

## РЕЦЕНЗИЯ

по конкурс за заемане на академичната длъжност „Професор“ по професионално направление 4.3 Биологични науки, научна специалност „Биофизика“, обявен в ДВ бр. 108/22.12.2020 г. за нуждите на секция „Фотовъзбудими мембрани“ към Институт по биофизика и биомедицинско инженерство при БАН

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

Доц. д-р Анелия Георгиева Добркова 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 развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за неговото приложение и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в ИБФБМИ – БАН.

### Кратки биографични данни

Анелия Добркова завършва висшето си образование в Биологически факултет на Софийски Университет „Св. Климент Охридски“, с квалификация „магистър“ биотехнолог, специализация „Биофизикохимия“ през 1991 год. През същата година е назначена като специалист - биотехнолог в Институт по биофизика, БАН. През периода 1996–1999 г. разработва и успешно защитава дисертационния си труд на тема „Повърхностни електрични свойства на тилакоидни мембрани фрагменти“ и получава ОНС „доктор“. След завършването на докторантурата си Анелия Добркова продължава да работи в Института по биофизика като научен сътрудник. Хабилитира се през 2010 година по специалност „Биофизика“. Доц. Добркова има над 29 години трудов стаж по специалността. Владее писмено и говоримо английски и руски език.

## **Научно-изследователска дейност**

Доц. д-р Анелия Добрикова има общо 50 научни публикации, които са цитирани общо 276 пъти, h-index 10 (справка Scopus, без самоцитирания). За участие в конкурса за заемане на академичната длъжност „професор“ тя е представила общо 25 научни публикации, от които 21 от тях са с импакт фактор (общ импакт фактор 57.36), като 14 от тях са публикувани в списания с ранг Q1, 5 в Q2 и 2 в Q3. В списъка на публикациите за конкурса са включени 3 глави от книги в международни издателства и 1 публикация в международно списание без импакт фактор.

Статиите са публикувани в периода 2011–2021 г. Прави впечатление, че значителна част от публикациите са в изключително реномирани международни списания, като *Ecotoxicology and Environmental Safety* (IF:4.872), *International Journal of Molecular Sciences* (IF:4.556), *Sensors and Actuators* (IF:3.898), *Plant Physiology and Biochemistry* (IF:3.720), *Nitric Oxide* (IF:3.548), *Materials* (IF:3.057), *Physiologia Plantarum* (IF:3.262), *Journal of Plant Physiology* (IF:2.971), *Plants* (IF:2.762), *Journal of Plant Growth Regulation* (IF:2.179) и др.

Представените статии са разпределени както следва: В хабилитационния труд „Увреждане и защита на фотосинтетичния апарат при кадмиев стрес“ (Показател В4) са включени 6 публикации – 4 от тях в Q1 и 2 в Q2. Публикациите извън хабилитационния труд са 18: по показател Г7 – 15, от тях 10 с ранг Q1, 3 с Q2 и 2 с Q3; по показател Г8 – 3 глави от книги. Анелия Добрикова е водещ (първи/последен) автор в 11 от публикациите. Представена е и справка за 190 цитирания (Web of Science и Scopus) след придобиването на академичната длъжност доцент през 2010 г. (Показател Д). Доц. Добрикова е била научен консултант на един успешно защитил докторант, както и ръководител на един дипломант и един специализант. Доказателство за активната ѝ научна дейност е участието ѝ в 12 научно-изследователски проекта. Била е ръководител на 2 проекта – един към ФНИ и един по ЕБР с Гърция, както и участник в 4 национални научни проекта (3 към ФНИ и 1 към МОН), 2 международни проекта към ФНИ (с Индия и Република Словакия) и 4 по ЕБР (3 с Унгарска АН и 1 с Университета в Кайро, Египет). Представената научна продукция и постигнатите наукометрични данни надхвърлят съществено минималните изисквания за присъждане на академичната длъжност „професор“, съгласно Правилника за прилагане на ЗРАСРБ в ИБФБМИ.

## **Актуалност на изследванията и научни приноси**

Неблагоприятните фактори на околната среда предизвикват редица морфологични, физиологични и биохимични промени в растенията, които водят до забавяне на растежа и развитието на растенията и намаляване на добива. Затова, изясняването на механизмите на адаптация и толерантност на растенията към стресови въздействия, както и търсене на растителни видове, подходящи за фиторемедиация на замърсени почви е от важно значение. Фотосинтетичния апарат е особено чувствителен към неблагоприятните условия на околната среда и запазването на фотосинтетичната активност в условия на стрес е от съществено значение за оцеляването на растенията. Голяма част от представените за конкурса научни публикации са посветени на изследване на промените в структурата и функционалната активност на фотосинтетичните мембрани в резултат от действието на различни неблагоприятни фактори на околната среда като силна светлина, висока температура, UV-B радиация, засоляване, тежки метали и хербициди. Обърнато е специално внимание на ролята на организацията на светоъбиращите комплекси за устойчивостта към абиотични стрес фактори. Изследвано е действието на различни сигнални молекули (азотен оксид, 24-епибрасинолид, салицилова киселина, DELLA протеини) и екзогенно приложени фитохормони (24-епибрасинолид и салицилова киселина) върху функционалната активност на фотосинтетичния апарат и защитното им действие към стресови въздействия. За целта са използвани редица биофизични и биохимични методи и различни растителни видове с важно стопанско значение, зелени микроводорасли и цианобактерии, както и с подходящи мутантни форми. Резултати от експерименталната работа в публикациите, представени за конкурса, са много добре описани в хабилитационната справка и са обобщени в 8 тематични направления.

Научните приноси са представени в две групи:

### ***Приноси свързани с публикациите от хабилитационния труд (показател В)***

В тази група са включени 6 публикации, обединени в общ тема „Увреждане и защита на фотосинтетичния апарат при кадмиев стрес“ и са формулирани 4 основни научни приноса.

За изследване на устойчивостта на фотосинтетичния апарат към Cd стрес са използвани интересни експериментални подходи. Чрез използване на два генотипа пшеница – Rht-B1a (див тип) и Rht-B1c (никостъблен мутант с високи нива на DELLA протеини), за първи път е доказана защитната роля на увеличените нива на DELLA протеини върху фотосинтетичната активност при Cd стрес. По-добрата толерантност на мутанта към Cd стрес в сравнение с дивия тип се изразява в по-слабото понижаване на photoхимичната активност на ФС1 и ФС2, кислородното отделяне и пигментното съдържание, въпреки по-голямо натрупване на Cd в стъблата на му. Предполага се, че DELLA протеините предизвикват структурни промени във фотосинтетичните мембрани, водещи до по-добра защита на Mn-кълстъпер на кислород-отделящия комплекс и увеличен капацитет за цикличен електронен транспорт около ФС1 при мутанта (Dobrikova et al. 2017).

Сравняването на толерантността на два сорта пшеница – Катя (носител на гена за полудуждже Rht8) и Сломер към Cd стрес показва, че различният генетичен състав влияе върху стратегиите за усвояване и разпределение на Cd в корените и надземните части, както и на способностите за преодоляване на оксидативния стрес. Установено е, че доброто азотно хранене може да подобри толерантността на пшеничените растения към Cd стрес, което е от важно практическо значение (Yotsova et al. 2020).

Показана е защитната роля и механизмите на действие на салициловата киселина (SA) върху фотосинтетичния апарат на оризови растения при Cd стрес. Екзогенното прилагане на ниска концентрация SA ( $10 \mu\text{M}$ ) намалява степента на оксидативен стрес и подобрява растежните параметри, хлорофилното съдържание, photoхимичните активности на ФС1 и ФС2, и предпазва Mn-кълстъпер от увреждане. Тези изследвания допринасят за изясняването на възможните стратегии за подобряване на устойчивостта на растенията към Cd стрес (Yotsova et al. 2018).

Важна част от изследванията, включени към хабилитационния труд, са насочени към изясняване на механизмите на толерантност на лечебното растение *Salvia sclarea* L. (градински чай) към кадмиев стрес (Moustakas et al. 2019; Adamakis et al. 2021; Dobrikova et al. 2021).

Установено е, че *S. sclarea* може да акумулира високи концентрации на Cd в тъканите си, което я прави подходяща за фиторемедиация на Cd от почвите. Толерантността на това

растение към токсичното действие на Cd се дължи на силно повищено съдържание на фенолни съединения и антоцианини, както и повищено нефотохимично гасене и ускорен цикличен електронен транспорт около ФСI. Повишеното натрупване на Fe в листата ги предпазва от хлороза и е от значение за поддържането на фотосинтетичния електронен транспорт (Dobrikova et al. 2021). Резултатите показват, че чувствителността на *S. sclarea* към токсичното действие на Cd зависи от времето на третиране, което е свързано с различно натрупване на Cd в тъканите. Излагането на растенията на Cd стрес за кратък период индуцира механизми на толерантност, докато по-продължителното третиране води до инхибиране на фотосинтетичната активност, което показва наличие на Cd токсичност (Adamakis et al. 2021).

За първи път са комбинирани два съвременни метода за анализ – хлорофил-флуоресцентен образен анализ (CF-IA) и мас спектрометрия с индуктивно свързана плазма и лазерна абляция (LA-ICP-MS) за изследване на ефектите от натрупването на Cd върху фотохимията на ФС2. Установено е, че пространствената хетерогенност на намаления ефективен квантов добив на ФСII електронния транспорт (ФСII), която се наблюдава след излагане на *S. sclarea* на Cd стрес, е свързана с пространствения модел на високо натрупване на Cd в листата (Moustakas et al. 2019). Получените резултати показват, че комбинирането на тези два метода може да се използва за наблюдение на ефектите на тежките метали и механизмите на толерантност при растенията.

#### ***Приносите на публикациите извън хабилитационния труд (показател Г)***

В тази група са включени 17 публикации и са формулирани 8 оригинални научни приноси, които могат да се обобщят по следния начин:

За изясняване на ролята на организацията на светосъбиращите комплекси за устойчивостта към абиотичен стрес са проведени изследвания с четири генотипа грах и четири мутантни щама на *Synechocystis* sp. PCC6803. Установено е, че увеличаването на олигомерните форми на ССК2 и намаленото количество на анионни липиди, както и повишеното съдържание на моногалактозидиацилглицерол (МГДГ) повишава толерантността на растенията към висок интензитет на светлината (Dankov et al. 2011; Apostolova and Dobrikova 2016). За първи път е изследвано влиянието на структурните

модификации на цианобактериалния светосъбиращ комплекс върху повърхностните електрични свойства и функциите на фотосинтетичните мембрани (Dobrikova et al. 2013). Показано е, че промененото съдържание на фикобилизомите води до промени в морфологията на клетките и повърхностните електрически свойства на тилакоидните мембрани, както и във фотосинтетично кислородно отделяне, P700 кинетиките и преноса на енергия между пигмент-белтъчните комплекси.

Съществено значение имат и получените резултати върху механизмите на действие на азотния оксид (NO) в хлоропластите (Vladkova et al. 2011; Misra et al. 2014, 2017). Чрез използването на натриев нитропрусиド (SNP) като донор на NO е изследван ефектът на NO върху фотосинтетичната активност. Установено е, че дори при много ниски количества на SNP (хлорофил/SNP мolarно съотношение – 67/1), доставеният NO стимулира скоростта на ФС2 електронния транспорт и влияе върху преразпределението на енергията между двете фотосистеми. От получените резултати е заключено, че мястото на действие на NO е донорната страна на ФС2. Тези изследвания допринасят за изясняване влиянието на индуцираните от NO промени във фотосинтетичния апарат върху функционалната му активност при физиологични условия и защитната роля на увеличените ендогенни нива на NO в хлоропластите при оксидативен стрес.

Сравняването на чувствителността на зелени микроводорасли, цианобактерии и изолирани тилакоидни мембрани от грах към Q<sub>b</sub>-свързвачи хербициди (атразин, DCMU, изопротурон и йоксинил) показва по-високата чувствителност на параметрите на кислородното отделяне в сравнение с фотохимичната активност на ФС2, което предполага промени в Mn-кълстер на кислород-отделящата система на донорната страна на ФС2 (Apostolova et al. 2011; Rashkov et al. 2012; Yotsova et al. 2017). Показано е, че параметрите на кислородното отделяне на микроводорасли и цианобактерии са по-чувствителни към хербициди в сравнение с тилакоидните мембрани. Установено е, че имобилизирането на тилакоидните мембрани в говежди серумен албумин-глутаралдехид омрежена матрица ги запазва за по-продължително съхранение и увеличава чувствителността на фотосинтетичния апарат към хербицидното действие, което може да намери приложение в разработването на биосензори чрез използване на полярографски скоростен кислороден електрод.

Съществени приноси са получени и в резултат на изследванията върху увреждането на фотосинтетичния апарат от UV-B радиация и защитното действие на аскорбата и флавоноидите налингин и кверцетин (Dobrikova et al. 2013; Dobrikova and Apostolova 2014; 2015). Установено е, екзогенният аскорбат и налингин намаляват UV-B-индуцираното увреждане на донорната и на акцепторната страна на ФС2 като ефектът им е по-силно изразен върху ФС2 $\beta$  центровете в стромалните участъци в сравнение с ФС2 $\alpha$  центровете в грани. Резултатите показват, че взаимодействието на кверцетин с мембраните зависи от pH на средата и той показва различен UV-защитен ефект в зависимост от местоположението му в мембраните. Предполага се, че защитният ефект на тези екзогенно добавените естествени антиоксиданти е следствие не само от приското им антиоксидантно действие, но и от структурните промени, които те индуцират във фотосинтетичните мембрани и модификациите на Mn-кълъстер.

В повечето публикации на доц. Добрикова е обърнато специално внимание на увреждането и защитата на кислород-отделящата система, която е особено чувствителна към действието на различни стресови фактори. За пръв път са представени експериментални доказателства за промените, настъпващи в Mn-кълъстер и кинетичните параметри на кислород-отделящите реакции като резултат от действието на някои сигнални молекули при физиологични условия (24-епибрасинолид, салицилова киселина, DELLA протеини, азотен оксид), които са от значение за защитата на кислород-отделящата система в условия на абиотичен стрес (Vladkova et al. 2011; Dobrikova et al. 2014; Dobrikova et al. 2017; Jusovic et al. 2018; Yotsova et al. 2018).

Приносите от научно-изследователската дейност на доц. Добрикова имат не само теоретично значение, но и определена практическа насоченост.

### **Бъдещи научни изследвания**

Бъдещите научни изследвания на Анелия Добрикова са свързани предимно с проектите, по които работи в момента и са продължение на изследванията ѝ върху защитата на фотосинтетичния апарат в условия на стрес. Те ще бъдат съредоточени върху:

1. Изследване на ефектите на новосинтезирани метални наночастици върху фотосинтетичните процеси в грахови растения чрез използването на биофизични техники.
2. Защитни механизми на азотния оксид върху фотосинтетичния апарат при засоляване.
3. Фиторемедиация - ще продължи търсенето и изследването на нови видове растения, подходящи за фиторемедиация на замърсени или засолени почви.
4. Проучване на сухоустойчивостта на различни сортове зимна пшеница, отгледани в условията на засушаване.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Научно-изследователската дейност на доц. Анелия Добрикова има изключително важно значение за изясняването на отговора на фотосинтетичния апарат към стресови въздействия и на възможните стратегии за регулиране на фотосинтезата и подобряване на устойчивостта на растенията. Тя е утвърден учен с доказани приноси в областта на биофизиката, с възможности за подготовка на млади научни кадри и ръководство на научни проекти. Представените документи по конкурса показват, че д-р Добрикова отговаря на всички изисквания и дори значително надвишава минималните национални изисквания за заемане на академичната длъжност „Професор”, както и на специфичните изисквания, посочени в Правилника за прилагане на ЗРАСРБ в ИБФБМИ на БАН.

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. д-р Анелия Георгиева Добрикова академичната длъжност “Професор”.

23.04.2021 г.

София

Рецензент:

/проф. д-р Катя Георгиева/