

УДК 663.911:663.916.3

# ВПЛИВ ДІЄТИЧНОЇ ДОБАВКИ «ГЕМОВІТАЛ» НА РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ГЛАЗУРИ ДЛЯ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ

**М.Т. Малафєєв**

Кандидат фізико-математичних наук, доцент\*

Контактний тел.: 349-45-00

E-mail: ntmal@ukr.net

**М.І. Погожих**

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри\*\*\*

Контактний тел.: 349-45-86

\*Кафедра енергетики та фізики\*\*

**В.В. Євлаш**

Доктор технічних наук, професор\*\*

Контактний тел.: 349-45-80

**А.В. Гавриш**

Науковий співробітник\*\*

\*\*Кафедра гігієни харчування та мікробіології\*\*\*

\*\*\*Харківський державний університет харчування та

торгівлі

вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051

Контактний тел.: 349-45-80

E-mail: aquaaqua2@yandex.ru

*В статті визначено, що какао-олія та пальмоядрова олія є ньютонівськими рідинами при всіх температурах досліджень, яким при додаванні до них дієтичної добавки «Гемовітал» притаманна неньютонівська течія. Подрібнення частинок дієтичної добавки «Гемовітал» в олії веде до збільшення когезії між частинками та утворення стабільної суспензії. Встановлена раціональна масова частка дієтичної добавки «Гемовітал» для глазури*

*Ключові слова: какао-олія, пальмоядрова олія, дієтична добавка «Гемовітал»*

*В статье определено, что какао-масло и пальмоядровое масло являются ньютоновскими жидкостями при всех температурах исследований, которым при добавлении к ним диетической добавки «Гемовитал» свойственно неньютоновское течение. Измельчение частиц диетической добавки «Гемовитал» в масле ведет к увеличению когезии между частицами и образованию стабильной суспензии. Установлена рациональная массовая доля диетической добавки «Гемовитал» для глазури*

*Ключевые слова: какао-масло, пальмоядровое масло, диетическая добавка «Гемовитал»*

*The article stipulates that the cocoa butter and palm kernel oil is Newtonian at all temperatures studies that when you add to them a dietary supplement «Gemovital» typical non-Newtonian flow. Breakage of particles dietary supplements «Gemovital» in oil leads to an increase cohesion between particles and the formation of a stable suspension. The rational mass fraction of dietary supplements «Gemovital» for the glaze*

*Keywords: cocoa butter, palm oil, a dietary supplement «Gemovital»*

Якість глазури залежить від таких важливих показників, як реологічні характеристики. За своїми властивостями глазури являють собою структуровані високодисперсні системи, в яких дисперсійним середовищем є олія, а дисперсною фазою – часточки какао-порошку, цукру та інших рецептурних компонентів. Реологічні властивості такої висококонцентрованої суспензії визначаються з одного боку, властивостями плинності розплавленої жирової фази, а з іншого – кількістю, видом та гранулометричним складом компонентів дисперсної фази.

Дослідження реологічних характеристик здійснювались в науково-дослідній лабораторії кафедри енергетики та фізики ХДУХТ. В якості об'єкта дослідження була обрана шоколадна глазури (масова частка жиру 57%) з заміною какао-порошка дієтичною добавкою «Гемовітал» в кількості 25%.

Заміну какао-порошка на дієтичну добавку «Гемовітал» проводили з метою придання глазури антианемічних властивостей. Це було можливо, оскільки дієтична добавка «Гемовітал» має порошкоподібну структуру з дисперсністю 25–30 мкм.

Досліджували в'язкість для систем какао-олії і дієтичної добавки «Гемовітал» та пальмоядрової олії і дієтичної добавки «Гемовітал» на ротаційному віскозиметри з керованою швидкістю зсуву ( $\gamma$ ) та з термостатним блоком. Вимірювання проводились за температур 50 і 35°C та у додаткових вимірюваннях – за рекомендованої в літературі температури 40°C. Однак якісних змін за різних температур у системах не спостерігалось. Вимірювання проводились двічі: при прямому ході регулювання швидкості зсуву (збільшення швидкості зсуву) та при зворотному ході (зменшення швидкості зсуву). Для дослідження взаємодій між частинками систем було проведено розрахунок гістерезису в'язкості. Для цього розраховувалось відношення в'язкості у зворотному ході до прямого за тієї же величини швидкості зсуву.

Проведені дослідження показали, що какао-олія за температури  $t = 35^\circ\text{C}$  є ньютонівською рідиною, а для пальмоядрової олії спостерігалось деяке збільшення в'язкості при  $\gamma < 1\text{c}^{-1}$  при  $t = 35\text{...}40^\circ\text{C}$ , яке є на межі точності вимірювань. При додаванні дієтичної добавки «Гемовітал» в кількості  $C = 25\%$  до маси олій спостерігалась сильно виражена так звана «неньютоновська» поведінка для систем (рис. 1), коли в'язкість залежить від швидкості зсуву. При цьому у зразках, де кількість дієтичної добавки «Гемовітал» менше за 21%, була слабо виражена неньютоновська поведінка при  $\gamma < 1.3\text{c}^{-1}$  (рис. 2). У координатах  $\mu - \gamma$  (рис. 1,а) спостерігається гіперболічний характер поведінки в'язкості від швидкості зсуву. У логарифмічних координатах (рис. 1,б) інформації більше: при швидкості зсуву  $\gamma < 1.3\text{c}^{-1}$  напевно лінійна залежність  $\mu = f(\gamma)$ , що відповідає ступенневої залежності в'язкості за моделлю Освальда. Для швидкостей  $\gamma > 3\text{c}^{-1}$  – крива асиметрично наближається до сталого значення в'язкості, тобто до величини в'язкості зруйнованої структури, отже при  $\gamma > 10\text{c}^{-1}$  спостерігається інтенсивне руйнування структури за рахунок механічної енергії відносно руху шарів рідини.

З рис. 3 видно, що спостерігається суттєве змінення в'язкості для систем, що досліджувалися, в залежності від кількості дієтичної добавки «Гемовітал» при швидкості зсуву  $\gamma = 9,3\text{c}^{-1}$ . Зазначено, що додавання дієтичної добавки «Гемовітал» структурно суттєво впливає на структурно-механічні властивості систем, як на основі какао-олії так і на основі пальмоядрової олії.

Якщо при додаванні дієтичної добавки «Гемовітал» в кількості  $\leq 20\%$  система ближче поводить ся як ньютонівська родина, то збільшення кількості дієтичної добавки «Гемовітал» призводить до неньютонівського характеру течії рідини. Цей факт ймовірно обумовлений взаємодією часток суспензії (дієтичної добавки «Гемовітал») між собою шляхом електростатичних та дисперсних сил. Тобто існує певна об'ємна густина розподілу часток у масі, коли їх взаємодія спричиняє утворенню певного опору відносному зсуву шарів системи.

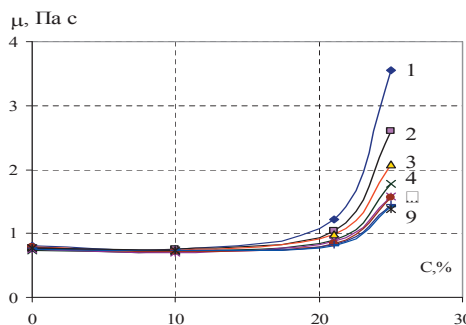


Рис. 2. В'язкість глазури для систем пальмоядрової олії і дієтичної добавки «Гемовітал» в залежності від вмісту дієтичної добавки «Гемовітал» при температурі 35°C при різних швидкостях зсуву: криві 1, 2,...9 – 0,46, 0,83, 1,46, 2,6, 4,6, 5,2, 9,3, 16,5, 29,2  $\text{c}^{-1}$

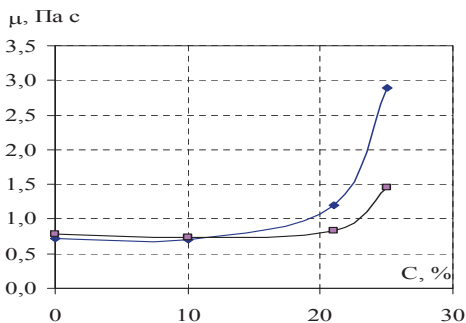


Рис. 3. В'язкість систем какао-олії і дієтичної добавки «Гемовітал» (-♦-) та пальмоядрової олії і дієтичної добавки «Гемовітал» (-■-) при швидкості зсуву 9,3  $\text{c}^{-1}$  і температурі 35°C

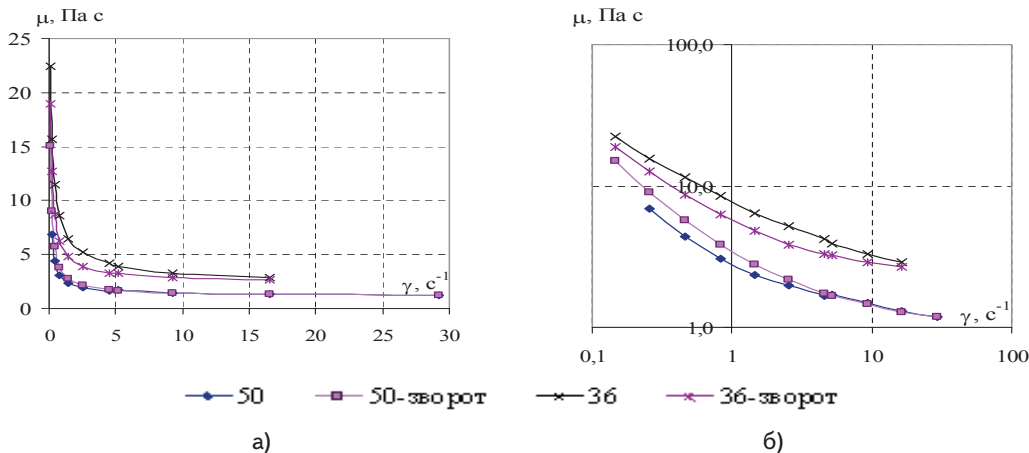


Рис. 1. В'язкість системи какао-олії і дієтичної добавки «Гемовітал» при різних швидкостях зсуву: а) у звичайних координатах, б) у логарифмічних координатах при температурах 36 та 50°C

Крім того, для досліджених систем спостерігається різна поведінка при прямому ході регулювання швидкості зсуву (збільшення швидкості зсуву) та зворотному ході (зменшення швидкості зсуву) (рис. 4). Оцінювання гістерезису проводили шляхом відношення величин в'язкості прямого та зворотного ходу.

$$g_\gamma = \left( \frac{\mu_{\text{пр}}}{\mu_{\text{зв}}} \right)_\gamma \quad (1)$$

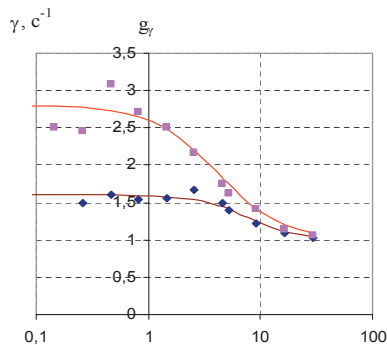


Рис. 4. Гістерезис в'язкості залежно від швидкості зсуву для системи пальмоядрової олії і 20% дієтичної добавки «Гемовітал» при температурі 50 (-♦-) і 35 °C (-■-)

Для зразків з максимальною концентрацією дієтичної добавки «Гемовітал» та для системи пальмоядрової олії і дієтичної добавки «Гемовітал» спостерігалась звичайна тиксотропна поведінка, тобто при зворотному ході після руйнування структури на великих швидкостях зсуву спостерігається зменшення в'язкості (рис. 4). Найбільш швидке руйнування структури спостерігається в діапазоні швидкостей зсуву 1...20 с<sup>-1</sup>.

Для систем на основі какао-олії з невеликою кількістю дієтичної добавки «Гемовітал» ( $\leq 10\%$ ) спостерігалась реопексна поведінка в'язкості (рис. 5), тобто збільшення в'язкості при зворотному ході у порівнянні з прямим.

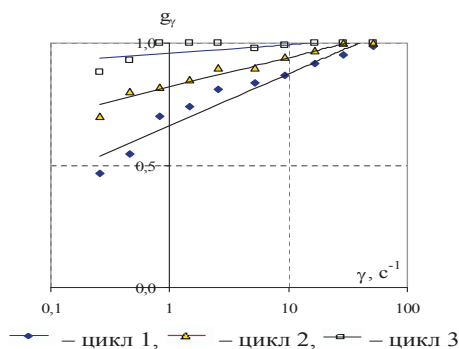


Рис. 5. Гістерезис в'язкості для какао-олії залежно від швидкості зсуву при температурі 50 °C під час повторних циклів

Для встановлення причини такої поведінки були досліджені зразки з нерозмеленими частинками дієтичної добавки «Гемовітал». Поведінка такої системи була незвичною. За невеликих швидкостей зсуву та напруг на електродвигуні реометру спостерігалися різкі зростання швидкості обертів двигуна. Це пояснюється заклинюванням зазору між циліндрами, пов'язаним із розмірами частинок дієтичної добавки «Гемовітал» і різким зростанням напруги на двигуні, внаслідок роботи автоматики, що підтримує постійну швидкість обертів двигуна. При цьому, спостерігається подрібнення частинок дієтичної добавки «Гемовітал» і збільшення внаслідок цього в'язкості розчину на 10...20%. Поблизу максимальної швидкості зсуву і на-

пруги зсуву ( $\gamma > 20$  с<sup>-1</sup> та  $\tau > 10$  Па) спостерігається до- сить швидке збільшення в'язкості з часом (до 20...50%) протягом 3...10 хв. При зворотному ході і зменшенні швидкості зсуву система веде себе вже як звичайна ньютонівська. Тому можливо зробити висновок, що на максимальній швидкості зсуву спостерігається інтенсивне руйнування часточок дієтичної добавки «Гемовітал» внаслідок їх розшарування, що і веде до збільшення в'язкості при цьому. Під час повторних циклів вимірювання напруження зсуву в'язкість та її гістерезис стабілізуються за їх найбільших значень при загальній ньютонівській поведінці (рис. 5).

Таким чином, реопексна поведінка для системи какао-олії і дієтичної добавки «Гемовітал» зумовлена неповним розшаруванням великих частинок дієтичної добавки «Гемовітал» в процесі підготовки напівфабрикатів до виробництва глазури. Цей ефект відсутній для системи та пальмоядрової олії і дієтичної добавки «Гемовітал», що свідчить про те що для пальмоядрової олії процес розшарування йде більш інтенсивно що може бути пов'язано з більш сильною взаємодією між молекулами олії та частинками системи. Тобто треба очікувати, що для системи пальмоядрової олії і дієтичної добавки «Гемовітал» не лише скоротиться процес технологічного приготування системи, але й вона буде більш стабільною за властивостями у часі.

## Висновки

1. Встановлено, що обидва види олії (какао- та пальмоядрова олія) є ньютонівськими рідинами при всіх температурах досліджень.
2. Досліджено, що додавання до системи дієтичної добавки «Гемовітал» в кількості  $C > 20\%$  веде до суттєвих змін у реологічній системі: спостерігається чітко виражена ньютонівська течія.
3. Встановлено, що подрібнення частинок дієтичної добавки «Гемовітал» в олії веде до збільшення когезії між частинками та утворенню стабільної суспензії.
4. Встановлена раціональна масова частка дієтичної добавки «Гемовітал» для глазури з антианемічною дією, яка забезпечує найкращі функціонально-технологічні та фізіологічні властивості продукту.

## Література

1. Малафаєв М.Т. Широкодіапазонний ротаційний віскозиметр / М. Т. Малафаєв, М. І. Погожих // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: Зб. наук. праць / Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. – Вип. 2 (6), Харків, ХДУХТ-2007. – с. 87-95.
2. Евлаш В. В. Теоретические предпосылки и экспериментальные проверки механизмов стабилизации гемового комплекса / В. В. Евлаш, Н. И. Погожих, Н. Т. Малафаєв // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2008. – № 1/3 (31). – С. 18–22.
3. Евлаш В.В. Наукові основи технології дієтичної добавки і харчових продуктів антианемічного спрямування зі стабілізованим гемовим залізом: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук : 05.18.16. / В. В. Евлаш. – Харків. – 2009. – 42 с.