

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен “доктор” по професионално направление 4.3 “Биологически науки”, научна специалност 01.06.16 “Физиология на растенията“

Автор на дисертационния труд: Диляна Петрова Донева, ИФРГ, БАН

Тема на дисертационния труд: „Роля на биогенните летливи органични съединения в защитата и адаптацията на растенията в условия на засушаване“

Рецензент: проф. д-р Катя Маринова Георгиева, ИФРГ, БАН

Обща характеристика на дисертационния труд – обем и структура

Дисертационният труд е написан на 131 страници, структуриран е според изискванията за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ и включва разделите: увод (2 стр.), литературен обзор (26 стр.), цел и задачи (2 стр.), материали и методи (11 стр.), резултати и обсъждане (46 стр.), заключение (2 стр.), изводи (2 стр.), приноси (1 стр.) и цитирана литература (30 стр.). Използваната литература включва 354 източника, от които 271 са публикувани след 2001 г., а 94 – са след 2010 г. В дисертационния труд са включени 22 фигури и 2 таблици.

Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем

Засушаването е един от основните фактори на околната среда, който инхибира редица метаболитни процеси и забавя растежа и развитието на растенията. В резултат на глобалното затопляне и настъпващите климатични промени нарастват площите, в които растенията изпитват воден дефицит. Според прогнозите на Международния институт по управление на водните ресурси, през 2025 г. една трета от човечеството ще живее в региони, изпитващи силен недостиг на вода. Ето защо, изясняването на механизмите на устойчивост на растенията към засушаване е от важно значение. Редица изследвания показват ролята на изопрена за защитата на растенията при различни стресови въздействия. Изопреновата емисия е силно зависима от екологичните фактори. Предвижданите климатични промени, свързани с повишаване на температурата и зачестяване на сухите периоди може да доведат до силно повишаване на количеството изопрен, отделен в атмосферата, което ще увеличи негативния му ефект върху химичния ѝ състав. Известно е, че изопренът може да повлияе качествения състав на въздуха, допринасяйки за образуването на озон и вторични органични аерозолни частици и повишавайки количеството на метан в атмосферата.

За изясняването на биологичната функция на изопреноидите в условията на екстремно засушаване в дисертационния труд са използвани два вида от семейство Poaceae (*Arundo donax* и *Nakonechloa macra*). *A. donax* се счита за много обещаващ вид за производство на биогорива и биоетанол, а *N. macra* се използва широко в озеленяването. Освен това, информацията за капацитета на едносемеделните растения да отделят биогенни летливи органични съединения е ограничена. Представеният за рецензия дисертационен труд разглежда един важен проблем с научно и научно-приложно значение.

Анализ на дисертационния труд

Литературният обзор е изчерпателен, последователен и целенасочен. Направена е характеристика на биогенни летливи органични съединения, подробно е описано значението на изопрена за химичния състав на атмосферата, разпространението и биосинтезата му. Особено внимание е обърнато на влиянието на екологичните фактори върху скоростта на изопреновата емисия и биологичната роля на изопрена в растенията. Важна част от литературният обзор е отделена на влиянието на засушаването върху функционалната активност на растенията. Представена е подробна информация за промените във фотосинтетичната активност и причините за инхибирането ѝ, както и за ролята на фотосинтетичните пигменти, фенилпропаноидите и осмолитите в защитата на растенията при засушаване.

Доброто познаване на литературата по изследвания проблем е позволило на дисертантката да формулира точно целта и задачите на своята дисертация. Добрата ѝ осведоменост проличава особено добре при обсъждането на получените резултати.

Цел и задачи. Целта на дисертацията е формулирана ясно и за постигането ѝ са използвани два подхода: 1) Да се изясни ролята на изопреноидите в условията на засушаване за екологичната пластичност на два растителни вида от семейство Poaceae - отделящ (*Arundo donax*) и не отделящ (*Nakonechloa macra*) изопрен; 2) Да се изследва отговора на два екотипа *A. donax*, произхождащи от райони с различни климатични условия (температура и наличие на вода), към екстремно засушаване. Изказана е хипотезата, че екотипът, произхождащ от район с по-висока температура на въздуха и по-ниска почвена водообезпеченост ще притежава по-висока сухоустойчивост.

Материали и методи. Докторантката е дала подробна характеристика на двата основни обекта на изследване *Arundo donax* и *Nakonechloa macra*, както и на условията на отглеждане, засушаване и рехидратиране на растенията. Използвани са широк спектър от съвременни физиологични, биофизични и биохимични методи, което позволява получаването на научни

резултати, напълно съответстващи на поставените цел и задачи. Всички методи са описани подробно и по начин, който позволява тяхното възпроизводство от други учени. Много добро впечатление прави добрата статистическа обработка на данните, което е допринесло за правилното описание и дискутиране на получените резултати.

От прегледа на изложените в раздел Материали и методи експериментални техники може да се заключи, че в процеса на обучението си докторантката е усвоила много и разнообразни методи и се е изградила като високо квалифициран специалист. Тя притежава отлична методична подготовка, придобила е значителен научно-изследователски опит, който ще ѝ помогне в бъдещите изследвания.

Представяне и обсъждане на получените резултати. Раздел „Резултати и обсъждане“ е много добре структуриран в две глави, съответстващи на използваните два подхода за постигане на поставените задачи. Проведени са разнообразни и комплексни изследвания и са получени съществени резултати. Резултатите от изследванията, свързани с дисертацията са представени на 21 фигури и 2 таблици. Изложението е стегнато и ясно.

По-интересните и значими резултати, свързани с поставените две основни научни задачи могат да се обобщят както следва:

1) Сравнителен физиологичен и структурен анализ на *A. donax* и *H. macra*, характеризиращи се с различен капацитет да отделят изопрен, тяхната реакция към засушаване и способността им да се възстановяват от приложения стрес.

A. donax се характеризира с висока изопреновата емисия, докато при *H. macra* не е регистрирана такава.

Независимо от по-силното намаляване на относителното водно съдържание (ОВС) на листата на *A. donax* в резултат на засушаването в сравнение с това на *H. macra*, пълно възстановяване на ОВС след рехидратирането на растенията е установено само при отделящия изопрен вид.

Засушаването понижава изопреновата емисия в листата на *A. donax* и тя остава значително потисната и след рехидратирането на растенията. Загубата на въглерод от растенията под формата на изопрен (C lost, %) нараства приблизително осем пъти в засушените растения *A. donax*, което се дължи на по-слабото намаляване на изопреновата емисия в сравнение с асимилацията на CO₂. Поддържането на изопренова емисия при екстремно засушаване се обяснява с алтернативни на фотосинтезата източници, като ксилем-транспортирана глюкоза и хлоропластна скорбяла. Предполага се, че потиснатата емисия на изопрен при рехидратираните растения се дължи на промяна в активността или в количеството на ензима изопрен

синтаза или с пренасочване на притока на въглерод към биосинтезата на други изопреноиди или вещества с антиоксидантна функция.

Направена е задълбочена характеристика на промените във фотосинтетичната активност в резултат на засушаването на двата изследвани вида чрез измерване на скоростта на CO₂ фиксация и транспирация, устичната проводимост и ефективността на използване на водата, както и фотохимичната активност на ФС2. За изясняване на факторите, лимитиращи фотосинтезата са регистрирани A/Ci криви. Установено е, че продължителното засушаване инхибира фотосинтетичната активност и при двата изследвани вида, но само при изопрен-отделящият *A. donax* се възстановява напълно след рехидратиране на растенията. Засушаването води до по-съществено потискане на максималната скорост на карбоксилиране на Рубиско и фотосинтетичния електронен транспорт при *H. macra*, като тези параметри не се възстановяват след прекратяване на стреса, което показва наличието и на биохимично лимитиране на фотосинтезата при растителния вид, който не отделя изопрен.

По-силното повишаване на нефотохимичното гасене и деепоксидационно състояние на ксантофилите в резултат на засушаването на *H. macra* показва, че механизмите на дисипация на излишната енергия в този вид са по-активни в сравнение с *A. donax*, но не са достатъчни за възстановяването му. Засушаването предизвиква по-силно увеличаване на съдържанието на фенолните съединения (НСА, лутеолин и апигенин) и пролин при *H. macra*, което предполага, че водният дефицит индуцира по-сериозни увреждания при този вид, в резултат на които се активира по-моцнен арсенал от защитни реакции.

Предполага се, че една от причините за повишената толерантност към засушаване на *A. donax* в сравнение с *H. macra*, може да се дължи на неговата способност да отделя изопрен, който подобрява стабилността и интактността на тилакоидните мембрани и регулира количеството на стрес-индуцирани активни кислородни форми.

2) Сравнителен физиологичен анализ на два екотипа *A. donax* – Сребърна (Силистра, България) и Сесто Фиорентино (Флоренция, Италия), по отношение на реакцията им към засушаване и способността им да се възстановяват от приложения стрес.

Докато силното засушаване предизвиква значително понижаване на изопреновата емисия и при двата екотипа *A. donax*, в условия на умерен воден дефицит тя е повишена при българския екотип и не се променя при италианския. Предполага се, че повишената изопренова емисия при българския екотип, в ранните етапи на засушаването има защитна роля, което се потвърждава и от по-доброто възстановяване на този екпотип.

Намаляването на фотосинтетичната активност при умерен воден дефицит е значително по-слабо при българския екотип в сравнение с италианския. Инхибирането на фотосинтезата при българския екотип в резултат на засушаването е свързано основно с устични фактори, докато при италианския екотип и с биохимични нарушения.

Акумулирането на пролин и по-високите нива на летливи и нелетливи изопреноиди в условия на засушаване при българския екотип показват неговата по-добра пластичност и толерантност към воден дефицит в сравнение с италианския.

В **заключението** докторантката е обобщила резултатите от всички направени анализи, което показва способността ѝ да систематизира информацията от получените данни.

Приноси и значимост на разработката за науката и практиката

Дисертационният труд на Диляна Донева е едно комплексно и задълбочено изследване върху ролята на биогенните летливи органични съединения за устойчивостта на растенията към засушаване. Чрез използването на оригинални подходи са получени значими научни резултати с подчертан приносен характер за изясняване на механизмите на устойчивост на растенията към воден стрес. Освен това, като се вземат предвид глобалните проблеми с недостига на вода и интереса към *A. donax* за култивиране и производство на биогорива, установяването на устойчиви към засушаване екотипове *A. donax* има важно практическо и икономическо значение. Изказани са интересни хипотези, които са предпоставка за бъдещи разработки.

Изводите от дисертационния са в пълно съответствие с получените резултати. Приемам посочените **научни приноси**, които имат оригинален характер.

Личен принос на докторантката

Проведените изследвания в дисертационния труд са дело на докторантката под компетентното ръководство на нейния научен ръководител проф. д-р Виолета Великова. Трудовете на Диляна Донева не са самостоятелни, което е нормално за съвременните трудове в областта на природните науки. Имам лични впечатления от упоритата работа на Д. Донева по дисертационния труд и мога да потвърдя нейния личен принос за получените резултати и приноси. Тя се отличава с трудолюбие и отговорност към поставените ѝ задачи. Доброто ѝ представяне на проведената предзащита и компетентните отговори на зададените въпроси също доказва отличната ѝ осведоменост и личния ѝ принос в представената разработка.

Преценка на публикациите по дисертационния труд

Резултатите от изследванията са публикувани в 2 научни статии, едната в *Comptes rendus de l'Academie bulgare des Sciences* (ИФ 0.284), на която е първи автор, а другата в *Plant, Cell and Environment* с ИФ 6.169, което доказва актуалността на проблема и изследванията на докторантката. Представените публикации напълно отговарят на дисертацията и покриват изискванията на ИФРГ-БАН за допускане до защита на дисертационен труд. Част от резултатите са представени на 5 международни научни мероприятия, едно от които у нас.

Оценка на автореферата

Авторефератът е оформен съгласно изискванията и отразява основните раздели и резултати от дисертационния труд.

Заключение

Дисертацията на Диляна Донева е едно сериозно и задълбочено изследване, проведено на много добро научно ниво. Използвани са интересни подходи и съвременни физиологични, биофизични и биохимични методи и са получени научни резултати, които представляват оригинален принос в науката.

Дисертационният труд отговаря на всички на изискванията 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 ИФРГ- БАН.

Диляна Донева притежава задълбочени теоретични знания и професионални умения в областта на физиологията и биохимията на растенията, като демонстрира качества и умения за самостоятелно провеждане на научно изследване.

Като член на Научното жури убедено гласувам положително и препоръчвам на уважаемите членове на Научното жури да присъди образователната и научна степен „доктор” на Диляна Петрова Донева в област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.3. Биологически науки, научна специалност 01.06.16 „Физиология на растенията”.

09.05.2017 г.

Рецензент:

проф. д-р Катя Георгиева