

## РЕЦЕНЗИЯ

от проф. Диана Христова Петкова, д.б.н., Институт по биофизика и биомедицинско инженерство, БАН

във връзка с обявения конкурс за професор по научната специалност 4.3 Биологични науки ( 01.06.16. Физиология на растенията) за нуждите на Института по физиология на растенията и генетика, БАН

ДВ бр. 95/2.12.2011 г

В конкурса участва единствен кандидат доц. Катя Георгиева. Кандидатката е родена през 1958 г. в София. През 1982 г. завършва Софийски Университет „Климент Охридски“ специалност Молекулярна биология. От 1982 г. до 1986 г. работи като специалист биолог в Института по генетика, БАН. През 1986 г. спечелва конкурс за докторантура към Института по физиология на растенията, БАН, където успешно защитава дисертация на тема „Изследване на температурната чувствителност и аклиматизационна способност на фотосинтетичния апарат на два сорта грах“ през 1989 г. и получава научната и образователна степен „Доктор“. От 1990 г. е назначена като научен сътрудник II ст. в същия институт, а през 1993 г. е повишена в научен сътрудник I ст. През 2002 г. спечелва конкурс за ст.н.с. II ст. (понастоящем доцент). Доц. Катя Георгиева е била многократно в чужбина на специализации във водещи лаборатории в областта на физиология и биохимия на растенията в различни европейски страни като Германия, Великобритания, Унгария, Италия, което се отразява положително на нейната научна квалификация.

Основните научните трудове на доц. Катя Георгиева са посветени на много важни проблеми свързани с биохимията и физиология на процесите на фотосинтеза и влиянието на различни стресови фактори самостоятелно и в комбинация върху процесите на аклиматизация на растенията към околната среда. Механизмите на процесите на аклиматизация на фотосинтетичния апарат са изучавани на различни нива на организация като са прилагани комбинация от различни видове методи – физиологични, биохимични, молекулярно биологични и биофизични, което и е позволило да опише и изясни редица молекулни механизми на адаптацията на растителните организми. Изследвани са взаимоотношенията между ФС1 и ФС2 при процесите на адаптация, както и молекулните промени настъпили в различни видове

белтъци изграждащи двата комплекса. Доц. Катя Георгиева е насочила изследванията си и към изясняване значението на антиоксидантните системи при процесите на адаптация и аклиматизация на растенията към промените в околната среда. Като модел за изясняване на тези процеси в голяма част от проведените изследвания много удачно е използвано уникалното възкръстващо растение *Haberlea rhodopensis*, както в естествени така и при лабораторни условия моделиращи параметрите на естествените местообитания на този вид и мутанти на културното растение ечемик.

Основните научни приноси на доц. Георгиева могат да се групират в следните направления :

А. Изследване влиянието на различни стресови фактори върху чувствителността на фотосинтетичния апарат при културни растения

- При комбинация на промени в стресовите фактори - температура и сила на светлината са сравнени див тип ечемик и мутанти с различна степен на увреждане на светосъбиращия комплекс II и е доказано, че при излагане на растенията при високи температури, осветяването на ечемичен разсад със светлина със слаб интензитет предизвиква натрупване на високи нива пролин, намаление на активността на ФС2, скоростта на кислородното отделяне и броя на активните ФС2 центрове. Излагането на растенията на температурен стрес в условия на осветяване със светлина със висок интензитет активизира защитните системи на растенията при всички генотипове, което показва, че структурните елементи на ФСК2 нямат пряко отношение към тези процеси. (1).

- За да се установи значението на процесите на засоляване върху отговора на растенията към UV-B радиация ечемичени растения са предварително третираны с различни видове соли. Доказано е, че такъв вид третирането със соли като: NaCl, KCl, NaNO<sub>3</sub>, на ечемичен разсад при различни режими на осветяване повлиява чувствителността на растенията към облъчване с UV-B радиация поради активация на антиоксидантната система на растенията и зависи от етапа на развитие на фотосинтетичния апарат. Установено, че активността на ФС е силно чувствителна към този физичен фактор и може да се използва като сензор за определяне нивото на замърсяване. (2, 3, 8, 15, 17).

- Установени са корелации между нивото на индуцираните цветни съединения след облъчване с UV-B лъчение в ечемик и отговора на растението към този стрес, но липса на корелация с толерантността на растението към този физичен фактор. (3,7).

- Чрез използване на инхибитори на синтеза на протеини е доказано, че протекторите индуцирани след UV-B третиране нямат белтъчна природа и затова не се влияят от състоянието на белтъчния синтез ( 11).

- За да се проследи ролята на фотосинтетичния апарат за някои процеси свързани с отговор на растенията към стрес: като синтез на протеини, активация на антиоксидантни ензими, натрупване на стресови метаболити, транспорт на електрони, както и на синтеза на индуцираните от UV-B радиация и поглъщащите UV-B радиация вещества в ечемичени покълнеци са сравнени зелени и етиолирани растения и е доказано, че фотосинтетичния апарат има отношение само към синтеза на индуцираните от UV-B радиация и поглъщащите UV-B радиация вещества. (12)

- Доказано е, че фитохормоните като жасмонова киселина и нейния метилов естер се проявяват като протектори на предизвикания от UV-B радиация стрес, тъй като активират ензимите участващи в антиоксидантните системи (19).

- Проведени са изследвания върху отговор на грахови растения към високи и ниски температури с цел определяне на механизмите на тяхната температурна чувствителност и на евентуалното им привикване към този климатичен фактор. Установено, че параметрите на хлорофилна флуоресценция и нивото на различните пигменти се променят в различна посока при третиране на растенията с ниски и високи температури, което говори, че механизмите на увреждане на фотосинтетичния апарат при ниски и високи температури са различни ( 10).

- При изследване на устойчивостта на оризови мутанти различаващи се по фотолиазната си активност към UV-B радиационен стрес е доказано, че устойчивостта на фотосинтетичната активност е пропорционална на количеството и активността на Рубиско, степента на електронния транспорт, на фотолиазната активност и активността на ензимите участващи при детоксикацията от АФК в растителните клетки. ( 22).

- Проведени са изследвания за влиянието на високите температури при UV-B радиация и е доказано, че излагането на ечемичени прорастъци на температури съизмерими с високите климатични температури не предпазват растенията от UV-B радиация (30).

Б. Изследване молекулните механизми за устойчивост на възкръстващи растения към екстремно засушаване. За пръв път са публикувани молекулните механизми лежащи в основата на пълното възстановяване на такъв тип растения при рехидратация след екстремни условия на засушаване. При тези изследвания за модел е използвано

хомеохлорофилното растение *Haberlea rhodopensis*. Проучванията са проведени в условия на промени при различни физични фактори и засушаване.

1. Засушаване при оптимална температура и слаба светлина. Тези условия са подбрани за да се избегне натрупването на ефекти индуцирани от светлината и засушаването.

- При сравнение на промените в активностите на ФС1, ФС2 и кислородното отделяне на листа от *Haberlea rhodopensis* и чувствителния на засушаване спанак при засушаване и последваща хидратация е установено, че рехидратацията на *Haberlea rhodopensis* води до бързо и пълно възстановяване на фотосинтетичната активност, което се дължи на запазване на съдържанието на хлорофила и структурата на фотосинтетичния апарат при хомеохлорофилното растение. Листата от спанак забавят възстановяването на процесите на фотосинтеза поради разграждане на молекулите на хлорофила и промените в структурата на фотосинтетичния апарат (4, 5)

- Чрез изследване на промените в хлорофилната флуоресценция при процесите на дехидратация и рехидратация на *Haberlea rhodopensis* е установено, че фотохимичната активност на ФС2 слабо се повлиява при умерено засушаване. Промени в тази система настъпват едва при висока степен на засушаване. Доказано е, че основните промени се дължат на намаляване броя на отворените реакционни центрове на тази фотосистема при тези условия (4, 5, 6, 13)

- Установено е силно понижение на скоростта на асимилация на CO<sub>2</sub> при условия на засушаване поради затваряне на устицата. Фотохимичната активност също се понижава, но на по-късен етап от засушаването. Едни от причините за обратимото възстановяване на фотосинтетичния апарат след хидратация са непромененото ниво на хлорофила, пигмент – белтъчните комплекси, засилена синтеза на полифеноли. (5, 6, 13).

- Изследването на промените на молекулно ниво в тилакоидните мембрани на *Haberlea rhodopensis* при процесите на засушаване и последваща хидратация доказва силно повишение на зеаксантина и β- каротина при екстремно засушаване и слабо понижение на специфичните за ФС2 протеини D1, D2 и специфичните за ФС1 PsbS и PsaA/B протеини. Протеините на ССК слабо се повишават. Наблюдава се и частична миграция на част от антенния комплекс на ФС2 към ФС1 при екстремно засушаване. Намаляването на площта на листата при екстремно засушаване води до процеси, които запазват интегритета на фотосинтетичния апарат (18).

- При сравнение на физиологичните активности на корени и листа при засушаване и последваща рехидратация е установено, че корените дават много по-бърз отговор на

тези процеси, което е свързано с адаптацията на растенията към съответното местообитание (16)

- За пръв път са проведени хистологични и морфологични изследвания за проучване промените във формата, броя и размера на хлоропластите при естремни условия на засушаване и последваща рехидратация. Установената корелация между изброените параметри на хлоропластите и площта на мезофилните клетки предполага, че палисадните клетки имат много по-голямо значение за наличието на вода в растението в сравнение с гъбичния паренхим (26).

- Установени са промени в мастно-киселинния състав при възстановяване на фотосинтетичния апарат на листа от *Xerophyta scarbida* при рехидратация. При тези условия се наблюдава намаление на наситените мастни киселини и повишение на ненаситените молекулни видове, променя се физикохимичното състояние на мембраните, което води до промяна в пермеабилитета на мембраните (24).

2. Засушаване при висока температура и слаба светлина. Тези условия са избрани, защото светлината в някои естествените местообитания на растението се характеризира с ниска интензивност. Такива изследвания са проведени за пръв път в литературата.

- Изследването на толерантността на *Haberlea rhodopensis* към високи температури и светлина с висок интензитет доказва устойчивост на ФС2 към високи температури и висока чувствителност към фотоинхибиране (9).

- Високите температури забавят процесите на възстановяване на активността на фотосинтетичния апарат, но активизират алтернативни електронни потоци и тъмниното дишане за да се достави необходимата енергия за процесите на възстановяване след хидратация. Наблюдавани са и промени в активностите на ензимите на антиоксидантната система при засушаване при условия на високи температури. Настъпва и инхибиране на фотохимичната активност на ФС1 и значително в ФС2. Понижава се и скоростта на фотосинтезата. Промените установени в D2, PsbS и PsaA/B протеини при засушаване не се влияят от високите температури. Отделните промени при дехидратация протичат само до такава степен до, която след премахване на стресовия фактор биха довели до възстановяване на жизнените функции на растението (20, 21, 25, 28).

3. Влияние на светлината върху процесите на засушаване. Тези изследвания са проведени поради непрекъснато извършващите се промени в климата и от друга страна

се извършва изсичане на горите и поради тези причини условията на местообитанието на растението могат да се променят.

- Изследването на устойчивостта на възкръстващите растения към осветяване с голям интензитет показва голяма чувствителност към фотоинхибиране в условия на бърза и бавна хидратация. Наблюдава се силно понижение на процесите на фотосинтеза, транспирацията, намаление на фотосинтетичните пигменти, активността на ФС2 и увеличение на синтеза на полифенолните съединения. Това показва, че при условия на силно осветяване се наблюдават необратими промени във фотосинтетичния апарат на растението. Обратимо възстановяване на фотосинтетичните процеси се наблюдават само при млади листа. За да се установи дали такива изменения се наблюдават и при естествени условия са изследвани растения събрани от естествени местообитания с различна степен на осветяване и са установени същите промени, каквито са наблюдавани при лабораторни условия. (14).

- За да се проследят интимните молекулни механизми на влиянието на светлината при процесите на дехидратация са изследвани промените в структурата на хлоропластите, фотосинтетичната активност и вида на полипептидите, както и синтезата на полифенолите в условия на фотоинхибиране. Доказано е, че при силна светлина се понижава квантовата ефективност на ФС2, скоростта на  $\text{CO}_2$  асимилация и се индуцира синтеза на стресови белтъци и вероятно на полифеноли за защита на структурата на тилакоидната мембрана. (23).

- За да се характеризират промените във физико-химичните параметри на фотосинтетичния апарат настъпващи при воден стрес са изследвани процесите на пренос на енергия и кислородното отделяне на изолирани тилакоидни мембрани от растения от местообитания с различна степен на осветяване. Процесите на засушаване водят до структурна реорганизация на тилакоидите и лателарна реорганизация на пигмент – белтъчните комплекси на ФС1, ФС2, ССК1 и ССК2 ( 29).

- За да се изяснят процесите на адаптация в естествени условия са проведени изследвания върху растения от различни местообитания с различна степен на осветяване и е установено, че интегритета на мембраните от по-силно осветените места се запазва т.е. не се наблюдава такова фотоинхибиране, както при лабораторни условия. Наблюдаваното понижение на съдържанието на хлорофил, високото съдържание на малонилалдехид, активиране на антиоксидантните ензими, нарастването на енергията на възбуждане, която не участва във фотохимичните процеси, понижения на активността на ФС2, намаление на размера на листта и тяхното положение води до

намаляване на процесите на фотоинхибиране при естествени условия . ( 27,32,33, Доклад на конгрес за чувствителност към засушаване и толеранс при растения, 2012).

При преглед на научната продукция на доц. Катя Георгиева се забелязва, че нейните изследвания са насочен основно в едно направление и прави много добро впечатление последователността на направените изследвания с цел по-задълбочено изучаване на механизмите на адаптация на растенията към стресови фактори. Тези изследвания са много актуални и имат съществено научно значение, тъй като задълбочават познанията свързани с молекулните механизми на фотосинтетичните процеси и отговорите на растенията към различни стресови условия, както и практическо приложение за запазване биоразнообразието на флората на България и за получаване на нови толерантни сортове културни растения към различни стресови фактори.

За конкурса доцент Катя Георгиева е представила 33 научни труда, от които 28 статии в международни списания, 2 в български списания и 3 доклада в пълен текст на международни конференции. Общият ИФ на публикациите, с които участва е 42, 852. Общият брой публикации през цялата и научна кариера е 90 с общ ИФ 95.584. Значението и актуалността на получените резултати е доказано със значителния брой цитирания – 473 , основно от чуждестранни учени.

В по-голямата част от представените трудове кандидатката е на първо или последно място, което недвусмислено говори за съществената и роля при тези изследвания. Очевидно кандидатката е изграден учен в областта на физиология и биохимия на растенията и е показала, че може да ръководи важен научен проблем свързан изясняване на интимните механизми на толерантността на растенията към екстремни климатични фактори.

Доц. К.Георгиева е била член и ръководител на 16 международни договори с Шотландия, Италия, Унгария, Турция , Египет и Гърция – на 6 от тях е била ръководител от българска страна. Кандидатката е взела участие и в 19 проекта финансирани от български източници като ФНИ и Софийски Университет – на 5 от тях е била ръководител. Участието и ръководството на големия брой проекти е индикация за активната научна дейност на кандидатката и активното и международно сътрудничество с чуждестранни колективи. Тези сътрудничества очевидно са били и са много ползотворни , както може да се види от големия брой научни публикации от тези

съвместни изследвания. Резултатите от изследванията са представени и на 29 научни форума у нас и в чужбина.

Член е на СУБ и на Федерацията на Европейските дружества по растителна биология.

Ръководител е на една аспирантка, която е минала предзащита на докторската си дисертация. По броя публикации с участие на докторантката може да се каже, че ръководството е много успешно.

Доц. Георгиева наред с научно-изследователската си работа има и редица административни задължения като зам. директор от 2010 г. на ИФРГ, БАН, Председател на Общото събрание на учените към същия институт, член на научния съвет и Заместник главен редактор на списание „Генетика и физиология на растенията”

Научната продукция на доц. Катя Гергиева значително надхвърля приетите изисквания на правилника на ИФРГ, БАН за заемане на академичната длъжност ПРОФЕСОР и има ясно очертана научна тематика.

Считам, че са спазени всички изисквания според новия Закон за развитие на академичния състав в Република България.

**Заклучение :** Доцент Катя Георгиева е представила за конкурса научна продукция и цитирания, които надхвърлят изискванията на ЗРАСРБ и Правилника за приложение приет от ИФРГ. Тя има ясно очертана научна тематика. Научните и приноси имат оригинален характер. Всичко това ми дава основания убедено да препоръчам Доцент Катя Георгиева да бъде избрана за административната и академична длъжност ПРОФЕСОР по шифър 4.3 Биологични науки ( Физиология на растенията).

09.04.2012 г.

РЕЦЕНЗЕНТ :