

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационния труд за придобиване на образователната и научна степен „доктор” по професионална направление 4.3. „Биологически науки”, научна специалност 01.06.08 „Биофизика”

Автор на дисертационния труд: Айгюн Кемал Фаик, редовен докторант в секция „Фотовъзбудими мембрани” на Института по биофизика и биомедицинско инженерство – Българска академия на науките

Тема: ”Механизми на отговор на фотосинтетичния апарат на висши растения на комбиниран температурен и светлинен стрес”

Рецензент: доктор Емилия Любомирова Апостолова, професор в секция „Фотовъзбудими мембрани”, Институт по биофизика и биомедицинско инженерство - Българска академия на науките, член на научно жури във връзка със защита на дисертационен труд, съгласно заповед № 301/02.05.2018 г. на директора на ИБФБМИ-БАН.

Айгюн Кемал Фаик е завършила Химикотехнологичния и металургичен университет – София, получавайки магистърска степен „инженер-биотехнолог” през 2012 г. Част от магистърската си дипломната работа е изработила в Университета в Патра, Гърция по програма Еразъм. През 2013 г. е спечелила конкурс за редовен докторант в Института по биофизика и биомедицинско инженерство – БАН, секция „Фотовъзбудими мембрани”. По време на докторантурата си е била на специализация в Унгария (Будапеща) и Турция (Измир). Дисертационният труд на Айгюн Фаик е изработен в съответствие със Закона за развитие на академичния състав в Република България и Правилника за приложението му и докторантката е представила всички необходими документи в съответствие с Правилника за приложение на ЗРАСРБ в ИБФБМИ-БАН.

Обща характеристика на дисертационния труд

Представеният ми за рецензиране дисертационен труд на Айгюн Фаик е написан на 158 страници и включва: увод (1 страница), литературен обзор (46 страници), цел и задачи (2 страници), материали и методи (9 страници), резултати (54 страници), обсъждане (13 страници), изводи (2 страници) и приноси (1 страница). Цитирани са 292 литературни източника. В дисертационния труд са включени 10 таблици (2 са включени в материали и методи) и 58 фигури (12 са включени в литературния обзор). Основните раздели са добре структурирани на съответни подраздели.

Актуалност на разработения в дисертационния труд проблем

В природата растенията са подложени на непрекъснатото действие на различни абиотични стрес фактори, които предизвикват различни промени в техните физиологични и биохимични процеси, което води до намаляване на фотосинтетичния капацитет в резултат на стрес-индуцирани промени в структурата и функциите на фотосинтетичния апарат. Светлинният интензитет и температурата са едни от най-важните фактори оказващи влияние върху фотосинтезата. Основна цел на дисертационния труд е изследване на отговора на фотосинтетичния апарат в *Solanum lycopersicum* и *Arabidopsis thaliana* към продължително действие на висок светлинен интензитет в комбинация с висока и субоптимална температура. Получените експериментални резултати допринасят за изясняване на механизмите на аклиматизация към промените в околната среда (светлинен интензитет и температура) на два икономически важни растителни вида, което и определя актуалността на проведените изследвания.

Анализ на дисертационния труд

Уводът насочва към актуалността и значимостта на изследванията, посочвайки важното значение на температурата и количеството и качеството на светлината за функционалната активност на фотосинтетичния апарат.

Литературният обзор е много добре структуриран. Той е разделен на 9 глави с подзаглавия и описва структурата и функцията на фотосинтетичния апарат, промените настъпващи в него в условия на стрес, както и механизмите на аклиматизация и адаптация на растенията към неблагоприятните условия на околната среда. В литературния обзор са отразени съвременните схващания за

организацията и функциите на фотосинтетичния апарат при физиологични и стрес условия. Докторантката не само описва, но и посочва спорните въпроси за промените във фотосинтетичния апарат и механизмите на адаптацията му при комбинираното действие на няколко стрес фактора от околната среда. По-голяма част от цитираната литература е от последните 10-15 години, което е доказателство, че Айгюн Фаик добре познава съвременното състояние на разработваните проблеми. Последният абзац от литературния обзор обосновава и насочва към изследванията в дисертационния труд.

Цел и задачи. Целта на дисертационния труд е точно и ясно формулирана и за постигането ѝ са поставени 5 конкретни задачи.

Материали и методи. Докторантката е описала подробно отглеждането на растенията, третирането им с различни комбинации на температура и светлинен интензитет, както и използваните методи. Обект на изследването са *Solanum lycopersicum* и *Arabidopsis thaliana*, които имат различна толерантност към висока температура. Изборът на растителните видове е удачен и добре обоснован. При изследването са определени пигментния състав, фотохимичната активност на двете фотосистеми, характеризирани са светкавичните кислородни добиви и кислородното отделяне при непрекъснато осветяване, оценен е преноса на енергия между пигмент-белтъчните комплекси на фотосинтетичния апарат и полипептидния състав на тилакоидните мембрани в зависимост от условията на отглеждане на растенията.

Резултати. Получените експериментални резултати са подробно описани в три части. В първата и втората част е описано влиянието на комбинираното въздействие на температурен и светлинен стрес върху фотосинтетичния апарат на *Solanum lycopersicum* и *Arabidopsis thaliana*, както и степента на възстановяване на стрес-индуцираните промени във фотосинтетичния апарат след 5 дни. Изследванията са проведени при няколко режима на отглеждане на растенията: (i) при висока температура и при комбиниране на висок светлинен интензитет и висока температура; (ii) при субоптимална температура и при комбиниране на висок светлинен интензитет със субоптимална температура. Определено е влиянието на условията на отглеждане и времето на третиране върху пигментния състав,

фотохимичната активност на ФС1 (фотосистема 1) и ФС2 (фотосистема 2), функциите на кислород-отделящата система, разпределението на възбуждащата енергия и енергетичното взаимодействие между двете фотосистеми, направен е също така и анализ на количеството на белтъците D1 и PsbA. В третата част е изследвана кинетиката на фотоинхибиране на изолирани тилакоидни мембрани от растения *Solanum lycopersicum*, отглеждани при комбиниране на висок светлинен интензитет с висока и оптимална температура.

Обсъждане. В този раздел докторантката анализира получените експериментални резултати и сравнява промените във функциите на фотосинтетичния апарат в двата изследвани растителни вида (*Solanum lycopersicum* и *Arabidopsis thaliana*) в зависимост от условията на третиране и неговата продължителност, както и степента на тяхното възстановяване. Установено е, че продължителното третиране с висока температура инхибира фотохимичната активност на ФС2, като този инхибиращ ефект при *Solanum lycopersicum* се компенсира при комбинираното действие на висока температура с висок светлинен интензитет. Аклиматизирането на растенията към високи температури води до промени в енергетичното взаимодействие между двете фотосистеми, като тези промени намаляват при комбинираното действие на висока температура и висок светлинен интензитет. Представени са експериментални данни показващи, че механизмът на аклиматизация към висок светлинен интензитет при висока и субоптимална температура включва в по-голяма степен регулация на антената на ФС2 в сравнение с антената на ФС1. Въз основа на получените експериментални данни е направено предположение, че по-високата устойчивост на ФС2β центровете към комбиниран светлинен и температурен стрес има съществено значение за аклиматизиране на растенията към неблагоприятните условия на околната среда. Изследвайки фотоинхибирането в изолирани тилакоидни мембрани от *Solanum lycopersicum* е установено, че аклиматизирането на растенията към висок светлинен интензитет и висока температура повишава устойчивостта на двете фотосистеми към фотоинхибиране *in vitro* в сравнение с растенията аклиматизирани само към висок светлинен интензитет. Получените експериментални резултати са дискутирани и интерпретирани критично в светлината на наличните в литературата данни, което показва възможността на докторантката да систематизира експерименталните резултати получена от многото изследвани параметри и различни третираня.

Изследванията в дисертационния труд обогатяват информацията за механизмите на толерантност и аклиматизация на растенията към температурен и светлинен стрес.

Изводите са добре оформени и отразяват точно получените експериментални резултати от проведените изследвания. Приемам формулираните пет **научни приноса**, които имат оригинален характер и допринасят за разширяване на познанията за механизмите на аклиматизация на растенията към променящата се околна среда. Основните приноси от проведените изследвания са:

- Установяване на защитния ефект на високия светлинен интензитет върху индуцираните от високата температура промени в активността на двете фотосистеми.
- Преставените експериментални доказателства, че аклиматизацията към висок светлинен интензитет при висока и субоптимална температура е свързано в по-голяма степен с регулация на антената на ФС2 в сравнение с антената на ФС1.
- Установяването, че високият светлинен интензитет усилва инхибирането на светкавичните кислородни добиви и скоростта на електронен транспорт през ФС2 при субоптималната температура.
- Представените експериментални данни, показващи съществена роля на високата устойчивост на ФС2 β към комбиниран светлинен и температурен стрес, за аклиматизация на растенията към тези стрес фактори от околната среда.

Наукометрични данни

Представен е списък от 3 публикации по темата на дисертацията публикувани в специализирани научни издания: Photosynthetica (1 публикация) и Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences (2 публикации) с общ ИФ 2.009. И в трите публикации Айгюн Фаик е първи автор, което показва значимостта на нейното участие в тях. Забелязани са две цитирания на тези публикации. Резултати по дисертацията са докладвани на 6 научни форума. Докторантката е участвала при разработването на четири научни проекта.

Дисертацията е добре написана. Фигурите ясно илюстрират получените експериментални резултати. Езикът е ясен и разбираем, но са използвани и някои неподходящи термина като „лента на ССК1” и други. В таблици 3, 5, 7 и 9 не е посочено значението на параметрите α и β . Не са посочени също така и мерните единици на тези параметри (α - загубите и β - двойните попадения). Авторефератът (41 страници) по структура и съдържание правилно отразява същността на дисертационния труд.

Защо при изследване на фотоинхибирането е избрано растението *Solanum lycopersicum* и как са подбрани условията на третиране и параметрите, които са определени?

Получените експериментални резултати и оформянето на дисертационния труд показват, че Айгюн Фаик е придобила знания и умения, които напълно отговарят на образователната и научна степен „доктор”. Усвоените голям набор от съвременни методи за изследване на фотосинтетичния апарат, които използва при решаване на конкретните задачи в дисертационния си труд, ще ѝ бъдат от полза при нейните бъдещи изследвания. Докторантката е разширила своята теоретична подготовка в областта на биофизиката на фотосинтезата, придобила е умения да коментира, анализира и обобщава данните от научната литература, както и успешно да ги използва за интерпретация на получените от нея експериментални резултати. Оформянето на дисертационния труд, представянето на резултатите и тяхното дискутиране ми дават основание да смятам, че Айгюн Фаик е добре подготвен в теоретично и практическо отношение млад учен.

Заклучение

Дисертационният труд на **Айгюн Кемал Фаик** е посветен на изясняване на механизмите на толеранс и аклиматизация на растенията към температурен и светлинен стрес. Проведени са голям брой изследвания с помощта на много и разнообразни биофизични и биохимични методи, които изясняват влиянието на високия светлинен интензитет при високи и субоптимални температури върху функциите на фотосинтетичния апарат на *Solanum lycopersicum* и *Arabidopsis thaliana*. Получени са нови знания за механизмите на аклиматизация и толеранс при

растенията. Дисертационният труд, по актуалност на разработвания проблем, количеството и качеството на проведените изследвания и значимостта на приносите напълно отговаря на Закона за развитие на академичния състав в Република България и на Правилника за специфичните условия и реда за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в ИБФБМИ-БАН. Всичко това ми дава основание убедено да препоръчам на членовете на уважаемото Научно жури да присъдят на **Айгюн Кемал Фаик** образователната и научна степен „доктор” в професионално направление 4.3. „Биологически науки”.

25.06.2018 г.

София

Рецензент:

(проф. д-р Емилия Апостолова)