

РЕЦЕНЗИЯ

по конкурс за заемане на академичната длъжност **професор** по професионално направление 4.3 Биологични науки, научна специалност “Биофизика”, обявен в ДВ бр. 59/29.07.2016 г. за нуждите на секция „Фотовъзбудими мембрани” към Институт по Биофизика и биомедицинско инженерство при БАН

Рецензент: д-р Катя Маринова Георгиева, професор в Институт по физиология на растенията и генетика, БАН

Доц. д-р Антоанета Видолова Попова е единствен кандидат в обявения от ИБФБМИ – БАН конкурс за “професор” за нуждите на секция “Фотовъзбудими мембрани”. Представените от нея материали напълно отговарят на изискванията на Закона за развитието на академичния състав в Република България и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в ИБФБМИ – БАН.

Антоанета Попова е завършила висшето си образование през 1979 г. в Биологически факултет на СУ „Св. Климент Охридски”, специалност „Биохимия и микробиология”. През периода 1980–1984 г. като редовен докторант в Биологически факултет на МГУ „Ломоносов“ разработва и защитава дисертация на тема “Влияние на азотния дефицит върху функционирането на първичните фотосинтетични реакции в хлорела“. След завършването на докторантурата си е назначена като научен сътрудник в Института по биофизика (тогава Централна лаборатория по Биофизика), където работи до момента. Хабилитира се през 2006 година по специалност „Биофизика“. От 2015 г. е ръководител на секция „Фотовъзбудими мембрани“. Трудовият ѝ стаж е 33 години. Владее писмено и говоримо английски, руски и немски език.

Голямо значение за задълбочаване на научната проблематика и същевременно признание за професионалните качества на д-р Попова има дългогодишното ѝ ползотворно сътрудничество с групата на Dr. Hinchа от Макс-Планк Институт по Молекулярна физиология на растенията в Голм, Германия. Освен пост-докторската специализация в периода 2002-2003 г., Антоанета Попова е била многократно гостуващ учен

в този институт (6 мес. 2000 г., 4 мес. 2002 г., 4 мес. 2004 г., 4 мес. 2005 г., 4 мес. 2006 г., 2 мес. 2007 г., 6 мес. 2008 г., 9 мес. 2009 г., 3 мес. 2011., 4 мес. 2014 г.).

Доц. Попова е представила списък от 55 научни труда, от които 40 в международни издания с импакт фактор, 2 обзора, 1 глава от книга. Общият импакт фактор от публикациите ѝ е 98.69. В настоящия конкурс тя участва с 26 научни труда, от които 15 в международни списания с ИФ, 5 в Доклади на БАН, 2 обзора, 1 глава от книга и 3 в списания без ИФ. Общият ИФ на представените по конкурса публикации, изчислен за годината на публикуване, е 68.14.

Статиите на доц. Попова са отпечатани в реномирани издания с висок ИФ като: Science, Biophysical Journal, Biochimica et Biophysica Acta, Planta, Plant Physiology and Biochemistry, Biochemical and Biophysical Research Communication, Photochemistry and Photobiology и др. Справката за цитируемост показва, че към момента на подаване на документите трудовете на д-р Попова са цитирани 442 пъти, което е доказателство за актуалността на проблема, по който работи. Антоанета Попова е участвала в 10 научни форума. Доказателство за активната ѝ научна дейност е участието ѝ в 11 научноизследователски проекта. Ръководител е на един докторант и консултант на още един.

Справката за научните приноси е изготвена коректно и отразява постиженията от научната дейност на д-р Попова. Те са формулирани в три тематични направления: 1) *Промени във фотосинтетичния апарат на висши растения в отговор на абиотичен стрес*; 2) *Моделни мембрани*; 3) *LEA протеини*. Съществено е да се подчертае, че в изследователската работа на доц. Попова са прилагани редица съвременни биофизични, биохимични и молекулярно-биологични методи. Използвани са подходящи моделни системи - моделни мембрани, тилакоидни мембрани и интактни листа, както и на подходящи мутантни форми.

1) Промени във фотосинтетичния апарат на висши растения в отговор на абиотичен стрес

Част от изследванията по това тематично направление са насочени към изясняване на механизмите на устойчивост на растенията към фотоинхибиране при оптимална и ниска температура. Специално внимание е обърнато на адаптирането на растенията към комбинираното действие на различни стресови въздействия.

Ролята на лютеина за функционирането на фотосинтетичния апарат в условия на фотоинхибиране е проследена на ниво интактни листа и тилакоидни мембрани чрез използването на див тип *Arabidopsis thaliana* и мутант *lut2* (п. 5, п.4). Установено е, че липсата на лютеин в мутанта води до по-силно понижаване на квантовия добив на ФС2 в листата. Третирането със силна светлина повлиява значително разпределението на енергията на възбуждане между ФС1 и ФС2 и то е по-силно при мутантната форма, отколкото при дивия тип (п. 5). Изследванията с изолирани тилакоидни мембрани показват, че третирането със силна светлина предизвиква деградация на белтъците на ССК, като ССК1 е по-чувствителен от ССК2. Липсата на лютеин повлиява индуцираната от светлината реорганизация на пигмент-белтъчните комплекси в тилакоидните мембрани. Получените резултати ясно показват, че липсата на лютеин повишава чувствителността на фотосинтетичния апарат към силна светлина (п.4).

Изследването на комбинираното действие на силна светлина и ниска температура върху кислород-отделящия комплекс в изолирани тилакоиди показва, че увреждащият ефект на силната светлина е по-слаб при 4°C в сравнение с 22°C (п. 21).

На ниво цели растения и изолирани хлоропласти е показано, че доматените растения се адаптират по-добре към комбинираното действие на силна светлина ($800 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) и висока температура (38°C), отколкото към въздействието на само един от тези фактори. Това се дължи на по-ниската степен на липидно пероксидиране и запазване на интегритета на мембраните, синтеза на антоциани, както и по-високата фотохимична активност (п. 3, п. 2).

Изследвана е и ролята на флуидитета на липидната компонента на тилакоидни мембрани върху ефективността на фотосинтетичните процеси. Установено е, че намаляването на флуидитета на липидната фаза на изолирани тилакоидни мембрани чрез интегрирането на растителните стероли, стигмастерол или холестерол повишава чувствителността на ФС2 към третиране с висока температура. Включването на стерол води и до промяна в термотропните характеристики на основните пигмент-белтъчни комплекси (п. 22). След третиране със стигмастерол броят на активните кислород отделящи центрове е намален, но незасегнатите центрове запазват активността си (п. 25).

Съществени приноси са получени и в резултат на изследванията върху промените в структурната организация и функционалната активност на фотосинтетичния апарат в резултат на облъчването с UV-B радиация.

Третиране на изолирани тилакоидни мембрани от грах с UV-B радиация при 22°C и 4°C показва по-високата чувствителност на електронния транспорт през ФС2 в сравнение с този през ФС1, независимо от температурата, при която е приложено третирането. Защитното действие на изследваните гасители на UV-B-индуцираните активни кислородни форми е зависимо от температурата, като DMSO (диметил сулфоксид) осъществява ефективна защита на електронния транспорт през ФС2 при ниска температура (4°C), а nPG (n-пропил галат) е по-ефективен при стайна температура (п. 8).

Установено е, че третирането с UV-B радиация на изолирани тилакоидни мембрани от C24 и два екотипа на *Arabidopsis thaliana* повлиява по-силно енергетичното взаимодействие между основните пигмент белтъчни комплекси и кислород отделящата активност на ФС2, когато облъчването е проведено при 22°C, отколкото при 4°C. По-висока устойчивост към третиране с UV-B е установена за екотипа, изложен на висока радиация в естествените си местообитания в сравнение с този растящ при ниска UV-B радиация (п. 11, п. 8).

Третирането на цели грахови растения с растителния хормон 24-епибрасинолид намалява увреждащото действие на UV-B радиацията, вероятно поради структурни промени в тилакоидните мембрани и засилена биосинтеза на каротеноиди (п. 12).

2) Моделни мембрани

В основна част от изследванията на доц. Попова са използвани моделни липидни мембрани за характеризиране на физикохимичните им свойства и тяхната стабилност, както и взаимодействието им с различни амфибилни съединения.

Изследван е ефектът на холестерола върху фазовите преходи на моделни дехидратирани мембрани, съставени от фосфатидилхолини с различна степен на ненаситеност на мастните киселини или такива, съдържащи фосфатидилхолин и растителни галактолипиди. За първи път са описани сложните взаимодействия между карбонилните и фосфатните групи на диацилните липиди и холестерола и галактозните остатъци и е

показано, че те са силно зависими от степента на ненаситеност на липидните мастнокиселинни остатъци (п. 24).

Изследвано е фазовото поведение на хексагонал формиращите липиди моногалактозилдиацилглицерол (MGDG) и фосфатидилетаноламин (EPE) самостоятелно и в комбинация с бислои формиращи фосфатидилхолини в дехидратирано състояние. Показано, че ОН групите на галактозните остатъци на MGDG и етаноламиновата група на EPE формират водородни връзки с карбонилните, фосфатните и холиновите групи на фосфатидилхолините. Тези изследвания са от значение за изясняването на действието на белтъци и други молекули, които играят важна роля за устойчивостта към дехидратиране (п. 17).

Установено е, че степента на ненаситеност на мастнокиселинните остатъци на липидите регулира степента и дълбочината на проникване на молекулите на β -каротен в липозомите, както и липид-пигментните взаимодействия и геометрията на пигментната молекула (19, 16). Липид-пигментните взаимодействия са характеризирани по отношение на степента на интегриране, ориентацията и конформацията на пигментните молекули в липидните мембрани и влиянието на каротеноидите върху фазовото поведение на липидния бислой (п. 13).

Показано е, че двете амфифилни съединения арбутин и триптофан взаимодействат различно с липидните бислоеве. Докато взаимодействието на арбутин се определя от водорните връзки между ОН групите на галактозната част на молекулата, това на аминокиселината триптофан зависи от ароматната част на молекулата и от липидния състав на бислоя (п. 10).

Сравняването на степента и дълбочината на проникване в липидния бислой на малките белтъци лизозим и цитохром С показва, че мобилността на цитохром С е много пъти по-голяма от тази на лизозим (п. 15).

3) LEA протеини

Изследванията на доц. Попова по това тематично направление са концентрирани върху вторичната структура и функционална роля на LEA протеини за стабилността на моделни мембрани.

Изследвана е конформационната промяна на два LEA протеина, COR15A и COR15B, експресирани в условия на ниски температури за изясняване на функциите им като

стабилизиращи мембранната структура в условия на замразяване и дехидратиране. Установено е, че взаимодействието им с различни по състав моделни мембрани в сухо състояние зависи от степента на ненаситеност на мастно-киселинните остатъци и вида на главата на липидите (п. 20).

Показано е, че вторичната структура на протеинът LEA7, изолиран от *Arabidopsis thaliana*, е силно повлияна от присъствието на моделни мембрани. Взаимодействието между LEA7 и липидни бислоеве е локализирано в участъка на главите на липидите и води до промяна в физикохимичното състояние на моделните мембрани (п.18).

Проследена е промяната във вторичната структура на 5 LEA протеина, представители на група LEA_5 и LEA_6. При прехода от хидратирано в дехидратирано състояние частта на неструктурираните участъци намалява за сметка на формиране на α -хеликсови структури. Присъствието на захари не променя структурата на LEA протеините в хидратирано състояние, но при дехидратиране предотвратява образуването на агрегати (п.14).

Установено е, че LEA1 и LEA27 имат протектираща роля на ензимната активност при замразяване и дехидратиране, а също така спомагат за предпазване на дрождите от увреждане в резултат на дехидратиране (п. 7).

Приносите от научно-изследователската дейност на доц. Попова са основно с фундаментален характер, но биха могли да намерят и практическо приложение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въз основа на представените материали по конкурса считам, че доц. Антоанета Попова има значително по количество, цитируемост и значимост научно творчество. Тя е утвърден учен с доказани приноси в областта на биофизиката, с възможности за подготовка на млади научни кадри и ръководство на научни проекти. Всичко това ми дава основание да препоръчам на уважаемите членове на научното жури и на членовете на НС на Института по биофизика и биомедицинско инженерство при БАН да присъдят на доц. Попова академичната длъжност **професор**.

11.11.2016 г.

София

Подпис:

(проф. д-р Катя Георгиева)