

УДК 637.05:637.068

АКМЕН В.О.

Харківський державний університет харчування та торгівлі

ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ДІЄТИЧНИХ ДОБАВОК, ЩО МІСТЯТЬ ГЕМОВЕ ЗАЛІЗО, ПРИ РІЗНИХ СПОСОБАХ ЇХ ПОДРІБНЕННЯ

Вивчено вплив способів подрібнення дієтичних добавок, що містять гемове залізо на показники їх якості: органолептичні, кількість гемового заліза, співвідношення форм гемоглобіну, набухання, формування кольору. Встановлено, що криогенне подрібнення в порівнянні з подрібненням на кульовому млині, дає можливість одержати біологічно-активні добавки з вищими показниками якості

Ключові слова: гемове залізо, кульковий млин, криогенний млин, форми гемоглобіну, якість.

Акмен В.А. Показатели качества диетических добавок, содержащих гемовое железо, при разных способах их измельчения. Изучено влияние способов измельчения диетических добавок, содержащих гемовое железо на показатели их качества: органолептические, количество гемового железа, соотношение форм гемоглобина, набухание, формирование цвета. Установлено, что криогенное измельчение по сравнению с измельчением на шаровой мельнице, даёт возможность получить биологически-активные добавки с более высокими показателями качества

Ключевые слова: гемовое железо, шаровая мельница, криогенная мельница, формы гемоглобина, качество.

Akmen V.O. The indicators of heme iron containing dietary additives quality at different methods of grinding them. Here was studied the influence of methods of heme containing dietary additives grinding on indicators of their quality; that is on their organoleptic quality, the amount of heme iron, the haemoglobin forms ratio, their swelling, and colour formation. It was discovered that cryogenic grinding enable containing biologically active additives with higher quality indicators, than those obtained by means of grinding in a ball mill.

Keywords: heme iron, ball mill, cryogenic mill, forms of hemoglobin, quality.

Постановка проблеми в загальному вигляді і її зв'язок з важливими науковими і практичними завданнями. Відомо, що одним з найдієвіших способів корекції дефіциту заліза є розробка асортименту БАД нового покоління, які містять залізо в легкозасвоюваній для організму гемовій формі і збагачення ними продуктів масового харчування. Відомі дієтичні добавки «Iron Chelate», «Сахарат заліза», «Рідкий хлорофіл», «Гемактін» і «Гемобін», білкові, білково-

поліцукристі комплекси і кольороформуєчі добавки на основі крові ВРХ, «Біогем», порошок гемоглобін, функціональна біологічна добавка 20 Р, сухий харчовий концентрат, «Гемодар», «Гематоген», «Вітагем», «Гемалад», «Гемовітал», які випускають в різних формах – у формі солей заліза, порошоків, гранул, паст, масел, концентратів, бальзаму і ін. [1-4].

Для можливості використання будь-якої добавки, що містить залізо, в продуктах харчування важливо визначити ряд показників якості, на які вона може вплинути. Як правило, вплив на якість виробів залежить від функціонально-технологічних властивостей: ступені набухання, вміст заліза і його засвоюваності в організмі людини, форми введення, способу введення, масової частки добавки і її органолептичних характеристик, показників безпеки і ін. показників. Застосування дієтичних добавок, що містять залізо, обмежується у випадку не відповідності даних показників встановленим нормам.

Встановлено, що велике значення при введенні добавок в харчові продукти має не тільки ряд перерахованих функціонально-технологічних властивостей, але і форма введення, яка може бути рідкою, гелеподібною, порошкоподібною і т.д.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Найсприятливішою формою введення добавки є порошкоподібна форма, що забезпечує рівномірний її розподіл в продукті, технологічність при введенні (точність дозування і можливість поступового введення, відсутність значного впливу на вологовміст продукту) [5, 6, 7]. Найпоширенішими способами подрібнення є механічні пристрої, які відрізняються між собою наявністю всіх або декількох принципів: зрушення, стиснення, удар. До цих пристроїв належать: відцентрові дезінтегратори, колоїдні млини, звичайні млини, кульові млини і т.п.

В сировині або в готовому продукті під час подрібнення відбувається збільшення температури, що може вплинути на показники якості (кольороформуєчі характеристики, колір, смак, вміст мікронутрієнтів і ін.). Для зниження температурної дії використовують пристрої для охолодження. Поширеним сучасним способом можна вважати охолодження робочих органів млина і сировини рідким азотом – криогенні млини. При цьому слід враховувати, що сама сировина за низьких температур набуває крихких властивостей і легко руйнується при ударі, що по різному впливає на якість продукту. Тому вивчення впливу способів подрібнення біологічно активних добавок на їх показники якості є актуальним завданням.

Мета статті. Метою роботи було дослідження впливу різних способів подрібнення на показники якості нових дієтичних добавок, що містять гемове залізо, одержаних з харчової крові і рослинної сировини.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для досягнення поставленої мети необхідно було обрати способи подрібнення готових дієтичних добавок і досліджувати функціонально-технологічні показники якості добавок, а саме розмір і форму частинок, вміст гемового заліза, співвідношення форм гемоглобіну, розчинність, зміну колірних параметрів.

Дієтичні добавки, що містять гемове залізо, одержували з харчової крові і порошоків календули, шипшини і кропиви. Рослинні порошки визначеної дисперсності, (20.25×10^{-6} м) в основній фракції, заздалегідь замочували в частині харчової крові впродовж 10 х 60 хв. у співвідношенні 1:0,5, потім вводили у визначений обсяг харчової крові, при перемішуванні, в двох досліджуваних масових частинах 2% і 4% від маси крові. Одержану суміш залишали на 30 ... 40 х 60 з при зниженні температури до $6...8^{\circ}$ С, після чого піддавали нагріванню до температури $85 \pm 2^{\circ}$ С в паровому казані при тиску пари в сорочці казана 0,12 Мпа до отримання маси сирної консистенції (пасти) червоно-коричневого кольору. Загальна тривалість обробки складала $20... 25 \pm 1$ хв.

Далі пасти сушили з використанням сушки із змішаним теплопідведенням (ЗТП-сушка) до залишкового вологовмісту $6 \pm 1\%$ за температури 75° С впродовж 90×60 с. Такий режим забезпечує максимальне збереження форм гемоглобіну і кількість гемового заліза [4]. Висушені дієтичні добавки «Редгем», «Калгем», «Фітогем» являли собою щільні гранули невеликого розміру червоно-коричневого кольору. Тому наступним етапом був етап подрібнення, для чого необхідно було обрати спосіб помелу (подрібнення).

З метою вибору способу помелу, що забезпечує рівномірне подрібнення сушеної пасти до заданої величини частинок основної фракції порошку ($25...30$) $\times 10^{-6}$ м, нами вибрано два способи помелу: з використанням кульового і криогенного млинів, і проведене порівняльне дослідження якісних показників порошоків, подрібнених двома способами.

Такий вибір обумовлений істотною різницею процесів подрібнення за показниками тривалості і температури. Відомо, що тривалість криогенного подрібнення у декілька разів менша, ніж на кульовому млині. Проте криогенний млин і його обслуговування є дорогим способом подрібнення для умов виробництва і приводить до збільшення собівартості порошоків, тому його застосування повинно бути доцільним.

В подрібненому продукті мікроскопічним методом (з використанням МБС-10) визначені розміри частинок (мкм), їх розподіл – відносний вміст частинок даного розміру, а також форма частинок основної фракції. Проведені дослідження по вивченню розподілу частинок за діаметром в порошках,

одержаних різними способами подрібнення, результати яких наведені на рис. 1. і в табл. 1.

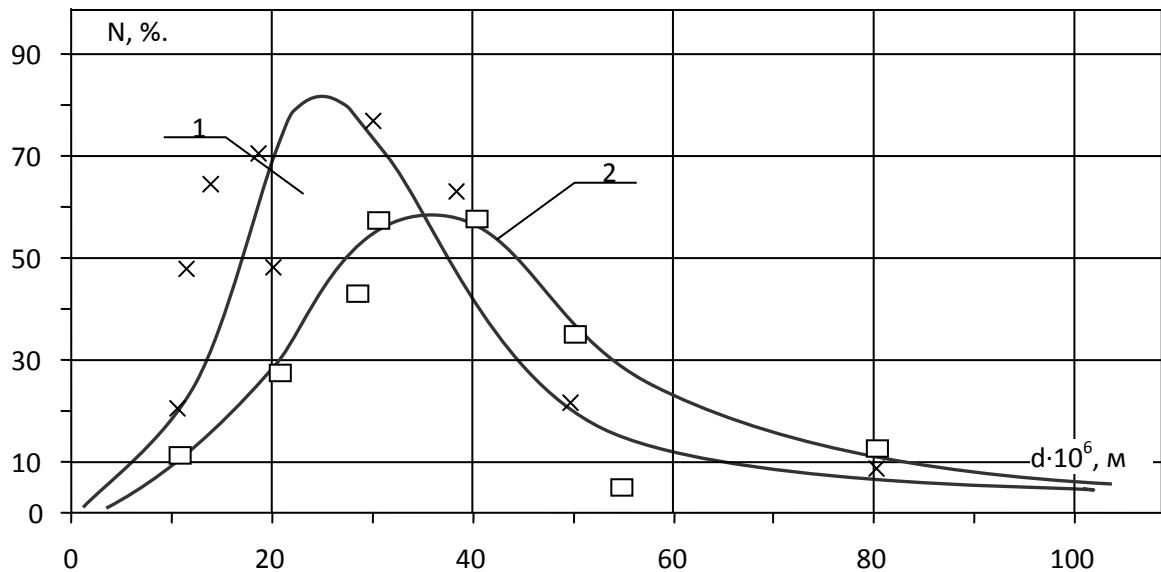


Рис. 1. Розподіл частинок в порошках по діаметрах при подрібненні на: 1 – криогенному млину; 2 – кульовому млину

Як видно з рис. 1 і табл. 1, обидва види млинів подрібнюють сухий продукт до розмірів частинок (20...25 × 10⁻⁶ м).

Проте, рівномірність подрібнення і форма частинок порошку різні при помелі в кульовому млині і криогенним способом. Так, основна фракція частинок порошку при подрібненні на кульовому млині має розміри (30...40) × 10⁻⁶ м (60 %), а при криогенному помелі – (20...25) × 10⁻⁶ м (75 %).

Таблиця 1

Характеристика частинок біологічно-активних добавок одержаних при різних способах подрібнення

Фракції	Кульковий млин		Криогенний спосіб помелу	
	розміри частинок, d·10 ⁻⁶ м	кількість частинок, %	розміри частинок, d·10 ⁻⁶ м	кількість частинок, %
Велика	70...100	12	60...70	5
Середня	30...40	60	20...25	75
Дрібна	10...15	28	10...15	20
Форма	наріжна		ізометрична	

Так само з табл. 1 видно, що при подрібненні в кульовому млині істотно погіршується рівномірність подрібнення: у цих зразках виявляється до 12 % великих (до 100×10^{-6} м) частинок, тоді як в зразках криогенного помелу – не більше 5 % (до 70×10^{-6} м).

Також, з таблиці видно, що при криогенному подрібненні одержуємо ізометричну форму частинок – це в більшій мірі відповідає необхідним технологічним характеристикам фарбувальної речовини.

Шляхом мікроскопування було вивчено форми та розміри частинок, отримано їх мікрофотографії. Встановлено, що водна суспензія порошку добавки має частинки кулястої форми. Очевидно, така форма обумовлена не стільки подрібненням, скільки частковим набуханням порошку.

При вивченні показника відносного набухання (рис. 2) встановлено, що набухання порошку одержаного при криогенному подрібненні в 1,1 рази вище ніж при використанні кульового млина, що є важливим фактором формування функціонально-технологічних показників якості добавок.

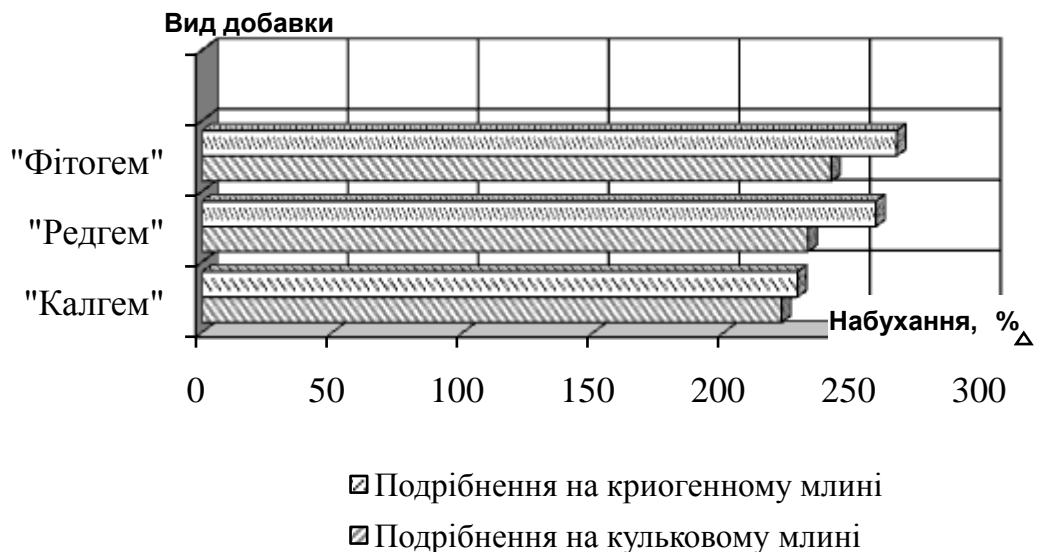


Рис. 2. Характеристика відносного набухання порошків дієтичних добавок «Редгем», «Калгем», «Фітогем»

Оскільки під час подрібнення відбувається окислення заліза за рахунок збільшення дисперсності частинок і тривалості подрібнення, а також підвищення температури за рахунок перетворення механічної енергії [4], необхідно досліджувати вплив способу подрібнення на такі важливі показники якості як вміст гемового заліза і співвідношення форм гемоглобіну в одержаних

порошках дієтичних добавок. Саме від значення цих показників залежить доцільність використання дієтичних добавок для збагачення харчових продуктів. Результати дослідження наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Форми гемоглобіну і кількість гемового заліза в зразках порошків, залежно від способу їх подрібнення

Зразки порошків дієтичних добавок	Форми гемоглобіну, %			Гемове залізо, г / кг (± 0,01 г / кг)
	Fe ²⁺		Fe ³⁺	
	HbO ₂	Hb	MtHb	
подрібнення на криогенному млині				
«Редгем»	7 ± 0,5	43 ± 2	50 ± 3	0,6
«Калгем»	6 ± 0,5	46 ± 2	48 ± 3	0,65
«Фітогем»	8 ± 1	42 ± 2	50 ± 3	0,6
подрібнення на кульовому млині				
«Редгем»	2 ± 0,5	47 ± 2	54 ± 3	0,6
«Калгем»	3 ± 0,4	45 ± 2	52 ± 3	0,65
«Фітогем»	4 ± 1	44 ± 2	52 ± 3	0,6

Встановлено, що при криогенному помелі розмір частинок дещо менше, ніж при кульовому подрібненні. Але зважаючи на вищу вартість криогенного млина і витрати на її обслуговування, в умовах виробництва, можливо використання кульового млина, оскільки, з табл. 2 видно, що спосіб подрібнення не впливає на вміст гемового заліза, а співвідношення форм гемоглобіну (Fe²⁺ : Fe³⁺) в порошках, одержаних з його використанням, хоч і поступається криогенному подрібненню (відбувся перерозподіл за рахунок зменшення частини HbO₂, яка перейшла в Hb форму і частково в MtHb), але знаходиться в співвідношенні близькому до оптимального (50:50). Це відповідає вимогам по формуванню якості дієтичних добавок, що містять гемове залізо.

Пофарбування суспензії в різні колірні відтінки (колірні характеристики), а також бачимо збільшення в'язкості суспензії свідчить про часткове розчинення, як білків, так і полісахаридів. Вивчено колірні характеристики порошків дієтичних добавок, одержаних на криогенному і кульовому млинах, результати приведені в табл. 3.

Таблиця 3

Колірні характеристики зразків дієтичних добавок «Редгем», «Калгем», «Фітогем», що були одержані при різних способах помелу

Зразки порошків дієтичних добавок	Колірні характеристики				
	Координати кольору			Колірний тон (λ), нм $\lambda \pm S_\lambda, S_\lambda = \pm 4$	Колориметрична чистота кольору (P_c), відн.од.
	$X \cdot 10^{-3}$	$Y \cdot 10^{-3}$	$Z \cdot 10^{-3}$		
при подрібненні на криогенному млині					
«Редгем»	0,95	0,7	0,2	595	0,80
«Калгем»	0,7	0,6	0,2	586	0,77
«Фітогем»	0,7	0,7	0,2	580	0,71
при подрібненні на кульовому млині					
«Редгем»	0,9	0,7	0,2	592	0,78
«Калгем»	0,8	0,7	0,2	584	0,76
«Фітогем»	0,7	0,7	0,2	581	0,69

Як видно з табл. 3, колірний тон всіх досліджуваних зразків дієтичних добавок знаходиться в помаранчевій області видимого спектру. При цьому відмічено, що в умовах криогенного подрібнення спостерігається незначне збільшення значення колірного тону (зсув у бік червоних довжин хвиль) і вищі показники колориметричної чистоти. Отримані результати корелюють з даними по співвідношенню форм гемоглобіну, оскільки співвідношення 50:50 забезпечує краще збереження гемоглобіну, а відповідно і червоного відтінку в кольорі добавки.

Досліджено вміст водорозчинного білка в дієтичних добавках (шляхом їх екстракції водою з наступним осадженням етанолом і висушуванням осаду до постійної маси), що визначає їх функціональні і технологічні властивості. Встановлено, що незалежно від способу подрібнення добавка «Редгем» містить 7,9% водорозчинного білка, добавка «Калгем» – 8,3%, добавка «Фітогем» – 8,6%, це свідчить про те, що разом з протианемійною дією дослідні добавки можуть розглядатися, як білкові добавки в продуктах лікувального і дієтичного напрямку.

Вивчено показники безпеки дієтичних добавок. Встановлено, що вміст важких металів, показники КМАФАМ, кількість дріжджів і цвілевих грибів в нових дієтичних добавках не перевищує нормативів для продуктів з крові, що діють на території України. При цьому при подрібненні на криогенному млині дріжджі і цвілеві гриби в дієтичних добавках були майже відсутні, а після

зберігання їх вміст був в п'ять разів менше, ніж при подрібненні на кульовому млині.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Як показали дослідження, при подрібненні дієтичних добавок «Редгем», «Калгем», «Фітогем» реалізуються відомі переваги криогенного помелу сухих продуктів, що дозволяє підвищити показник набухання, одержати добавки з оптимальним співвідношенням форм гемоглобіну, а отже з більш вираженими колірними характеристиками. Таким чином дієтичні добавки, що містять гемове залізо при криогенному способі подрібнення характеризуються вищими показниками якості порівняно з аналогом одержаним при подрібненні на кульовому млині, тому криогенний спосіб подрібнення в дослідженому режимі доцільно рекомендувати для випуску дієтичних добавок «Редгем», «Калгем», «Фітогем» в умовах виробництва. Проте, за відсутності дорогого кріообладнання, кульовий млин може бути також використаний в промислових умовах. При цьому необхідно контролювати об'ємне співвідношення між кулями, що мелють, і добавкою, а також стежити, щоб температура протягом помелу значно не підвищувалася.

У подальшому плануються дослідження по підвищенню споживних властивостей продуктів харчування шляхом введення дієтичних добавок «Редгем», «Калгем», «Фітогем», що містять гемове залізо.

Література

1. Пат. 2025718 ФРГ МПК А 61 К 35/18. Препарат – диетическая добавка / Тихонов С. Н., Шишляков К. Н. ; заявители и патентообладатели Тихонов С. Н., Шишляков К. Н. – № 99125158/13 ; заявл. 06.12.99 ; опубл. 10.03.01, Бюл. № . – 4 с.
2. Рогов И. А. Гемсодержащие белково-полисахаридные комплексы, получаемые при комплексной переработке крови / И. А. Рогов, Л. Б. Макарова, М. П. Макарова // Переработка и уничтожение полимерных промышленных и сельскохозяйственных отходов. Экология производства полимерных материалов : науч.-техн. конф., 31 мая – 3 июня 1994 г. : тез. докл. – М., 1994. – С. 54–55.
3. А. с. 2057536 А 61 К 35/14. Способ получения гематогена / В. А. Фигурнов. – № 5043058/14 ; заявл. 21.05.92 ; опубл. 10.04.96, Бюл. № 10.
4. Евлаш В. В. Научное обоснование технологии диетической добавки и пищевых продуктов антианемической направленности со стабилизированным гемовым железом : дис. ... доктора. техн. наук : 05.18.16 / Евлаш В. В. – Харьков, 2009. – 381 с.
5. Спиричев В. Б. Обогащение пищевых продуктов микронутриентами: научные подходы и практические решения / В. Б. Спиричев, Л. Н. Шатнюк, В. М. Поздняковский // Пищевая промышленность. – 2003.–№3. – С. 10–17.
6. Мачихин, Ю.А. Инженерная реология пищевых материалов.[Текст] / Ю. А Мачихин, Е.С. Мачихин // Лёгкая и пищевая промышленность. – М., 1981. – 216с.
7. Ребиндер П. А. О формах святой влаги с материалом в процессе сушки / П. А. Ребиндер // ВНТ совещание по интенсификации процессов и улучшению качества материалов при сушке в основных отраслях промышленности и с/х. – М. : Проф. издат. – 1958. – С. 20–33.

Стаття постуила в редакцію 25.12.2014 р.