

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за получаване на образователната и научна степен “Доктор” в професионално направление 4.2 „Химически науки” (Физикохимия – Макрокинетика)

Автор: Невена Борисова Пагурева

Катедра „Инженерна химия и фармацевтично инженерство”

Факултет по химия и фармация, Софийски университет „Св. Кл. Охридски”

Тема: “Адсорбционни и пеностабилизиращи свойства на сапонинови разтвори”

Рецензент: проф. дхн Елена Димитрова Милева, Институт по физикохимия, БАН

В последните години природните повърхностно-активни вещества (ПАВ) от групата на сапонините привлякоха значителен изследователски интерес. Поради специфичната си структура тези вещества имат уникални свойства като стабилизатори на емулсии и пени. По тази причина комплексни течни състави със сапонини намират разнообразни индустриални приложения във фармацевтичната, козметичната и хранителната промишлености. Един от важните моменти при изучаване на тези вещества е систематичното изследване на реологичните свойства на адсорбционните слоеве от сапонини и изясняване на връзката им със структурата и стабилността на пенни системи.

Основната цел на представения дисертационен труд е да се изследва влиянието на адсорбционните слоеве по фазовата граница вода/въздух върху еластичността, праговото напрежение за протичане и вискозното триене в пени, стабилизирани със сапонинови екстракти. Акцентът в работата е върху два типа от тези ПАВ, а именно тритерпеноидни (Horsechestnut extract, Escin, Tea Saponin, Berry Saponin Concentrate, Sapindin, Quillaja Saponaria, Ginsenosides, Ayurvedic Saponin Concentrate) и стероидни (Tribulus terrestris extract (D+E), Foamation Dry 50, Fenusterols) сапонини.

Дисертационният труд на Невена Пагурева се състои от пет глави. Първата глава (Увод) има обзорен характер. В нея са въведени основните понятия и зависимости, свързани с изследваните сапонини, както и известни от научната литература данни за реологичните свойства на сапонинови адсорбционни слоеве. Докторантката познава добре

научната литература в областта: цитирани са 99 източника, направен е преглед на важни експериментални и теоретични подходи и резултати от изследванията на други автори. В Глава 2 (Материали и експериментални методи) са представени изследваните в дисертацията вещества (сапонини и синтетични нискомолекулни ПАВ), прилаганите експериментални техники охарактеризиране на повърхностната реология на адсорбционните слоеве при различни условия, както и процедурите за получаване на пенните системи, изследване на Оствалдовото зреене и охарактеризиране на реологичните им свойства. Глави 3,4 и 5 са посветени на систематичното описание на проведените изследвания и анализ на получените резултати. В края на дисертацията са приложени главните приноси, дадена е справка за научната активност на дисертантката, приложен е списък на използваната литература.

Най-съществените моменти от изследванията в дисертационния труд според мен, са следните:

1. Проведено е систематично експериментално охарактеризиране на свойствата на адсорбционни слоеве, получени от сапонинови екстракти с тритерпеноиден агликон (ES, TS, BSC, QS, GS, HC, SAP и ASC) и стероиден агликон (TT, FD и FEN) на граница вода-въздух. С помощта на подходящ подбор от теоретични модели е установено, че за повечето сапонини енергията на адсорбция е $\sim 12-13$ kBT; тази величина е интерпретирана като енергия необходима за пренос на агликона от водна във въздушна среда.

2. Показано е, че три от сапонините (TS, ES и GS) образуват кондензирани адсорбционни слоеве, които имат много високи стойности на еластичностите при деформация на разширение и много голяма разлика в повърхностния стрес при разширение и свиване на повърхността. Изказана е хипотезата, че тези факти най-вероятно се дължат на затруднена десорбция от повърхността при свиване. Установено е, че адсорбционните слоеве от QS имат много висока еластичност на разширение и ненулева еластичност на прехлъзване, но ниски повърхостни вискозитети. За адсорбционните слоеве от останалите сапонини са установени нулеви еластичности и вискозитети при прехлъзване и ниски еластичности и вискозитети при разширение.

3. Експериментално е изследвана скоростта на намаляване размера на мехурчета, стабилизирани със сапонини, които се намират под обемна въздушна фаза. Установено е, че тази скорост зависи не само от преноса на газ през филма, но и от преноса на газ през областта на меникуса. Предложен е нов теоретичен израз за отчитане на преноса на газ през областта на меникуса. Установено е, че за мехурчета, стабилизирани с кондензирани

адсорбционни слоеве, намаляването на скоростта на пренос на газови молекули от мехурчето към обемната фаза се дължи на разликата в повърхностното напрежение на свиващото се мехурче и на обемната въздушна фаза, както и на по-ниската пропускливост спрямо газовите молекули на кондензираните адсорбционни слоеве.

4. Изследвано е влиянието на реологичното поведение на адсорбционни слоеве върху реологичните свойства на пени, стабилизирани със сапонини; резултатите са съпоставени с данни от аналогични изследвания за системи, които съдържат нискомолекулни ПАВ и полимери, и за които се знае, че имат различно реологично поведение. Установено е, че нарастването на общия повърхностен модул на мехурчетата над дадена критична стойност води до повишаване на стойността на безразмерното вискозно напрежение и на вискозния модул на обемните пени. Експериментално е показано съществено синергетично влияние на взаимодействието на привличане между мехурчетата и обемните еластичен и вискозен модули. Намерено е, че за пени с висок повърхностен модул привличането между мехурчетата води до нарастване на обемните еластичен и вискозен модули, като нарастването на вискозния обемен модул е по-съществено, докато за пени с нисък повърхностен модул привличането между мехурчетата води до нарастване на обемния еластичен модул, но не променя обемния вискозен модул.

Основните научните приноси на дисертационния труд са със значителна степен на новост и представляват в завършен вид систематично и грижливо проведено експериментално изследване на взаимната връзка и условията за възникване на синергетични ефекти в реологичните свойства на пени, стабилизирани с внимателно подбрани сапонини. Приносите са формулирани в три точки. Приемам тези приноси и считам, че те могат да се определят като доказване с нови средства на съществени нови страни в съществуващи научни проблеми.

Като цяло текстът на дисертацията е добре организиран, с ясно представяне на изследвания проблем, използваните вещества и експерименталните подходи. Получените резултати са добре формулирани в съответните глави с приносен характер (Глави 3-5). Нямам възражения по същество. Техническото оформяне на дисертационния труд също е на много добро ниво.

Бих помолила докторантката да коментира следните въпроси:

1. Правени ли са експерименти за влиянието на промени в рН (различно от натуралното рН) върху пропускливостта на газа през адсорбционните слоеве за системи с други от изследваните сапонини, освен Escin (Глава 4)?

2. В реологичния модел на Herschel-Bulkley степенният показател n обикновено указва дали имаме случай на shear-thinning ($n < 1$) или shear-thickening ($n > 1$). Изследваните системи (вж напр. Фиг.5.2Б) според този показател винаги имат shear-thinning не-Нютоново поведение. Каква е причината за възникване на такова реологично поведение?

Дисертационният труд се основава на 2 научни статии. Те са публикувани в специализирани международно издание с импакт фактор (Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects, ИФ = 4.539). В една от тези статии докторантката е първи автор. Публикациите са излезли през 2016 г. и 2017 г. досега са забелязани общо 46 цитата. Резултатите са представяни на 12 международни и български научни форума под формата на 7 устни доклада (3 са представяни от докторантката) и 5 постерни презентации. Не познавам лично г-жа Пагурева, но според впечатленията ми от докладването на защитата, и от предоставените материали по защитата, може обосновано да се твърди, че приносите в дисертационния труд са в значителна степен нейно лично дело.

Авторефератът е направен съгласно изискванията и отразява правилно основните положения и научните приноси на дисертацията.

Въз основа на гореизложеното считам, че предложеният дисертационен труд напълно удовлетворява всички изискванията на ЗРАСРБ, както и на Препоръчителните критерии при придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в СУ за професионално направление 4.2. „Химически науки”. Убедено препоръчвам на Почитаемото Научното жури да присъди на докторант Невена Борисова Пагурева образователната и научна степен “Доктор” в професионалното направление 4.2 „Химически науки” (Физикохимия – Макрокинетика)

Рецензент:

14 септември, 2021 г., София

(проф. дхн Елена Милева)