

## РЕЦЕНЗИЯ

за дисертационния труд на Лидия Манолова Димитрова, редовен докторант в катедрата по Инженерна химия и фармацевтично инженерство, Факултет по химия и фармация на СУ, на тема **“Стабилизация на пени и емулсии с протеина хидрофобин и негови смеси с други протеини”**, представен за присъждане на образователната и научна степен **“доктор”** – 4.2. Химически науки (Теоретична химия).

Рецензент: проф. дхн Емил Манев

### **Формални наукометрични показатели**

Представената ми за рецензия дисертация е организирана в четири глави, всяка с множество подзаглавия, плюс още четири допълнителни части: “Приложение”, “Основни научни приноси”, “Публикации” и “Литература”.

Дисертацията е построена върху резултати публикувани в две статии в реномирано научно списание от областта: *Colloids and Surfaces A: Physicochem. & Eng. Aspects* (Elsevier; импакт фактор 2.76), На уебсайта на списанието те се появяват, съответно, през юни 2015 [Д1] и септември 2016 год [Д2]. Първата съответства на съдържащите се в дисертационния труд резултати за пяна (Глава 3), а [Д2] – за емулсии (Глава 4). Досега не са забелязани цитати по двете научни съобщения, които са излезли сравнително наскоро.

Публикациите включват като съавтори двамата научни ръководители, консултант и още петима други изследователи, в различни съчетания. И в двете статии докторантката е на първо място, което считам като показател за нейното активно участие и принос в изследванията. В хода на докторантурата Лидия Димитрова има още една публикация и 6 доклада/постера по дисертацията пред (5 национални и 1 международен) научни форуми. Цитираната литература (102 источника) достатъчно пълно отразява актуалното състояние на изследванията свързани с темата на дисертацията.

Количеството и качеството на включените статии и местото на тяхното публикуване позволяват да се прецени, че дисертацията отговаря на изискванията в Закона за развитие на академическия състав в Република България (ЗРАСРБ) и покрива предписаните в Правилника на СУ-ФХФ критерии за придобиване на образователната и научна степен доктор. Авторефератът на дисертацията е организиран в съответствие с изискванията и отразява цялостно основните й резултати и приноси.

## **Предмет и изследователска цел на дисертацията**

Дисертацията е посветена на поведението (устойчивостта) на пенни и емулсионни системи, стабилизирани с белтъчни повърхностноактивни агенти. Главният обект на изследване като стабилизатор на пяна и емулсии е протеинът хидрофобин: самостоятелно и в смес с други протеини.

Определени протеини и техни смеси намират подходящо приложение като естествени стабилизатори на дисперсии. Това практическо (и научно) значение стимулира и изследователския интерес към тях, потвърден в специализираната научна литература. Затова, повърхностните им свойства (и респективно – стабилизиращата им способност) са предмет на активно изучаване по света и са съществено застъпени в катедрата, откъдето се представя дисертантът: над десет работи в областта през последните години.

Изборът на темата на дисертационния труд и поставените цел и задачи са логично обосновани. Те безспорно имат както приложна, така и фундаментална актуалност за съвременната наука и технологическа практика в управлението на устойчивостта на дисперсни системи. Изборът на основния изследван агент също не е случаен. Ценните повърхностни свойства на хидрофобина (HFBII) са познати от литературата, но е скъп и формулирането на сполучливи смеси с други агенти, запазващи достоинства му при по-ниско негово съдържание, е належаща практическа цел.

По-нататъшната ни дискусия е съобразена със структурата на рецензираната дисертация.

**Глава 1 (Увод)** предлага обща характеристика на дисперсните системи пяна и емулсия, хидрофобините като пеностабилизатори и емулгатори (по-специално – HFBII), някои свойства на единичните пенните филми стабилизирани с протеини и формулировка за основната цел на работата. Структурата на дисертацията е детайлизирана с определяне на намеренията и задачите в съответните експериментални изследвания (глави 3 и 4). Ясно, прецизно и пълно са обяснени изследваните вещества и структури и използваните работни термини.

Уводът безспорно съдържа важна и полезна информация. Не изпъква отчетливо обаче логиката при разчленяването на аспектите в стабилизиращите свойства на хидрофобините в три обособени подчасти: 1.2., 1.4. и 1.5, а формулирането на целта на дисертация е донякъде разхвърляно – в

различните дялове на Увода. Въпреки това, всички тези аспекти са представени достатъчно цялостно и съдържателно.

**Глава 2** описва изследваните повърхностноактивни агенти и масла. Охарактеризирани са методично избраните протеини с различни структури и свойства. Приложените експериментални методи и техники са обсъдени пълноценно.

Считам, че тази и част е достатъчно информативна и – заедно с увода, въпреки непривичната му форма – изграждат добра основа за развитието на следващите две глави от дисертацията, които третират проведените експериментални изследвания и постигнатите с тях резултати.

**Глава 3** представя резултатите от най-детайлното количествено изследване върху свойствата на пяна стабилизирана с хидрофобин, публикувано досега. Получена е пяна с висока устойчивост, запазваща структурата си в продължение на дни и седмици. Определено е пълното разпределение на мехурчетата в пяната по размери чрез използвания полуавтоматичен анализ на образи. Предложени са критерий и метод за количествено оценяване на живота на пяната чрез еволюцията на обема и масата ѝ с времето.

Дял от пенното изследване е посветено на влиянието на рН върху стабилността на пяна с HFBI, което се оказва несъществено. Моят въпрос към дисертантката е дали е имало основания и/или индикации отнапред (напр., от литературата) да се търси съществен ефект на рН или тестовете са проведени, за да се убедим, че такъв отсъства.

Постигнати са стойностни резултати по поведението на смеси от протеини като стабилизатори, при това – в добро съгласие с някои експериментални факти, установени и в предшестващо изследване в същата лаборатория (вж. “Дисертация” на Гергана Радулова, 2016). Така например, демонстрирано е, че HFBI може да се замени до са. 95% с друг протеин (който сам по себе си е лош пеностабилизатор: BLG, BSA, OVA) без пяната да загуби устойчивост. Установени са корелации между повърхностните свойства на пяната (еластичност, вискозитет) и стабилността ѝ.

В **Глава 4** е обосновано твърдението на автора, че това е “първото системно изследване на свойствата на HFBI като емулгатор” и това е солидно подкрепено от значими резултати:

- Изследвано е количествено влиянието на концентрацията на повърхностноактивния компонент и обемната част на маслената фаза върху разпределението на капките по размери и стабилността на образуваната емулсия.

- Установена е праговата стойност на междуфазното напрежение, при която адсорбционният слой от HFBII на границата вода/масло се втвърдява.

- Изследвано е взаимодействието на две маслени емулсионни капки през водната фаза; една от целите е да се установи дали в *емулсионни* филми се образува т.нар. S-бислой (както при *пенните* филми).

- Обяснено е защо емулсиите стабилизирани с хидрофобин са много дълготрайни в покой, но лесно се разрушават при разбъркване: поради разкъсването на пространствената мрежа от емулсионни капки, покрити с втвърдени (и респективно – крехки) хидрофобинови слоеве.

- Демонстрирано е, че разрушаването на емулсията при разбъркване може да се предотврати, ако емулсионните капки се покриват с (втори) адсорбционен слой от друг протеин, напр. BLG, който е слаб пеностабилизатор, но отличен емулгатор. Това стимулира и направеното в Глава 4 сравнение на BLG и HFBII като емулгатори.

- Изследвано е още дали плътните адсорбционни слоеве от HFBII могат да предотвратят оствалдовото зреене в прави емулсии при забележимо разтворима във вода маслена фаза. Експериментално са определени разпределенията на емулсионните капки по размери и тяхната еволюция с времето при две такива масла (ксилен и лимонен). Резултатите за HFBII са сравнени с тези получени с други емулгатори.

#### **Обобщаващи изводи**

Общото ми впечатление от дисертационния труд като цяло е благоприятно. Представената дисертацията представлява системно експериментално изследване, насочено към изясняването на съществени характеристики на адсорбционните слоеве от протеини и стабилизиращите им свойства в пенни и емулсионни системи.

Приложенияте в дисертацията методи и тестове се допълват към постигането на нова информация с фундаментална и приложна валидност за стабилизиращата способност на хидрофобина и изследваните смеси.

Научните и научно-приложни резултати на рецензираната дисертация имат достижения в няколко насоки, включващи формулиране и обосноваване на хипотези; доказване на нови страни в изучаваните проблеми; генериране на нови и потвърдителни факти. Те способстват за по-задълбочено разбиране и количественото характеризирание на факторите, които контролират свойствата на протеиновите адсорбционни слоеве при стабилизацията на изследваните дисперсии.

Изложението ме убеждава, че Лидия Димитрова притежава солидна университетска подготовка и компетентност в областта на физикохимията, повърхностните явления и дисперсните системи. Смятам също така, че рецензираният труд е в достатъчна степен лично дело на автора; представеното в дисертацията свидетелствува, че е изпълнена внушителна по обем работа, изискваща, наред с други качества, още и предприемчивост, усърдие, и постоянство.

Техническото оформление на дисертацията е отлично и заслужава похвала за грижливото представяне. Дисертацията е написана ясно, удобно за четене и възприемане, на добър български език – от литературна и научна гледна точка.

В заключение ще подчертая отново, че представеният ми за рецензиране дисертационен труд напълно съответства на всички изисквания за получаване на аспирираната докторска степен.

Въз основа на гореизложеното препоръчвам: на кандидатката Лидия Манолова Димитрова, редовен докторант в Катедрата по Инженерна химия и фармацевтично инженерство при Факултета по Химия и Фармация на Софийския университет “Св. Климент Охридски”, да бъде присъдена образователната и научна степен **“доктор”**.

София, 3 май 2017

проф. дхн Е. Манев