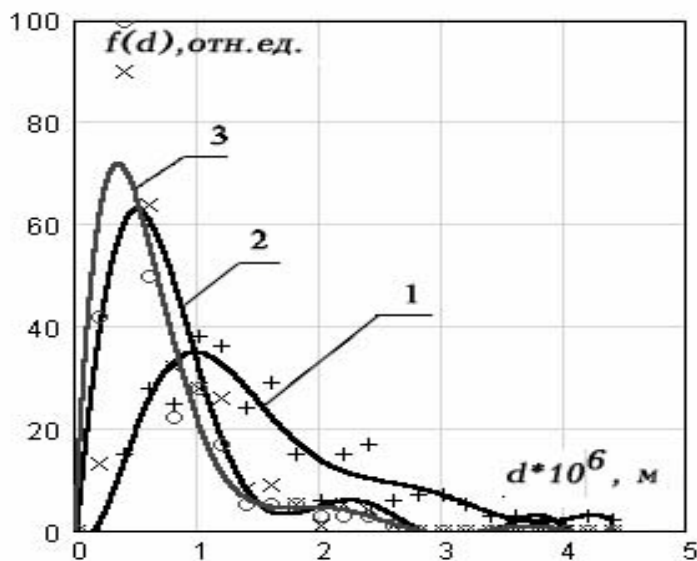
Просів вивчали на дисперсність за допомогою мікроскопічного методу. Для цього зразок рослинного інгредієнта, одержаний за різної тривалості подрібнення, змішували з мінеральним маслом до однорідної консистенції. Підготовлений препарат фотографували цифровою камерою за умов загального збільшення з використанням мікроскопа в 630 разів.

Фотографії переносили в редактор Photoshop, у якому ідентифікували зону знімка з кількістю частинок не меншою від 300 штук. Обрана зона з маркером для оцінювання розмірів збільшувалася програмним способом. Далі підраховувалася кількість частинок для кожного значення середнього діаметра частинок.

Диференціальну функцію $f(d)$ розподілу частинок за діаметром одержували в програмному пакеті MathCAD шляхом апроксимації експериментальних даних поліномом 8-го ступеня:

$$f(d) = \frac{dN_i}{N} \cdot 100\%, \quad (1)$$

де dN_i – кількість частинок i -го діаметра d ;
 N – загальна кількість частинок ($N = 300$).

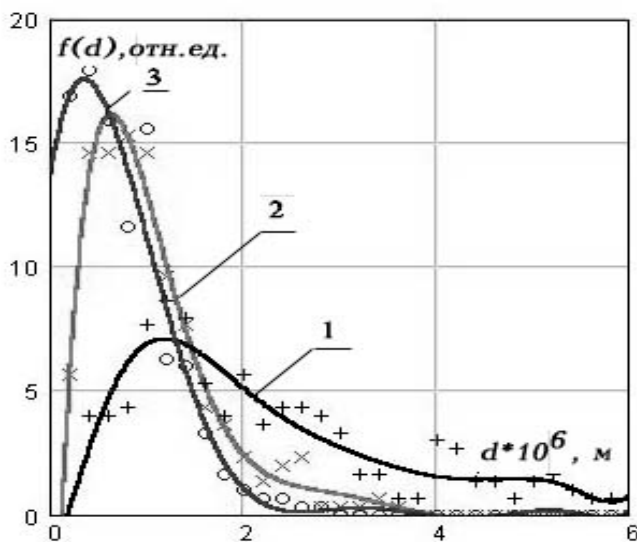


1 – 7 хв; 2 – 5 хв; 3 – 3 хв.

Рисунок 1 – Розподіл частинок кропиви за діаметром під час подрібнення

мінною для різних зразків. Так, для кропиви в діапазоні від 20 до 30 мкм спостерігається невеликий локальний максимум (менше 5% частинок), а для календули, особливо за умов часу подрібнення 3 хв, такі максимуми спостерігаються в діапазоні від 30 до 60 мкм.

Такий зсув функцій розподілу пов'язаний із структурно-механічними властивостями висушених квіток календули й листя кропиви.



1 – 7 хв; 2 – 5 хв; 3 – 3 хв.

Рисунок 2 – Розподіл частинок календули за діаметром під час подрібнення

зразків кропиви й календули для шипшини кількість відсіву була значною. Видно, що за умов 5 хв подрібнення ширина функції розподілу більша, ніж за

Результати вивчення дисперсності рослинних порошків представлено на рисунках 1 – 3.

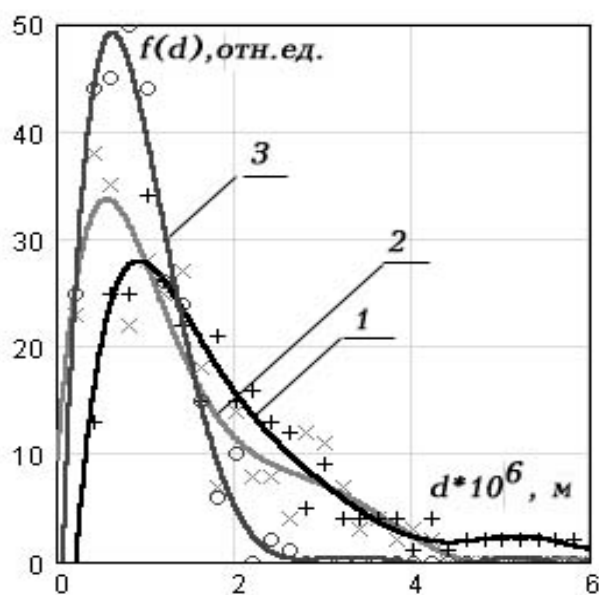
На рисунках видно, що для всіх дисперсних фракцій функція розподілу має однаковий характер залежно від тривалості подрібнення: максимум відносної кількості частинок зміщується вліво за умов збільшення тривалості диспергування. Це свідчить про те, що відносний уміст частинок із меншим діаметром зростає зі збільшенням тривалості подрібнення, при цьому ширина та форма кривих розподілу є дещо від-

Так, пелюстки квіток календули є тонішими в поперечному перетині, ніж листя кропиви, тому дезінтегратор меншою мірою може завдавати руйнуючої дії вказаним частинкам за умов постійної швидкості обертання. Очевидно, щоб одержати розподіл частинок за діаметром для календули у вужчому діапазоні, необхідно застосовувати більшу інтенсивність диспергування.

Шипшина має значну відмінність щодо характеру подрібнення.

Основним є те, що в діапазоні тривалості подрібнення

умов 15 хв, а кількість частинок з максимумом на функції розподілу в 1,5–2 рази менша, ніж для відповідної тривалості подрібнення кропиви й календули.



1 – 15 хв; 2 – 10 хв; 3 – 5 хв.

Рисунок 3 – Розподіл частинок шипшини за діаметром під час подрібнення

Слід зазначити, що збільшення вказаної тривалості для кропиви та календули не спричиняє істотного зростання відносного вмісту дрібної фракції, а для шипшини, хоча вміст дрібної фракції збільшується, спостерігається нагрівання порошку, що може негативно позначитися на вмісті у ньому вітаміну С.

Попередніми дослідженнями [6] встановлено, що введення в кров ВРХ дисперсій у масових частках 2...4 % до маси крові сприяє збереженню форм гемоглобіну переважно у двовалентній формі під час теплової обробки. У зв'язку з цим завданням другої серії експериментів

було вивчення можливості стабілізації двовалентного заліза крові ВРХ під час теплової обробки й подрібнення від окислювальної дії за умов внесення рослинних порошоків різної дисперсності та масової частки, у складі яких клітковина та вітаміни антиоксидантної групи.

Для одержання паст із вологовмістом 45% (модельні системи) висушену подрібнену рослинну сировину за різних масових часток змішували з кров'ю ВРХ і піддавали тепловій обробці.

У зразках паст вивчали співвідношення форм гемоглобіну за допомогою методу диференціальної спектрофотометрії [7].

Із таблиці 1 видно, що масова частка рослинної сировини меншою мірою, ніж дисперсність, впливає на співвідношення форм гемоглобіну. Це свідчить про необхідність подрібнення рослинної сировини до розміру часток 20...30 мкм.

Визначено кількість гемового заліза у зразках паст із рослинною сировиною [8]. Як видно з таблиці 1, кількість гемового заліза для зразків паст із різними рослинними інгредієнтами з масовими частками 4 та 2% до маси крові відрізняється незначно (в межах похибки), проте спостерігається залежність від їх дисперсності.

Мабуть, певна частина біологічно активних речовин використовуваних рослинних інгредієнтів утворює антиоксидантний бар'єр щодо окиснення гемового заліза. Крім того, площа поверхні дисперсій сприяє ефекту стабілізації гемового заліза.

Таблиця 1 – Співвідношення форм гемоглобіну в зразках паст залежно від масової частки й дисперсності рослинних інгредієнтів

Зразки паст	Співвідношення форм гемоглобіну, %			Гемове залізо, г / кг ($\pm 0,01$ г / кг)
	HbO ₂	Hb	MtHb	
Кров (per se) – контроль	74 $\pm$ 5	11 $\pm$ 2	15 $\pm$ 2	1,05
Кров + 4% шипшини з розміром часток 30–60 мкм	19 $\pm$ 2	28 $\pm$ 3	53 $\pm$ 3	0,80
Кров + 2% шипшини з розміром часток 30–60 мкм	15 $\pm$ 2	34 $\pm$ 3	51 $\pm$ 4	0,44
Кров + 4% шипшини з розміром часток 60–100 мкм	5 $\pm$ 1	35 $\pm$ 3	60 $\pm$ 5	0,40
Кров + 2% шипшини з розміром часток 60–100 мкм	2 $\pm$ 1	40 $\pm$ 3	58 $\pm$ 4	0,45
Кров + 4% календули з розміром часток 20–30 мкм	8 $\pm$ 1	45 $\pm$ 3	47 $\pm$ 3	0,40
Кров + 2% календули з розміром часток 20–30 мкм	8 $\pm$ 1	40 $\pm$ 3	52 $\pm$ 4	0,40
Кров + 4% календули з розміром часток 30–60 мкм	7 $\pm$ 1	30 $\pm$ 3	63 $\pm$ 5	0,20
Кров + 2% календули з розміром часток 30–60 мкм	5 $\pm$ 1	34 $\pm$ 3	61 $\pm$ 5	0,22
Кров + 4% кропиви з розміром часток 20–30 мкм	26 $\pm$ 2	29 $\pm$ 3	45 $\pm$ 3	0,45
Кров + 2% кропиви з розміром часток 20–30 мкм	16 $\pm$ 2	38 $\pm$ 3	46 $\pm$ 4	0,40
Кров + 4% кропиви з розміром часток 30–60 мкм	8 $\pm$ 1	37 $\pm$ 3	55 $\pm$ 4	0,35
Кров + 2% кропиви з розміром часток 30–60 мкм	2 $\pm$ 1	35 $\pm$ 3	63 $\pm$ 5	0,29

Для отримання продукту тривалого зберігання та прийнятної форми введення в продукти харчування пасти висушували до залишкового вологовмісту 5...7 %. Для цього використовували ЗТП-сушарку як таку, що мінімально впливає на біологічні об'єкти. Сушку проводили за температури 75 °С протягом 90 хв. Для одержання порошків сушені пасти подрібнювали на кульовому млині до дисперсності 20...60 мкм. Треба зазначити, що протягом двох годин подрібнення одержували порошки з календулою та кропивою дисперсністю 20...30 мкм, а із шипшиною – 30...60 мкм.

У зразках порошків вивчали співвідношення форм гемоглобіну та кількість гемового заліза. Результати досліджень наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Співвідношення форм гемоглобіну в зразках порошків залежно від масової частки й дисперсності рослинних інгредієнтів

Зразки добавки	Співвідношення форм гемоглобіну, %			Гемове залізо, г / кг ($\pm 0,01$ г / кг)
	HbO ₂	Hb	MtHb	
Кров + 4% шипшини з розміром часток 30–60 мкм	2 $\pm$ 1	44 $\pm$ 2	54 $\pm$ 3	0,50
Кров + 2% шипшини з розміром часток 30–60 мкм	3 $\pm$ 1	48 $\pm$ 4	49 $\pm$ 3	0,53
Кров + 4% шипшини з розміром часток 60–100 мкм	5 $\pm$ 1	36 $\pm$ 3	59 $\pm$ 4	0,40
Кров + 2% шипшини з розміром часток 60–100 мкм	3 $\pm$ 1	37 $\pm$ 4	60 $\pm$ 5	0,20
Кров + 4% календули з розміром часток 20–30 мкм	3 $\pm$ 1	49 $\pm$ 4	48 $\pm$ 4	0,60
Кров + 2% календули з розміром часток 20–30 мкм	2 $\pm$ 1	56 $\pm$ 4	42 $\pm$ 4	0,45
Кров + 4% календули з розміром часток 30–60 мкм	2 $\pm$ 1	38 $\pm$ 3	60 $\pm$ 5	0,50
Кров + 2% календули з розміром часток 30–60 мкм	5 $\pm$ 1	33 $\pm$ 3	62 $\pm$ 5	0,42
Кров + 4% кропиви з розміром часток 20–30 мкм	8 $\pm$ 1	41 $\pm$ 4	51 $\pm$ 4	0,45
Кров + 2% кропиви з розміром часток 20–30 мкм	7 $\pm$ 1	40 $\pm$ 4	53 $\pm$ 4	0,40
Кров + 4% кропиви з розміром часток 30–60 мкм	5 $\pm$ 1	39 $\pm$ 3	56 $\pm$ 4	0,30
Кров + 2% кропиви з розміром часток 30–60 мкм	2 $\pm$ 1	40 $\pm$ 4	58 $\pm$ 4	0,20

Як видно з таблиці 2, співвідношення форм гемоглобіну в порошках, практично не відрізняється від таких у пастах. Це свідчить про мінімальний вплив обраних способів сушки та помелу на якість порошків за вказаним показником. У порошках, одержаних із паст, збереглася тенденція до стабілізації форм гемоглобіну за допомогою рослинної сировини й більшою мірою це обумовлено дисперсністю компонентів, введених у кров ВРХ, що показано в таблиці 2.

Висновки

Визначено раціональну тривалість подрібнення для отримання заданого фракційного складу порошків (для кропиви й календули – 5 хв, для шипшини – 15 хв).

Рослинні інгредієнти, що мають дрібнодисперсну фракцію, виконують роль органічних матриць для стабілізації гемового заліза переважно у двовалентній формі.

Що ж до перспектив подальших досліджень у цьому напрямі, то їх результати дозволяють розробити технологію порошкоподібної дієтичної добавки з крові ВРХ та рослинної сировини для збагачення на гемове залізо харчових продуктів, що рекомендуються для дієтичного та лікувально-профілактичного харчування.

Література

1. Міцик, В. Ю. Борошняні кондитерські лікувально-профілактичні продукти з альбуміном [Текст]/ В.Ю.Міцик, Н.В.Притульська, О.В.Дядечко // Формування асортименту та зберігання товарів в ринкових умовах: зб. наук. пр. – 1995. – С. 106-109.
2. Євлаш, В. В. Технологія хліба житньо-пшеничного, що збагачений на гемове залізо, та оцінка якості (закінчення) [Текст] / В.В.Євлаш, О.В.Неміріч, В.О. Віннікова // Хлебопекарское и кондитерское дело. – 2008. – №2(16). – С.48-50.
3. Євлаш, В. В. Зміна вмісту різних форм гемоглобіну під час нагрівання з введенням до рецептури добавки натрій карбоксиметилцелюлози [Текст] / В.В.Євлаш, К.Д. Розанова, А.В. Гавриш // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування на підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі: зб. наук. пр. – 2004. – Ч.1. – С. 69-72.
4. Байклз, Н. Целлюлоза и ее производные [Текст] : [пер. с англ.] / Н. Байклз, Л.Сегал. – М. : Мир, 1974. – 499 с.
5. Тагер, А. А. Физико-химия полимеров [Текст] / А.А. Тагер. – М. : Химия, 1978. – 543 с.
6. Погожих, Н. И. Стабилизация форм гемоглобина сорбцией [Текст] / Н.И.Погожих, В.В. Евлаш // Проблеми біологічної і медичної фізики : І укр. наук. конф. з міжнар. представництвом : [тези доп.]. – Х. : ХНУ ім. Каразіна, 2004. – С. 192.
7. Zwart, A. A Milti - wavelength spectrophotometric Method for the simultaneous determination of five Hemoglobin derivatives [Text] / A.Zwart // J.Clin.Chem.Clin.Biohem. – 1981. – V. 19, № 7. – P. 457-463.
8. ТУ У 15.1-01566330-160-2004. Гемовитал – пищевая добавка [Текст]. – Х., 2004. – 15 с.