

## СТАНОВИЩЕ

от проф. дхн Елена Димитрова Милева, ИФХ-БАН,  
член на Научно жури за защита на дисертационен труд  
за получаване на образователната и научна степен „доктор”

**Автор на дисертационния труд:** Лидия Манолова Димитрова, редовен докторант,  
Катедра „Инженерна химия и фармацевтично инженерство”  
ФХФ, Софийски университет „Св. Климент Охридски“

**Тема на дисертационния труд:** „СТАБИЛИЗАЦИЯ НА ПЕНИ И ЕМУЛСИИ С ПРОТЕИНА  
ХИДРОФОБИН И НЕГОВИ СМЕСИ С ДРУГИ ПРОТЕИНИ”

**Направление:** 4.2.Химически науки (Теоретична химия – макрокинетика)

Дисертационният труд на докторант Лидия Манолова Димитрова е в областта на получаване и регулиране свойствата на пенни и емулсионни системи, стабилизирани с протеини. Като е добре известно, тези системи намират разнообразни приложения, например във фармацевтичната, козметичната, хранителната промишлености и пр. Целта на предлаганата дисертация е обстойно изследване на възможностите за ефективен контрол върху структурата и стабилността на пенни и емулсии, които съдържат протеина хидрофобин (HFBI). Това е природен продукт с изразени амфифилни свойства, което води до възникване на агрегати във воден разтвор, а в случая с пенни системи се образуват и много добре структурирани адсорбционни слоеве по фазовата граница разтвор/въздух. Тази специфика на веществото позволява то да бъде класифицирано като един от най-добрите пеностабилизатори. Систематичното изучаване на емулгаторните му свойства обаче, не е провеждано досега.

Изследванията в дисертацията са съсредоточени върху течни системи (пенни и емулсионни), стабилизирани с хидрофобин (HFBI), както и със смеси от HFBI и т.нар. „регулярен“ протеин:  $\beta$ -лактоглобулин (BLG), говежди серум албумин (BSA) или овалбумин (OVA). Основните свойства, които са изследвани са: (1) пенообразуване, стабилност и дисперсност; реологични свойства на пените; (2) емулгиране, структура и стабилност на емулсии; Оствалдово зреене. Главната научна хипотеза в случая е, че структурата на адсорбционните слоеве от протеина по течните фазови граници има решаваща роля за специфичните свойства на изследваните системи. Контролът върху тези свойства може да се осъществява чрез внимателен подбор на количеството HFBI, както и чрез добавяне на други („регулярни“) протеини, които допълнително модифицират повърхностните свойства и динамичните условия в течните фази.

Дисертантката познава отлично състоянието на проблема в научната литература. Цитирани са 102 източника, повечето от които са анализирани в Глава 1 (Увод) и Глава 2 (Използвани материали и експериментални методи). Въведени са последователно всички основни понятия, модели и подходи, използваните техники за получаване на пените и емулсиите, както и методиките за изследване на свойствата и стабилността на течните системи и микроскопичните тънки филми. Резултатите от изследователската работа на Лидия Димитрова са представени в Глави 3-4, като всяка от тези глави завършва с обобщение на получените резултати и направените изводи. Дадено е прецизното описание на проведените изследвания, съчетано с кратка мотивация за всеки тип използвана методика, и подробно тълкуване на експерименталните данни. В този смисъл, дисертационният труд представлява единно и много добре организирано изложение на важен научен проблем и подходите за неговото решаване, като съдържа и ясно формулирани резултати.

Основните научните постижения в представената дисертация, според мен, са следните:

1) Получени са пенни, стабилизирани с протеина хидрофобин, които не се разрушават в продължение на 15-17 дни. Установено е, че HFBI повишава дълготрайността на пените защото: (i) стабилизира пенните филми и предотвратява коалесценцията на мехурчетата;

(ii) образува плътни адсорбционни слоеве, които блокират преноса на газ и предотвратяват оствалдовото зреене; (iii) стабилизира по-малките мехурчета и протеинови агрегати, които се струпват в каналите на Плато и пречат на синерезиса в пените.

2) Установено е, че стабилността на пените с HFBI не зависи съществено от рН на разтвора. Нещо повече, за смеси на HFBI с „регулярен“ протеин (BLG, BSA или OVA; до 94%) тази стабилност не се нарушава съществено; тя се определя от водещата стабилизираща роля на хидрофобина. Показано е, че е има ясна корелация между повърхностната реология и стабилността на пенните системи; следователно, в случая реологичните свойства могат да послужат като индикатор за стабилността на пените.

3) За пръв път е показано, че HFBI е много ефективен емулгатор: напр.в емулсиите на соево масло (SBO) във вода не се наблюдават съществени изменения при съхранение в продължение на 50 дни. Чрез изследване на разпределенията на капките по размери са идентифицирани два режима: на Колмогоров (по-високи концентрации на HFBI, по-ниска обемна част на маслото) и на „ограничена коалесценция“ (по-ниски концентрации на HFBI, по-висока обемна част на маслото). Установено е нарастване размера на протеиновите агрегати във водната фаза с повишение концентрацията на протеина. Освен това е намерено, че стабилните при покой емулсии се разрушават при разбъркване. Обоснована е хипотезата, че това се дължи на „крехкостта“ на „втвърдените“ адсорбционни слоеве от хидрофобин и е показано е, че разрушаването на тези емулсии може да се предотврати с добавяне на BLG.

4) Проведени са експерименти с емулсии, които са образувани от въгледороди с по-висока разтворимост във вода (лимонен и ксилен), в които е възможно оствалдово зреене. Проведено е сравнително изследване на еволюцията в разпределението на емулсионните капки за четири различни емулгатора: HFBI, SMP (skim milk powder), BLG и Tween 20. Установено е, че HFBI блокира най-пълно оствалдовото зреене и може изцяло да капсулира летливия въгледород в капките. Точно обратното се наблюдава при добавяне на SMP: в тези системи оствалдовото зреене е най-добре изразено.

Научните приноси на дисертационния труд са със значителна степен на новост и представляват в завършен вид едно систематично и грижливо проведено експериментално изследване на условията и възможностите за контрол върху важни свойства на пени и емулсии чрез подходяща модификация на стабилизиращия състав от протеини (HFBI; смеси от HFBI с BLG, BSA или OVA). Тези приноси могат да се определят като получаване на нови факти и доказване с нови средства на съществени нови страни в съществуващи научни и научно-приложни проблеми.

Дисертацията се основава на две статии които са публикувани в международното научно списание *Colloid and Surfaces A* (IF=2.760); и в двете дисертантката е пръв автор. Работите вече са излезли от печат (2016 г. и 2017 г.). По публикациите досега не са забелязани цитати. Получените резултати са представяни като 3 устни доклада и 3 постерни презентации на международни и национални научни форуми. Докторантката е съавтор и в още една публикация от 2012 г. (*Bulg. J. Phys.* 39 (2012) 53–64). Не познавам лично Лидия Димитрова, но от предоставените материали по защитата може обосновано да се твърди, че приносите в дисертационния труд са в основна степен нейно лично дело.

**Въз основа на гореизложеното считам, че предложеният дисертационен труд напълно удовлетворява всички изискванията на ЗРАСРБ и на Препоръките за критериите при придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в СУ за професионално направление 4.2. „Химически науки“. С пълна убеденост препоръчвам на Почитаемото Научно жури да присъди на докторант Лидия Манолова Димитрова образователната и научна степен “доктор” в професионално направление 4.2. „Химически науки” (Теоретична химия – макрокинетика).**

08 май, 2017 г.  
София

(проф. дхн Елена Милева)