

РЕЦЕНЗИЯ

От **проф. д-р Лиляна Руменова Начева**, Институт по овощарство – Пловдив, Селскостопанска Академия (ССА), хабилитирана по професионално направление 6.1. Растениевъдство, научна специалност „Овощарство“ (професор) и 4.3. Биологически науки, научна специалност „Физиология на растенията“ (доцент), определена за член на научното жури със Заповед № 62/27.09.2024 г. на Директора на Институт по биоразнообразие и екосистемни изследвания (ИБЕИ – БАН)

относно дисертационен труд за присъждане на образователната и научна степен „**доктор**“, по област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика; професионално направление: 4.3. Биологически науки; научна специалност: Ботаника.

Автор: Борянка Димитрова Трайкова

Тема: „Хидропонните технологии като средство за опазване и култивиране на лечебни и консервационно значими растителни видове“

I. Обща характеристика на дисертационния труд – обем и структура

През последните години хидропонните технологии навлизат успешно в земеделието за отглеждане на зеленчуци, подправки и билки. Те предоставят редица предимства като целогодишно получаване на продукция, независимо от климатичните условия, механизирание на дейностите и ограничаване използването на пестициди. Наред с това, нараства търсенето на биологично активни вещества, изолирани от редки и застрашени видове. В този смисъл, предоставеният ми за рецензиране дисертационен труд разглежда много актуални проблеми, свързани не само с опазване на биоразнообразието, но и със съвременните възможности за получаване на ценни вторични метаболити с приложения в козметичната, хранително-вкусовата и фармацевтичната индустрия.

Дисертационният труд представя интердисциплинарно научно изследване на възможностите за прилагане на хидропонните технологии като средство за опазване и култивиране на лечебни и застрашени растителни видове, някои от които Балкански ендемити, включени в Червената книга на Република България, и превръщането им в

култивирани видове. Доколкото ми е известно, това е първата дисертация в нашата страна за прилагане на метода на хидропонните култури при лечебни растения.

Дисертационният труд е достатъчен като обем, съдържа всички необходими раздели, които са добре структурирани и балансирани. Написан е на 178 страници, като литературният преглед обхваща 18 % от неговия обем. По-голямата част е отделена на резултатите и тяхното обсъждане. Работата е добре онагледена със 17 таблици и 42 фигури. По същество, дисертационният труд обхваща 8 публикации, свързани с хидропонното отглеждане на редки, застрашени лечебни и/или консервационно значими видове растения. Пет от публикациите са в издания, реферирани в световните бази данни Web of Science и/или Scopus. Публикуването им в престижни списания е още едно доказателство за високото качество на проведените изследвания и представянето на получените от тях резултати.

II. Литературна осведоменост и теоретична подготовка на кандидата

Литературният преглед обхваща основните литературни източници, свързани с хидропонното култивиране на растения. Подчертани са предимствата и недостатъците на технологията, както и основните постижения при култивирането на лечебни растения.

Цитираната литература включва 138 източника, 129 на латиница и 9 на кирилица, като голяма част от цитираните източници са от последните 10 години.

III. Методичен подход

При разработване на дисертационния труд са използвани 11 растителни вида: *Haberlea rhodopensis*, *Thymus longedentatus*, *T. pannonicus*, *T. zygioides*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Lilium rhodopaeum*, *Hippeastrum papilio*, *Alkanna tinctoria*, *Salvia officinalis* и *Echinacea purpurea*. Всички тези видове са лечебни и/или консервационно значими растения. Подробно са изследвани възможностите за вегетативно и семенно размножаване и ускорено нарастване при различни видове хидропонни системи, като основната цел е създаване на надеждни протоколи за тяхното размножаване. При някои от лечебните растителни видове е изследвана и биосинтетичната способност на хидропонно размножените индивиди по отношение на характерните за тях вторичните метаболити. Поставени са шест изследователски задачи, които са изпълнени успешно.

Използван е разнообразен набор от методи и техники, фокусиран върху основния предмет на изследването. Всички експерименти са заложили в достатъчен брой

повторения, така че получените резултати да подлежат на статистическа обработка. Изследвани са редица важни показатели, свързани с възможностите за семенно и вегетативно размножаване от листа и резници на целевите видове чрез изпитване на различни хидропонни системи, ускоряването на растежа на луковици, адаптиране на хидропонно култивирани растения към почвен субстрат и последващо аклиматизиране към оранжерийни условия и на открито в *ex situ* колекциите, както и сравнителен анализ на резултатите от хроматографско определяне на биологично активните вещества на някои от хидропонно нараснали растения спрямо контролните.

IV. Значимост и убедителност на получените резултати, интерпретациите и изводите

Класическите методи за семенно и вегетативно размножаване при лечебните видове с консервационно значение (*Haberlea rhodopensis*, *Thymus pannonicus*, *T. zygoides*, *T. longedentatus*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Lilium rhodopaeum*, *Hippeastrum papilio*, *Alkanna tinctoria*) са бавни и неефективни, и не могат да посрещнат нарастващото търсене на източници на вторични метаболити за фармацевтичната и хранително-вкусовата индустрия. Необходими са иновативни подходи от една страна за опазване на биоразнообразието, а от друга – за индустриализацията на бъдещи производства. Извършена е огромна по обем работа.

Установени са видово специфични особености при хидропонно вегетативно размножаване.

Изводите, направени в резултат от проучването, са логични, като по-важните от тях са:

- ✓ Благодарение на по-добре развитата коренова система, при изпитаните целеви видове (*Haberlea rhodopensis*, *Thymus pannonicus*, *T. zygoides* и *T. longedentatus*, *Vaccinium vitis-idaea*) вкореняването и оцеляването на листата или резниците е много по-успешно на хидропонните системи в сравнение с контролата в почвен субстрат;
- ✓ От съществено значение за успеха на размножаването на *Haberlea rhodopensis*, при използване на аеро-хидропонни системи са видът на субстрата и предварителното вкореняване на листата във влажен перлит;
- ✓ При *Vaccinium vitis-idaea* най-добри резултати са постигнати на система F&D със субстрат перлит с полувдървесинени резници, третирани с IBA;

- ✓ Третирането с IBA води до подобряване на вкореняването само при *Vaccinium vitis-idaea*, докато при *Haberlea rhodopensis* стимулира образуването на множество миниатюрни розетки в основата на новополученото растение;
- ✓ Хидропонните технологии са подходящи за ускоряване растежа на бавно растящи луковични видове при използване на луковици, получени от семена или размножени *in vitro*. Този метод спомага за преодоляване на покоя, в който изпадат *in vitro* размножените луковички от *Lilium rhodopaeum* при субкултивирането им на хранителна среда, като система F&D със субстрат перлит е по-подходяща;
- ✓ Нарастването на семенно получени или *in vitro* размножени луковици от *Hippeastrum papilio* е по-ефективно на хидропонна система СВ със субстрат керамзит в сравнение със система F&D със субстрат перлит;
- ✓ Установено е значително ускоряване на растежа и развитието на някои от изследваните видове при култивиране на семена или поници на аерохидропонна система GD. Използването на тази ситема при третиране с GA₃ семена от *Echinacea purpurea* стимулира образуването на добре развита коренова система. При *Salvia officinalis* култивирането на система GD води до значително ускоряване на растежа и развитието, като разликите се запазват и след аклиматизацията на растенията в *ex situ* колекцията;
- ✓ Изключително ниската кълняемост на семената при *Alkanna tinctoria* е преодоляна чрез комбинирано третиране на семената с GA₃ и монохроматична светлина. Този подход съкращава периода от покълването на семената до фаза цъфтеж от 12 на 6 месеца;
- ✓ Прилагането на система СВ със субстрат торфени или кокосови кубчета е неподходящо при *Haberlea rhodopensis* поради прекалено бавното нарастване на пониците и развитието на водорасли, мъх и ларви на вредители върху субстрата;
- ✓ Установено е, че хидропонно култивираните растения от изследваните фитохимично видове запазват способността си да синтезират типичните за тях биологично активни вещества;
- ✓ Галантаминът и съпътстващите 7 алкалоида са едни и същи във всички изследвани листни проби от *Hippeastrum papilio*: хидропонно култивирани растения на системи F&D и СВ, почвено отглеждани контролни растения и растения от естествените находища;

- ✓ Установена е обратна пропорционалност между растежа на биомасата на *H. rapilio* и съдържанието на галантамин в нея, като то е най високо в листата на растенията, отглеждани в почвен субстрат. Слабото намаляване на съдържанието на галантамин на система СВ се компенсира от интензивния растеж и биомаса (5 пъти повече отколкото при почвено култивираните растения);
- ✓ Концентрацията на етерични масла в конвенционално и хидропонно получените растения от *Salvia officinalis* не се различава и през двете години на култивирането им в *ex situ* колекцията;
- ✓ Хидропонното култивиране на *S. officinalis* влияе върху състава на етеричното масло и количеството на компонентите му. Разликите в количеството на етеричното масло се запазват и през втората година, което се дължи на значително по-големия брой генеративни стъбла, образувани при хидропонно получените растения;
- ✓ Метаболитните профили на хидропонно отглежданите растения от изследваните видове мащерки съответстват на тези на родителските растения. Метанолният екстракт от *T. zygioides* се различава от този на *T. longedentatus* с по-високо съдържание на тимол и карвакрол и наличието на някои специфични съединения като геранова киселина и хидрохинон.

V. Критични бележки към дисертационния труд

Нямам съществени забележки към дисертационния труд. Посочени са търговските марки на хранителните разтвори. Би било добре да се даде и техният минерален състав.

Имам няколко **Въпроса:**

1. Има ли докторантката наблюдения за прилагането на хидропонни техники при аклиматизирането на други *in vitro* получени видове, извън изследваните в дисертационния труд?
2. Има ли допълнителни наблюдения върху целевите видове растения след публикуването на резултатите?
3. Считате ли, че би било перспективно мащабирането на хидропонното култивиране на изследваните видове от р. *Thymus* и на *Haberlea rhodopensis* с цел прилагане на метода в производството?

VI. Характер на научните приноси

Приемам авторската справка за приносите. Те са много добре формулирани. Бих ги класифицирала в следните две групи:

А. Приноси с оригинален характер:

1. За първи път са получени растения от *Haberlea rhodopensis* чрез хидропонно размножаване, с използване на листа, на две различни аеро хидропонни системи: вертикалната Green Diamond (най добри резултати) и хоризонталната Aeroflo 20. Няколкогодишните наблюдения показват бавен, но стабилен растеж на розетките в оранжерията и цъфтеж в три поредни години, доказващ устойчива аклиматизация и надеждност на метода.

2. За първи път са получени растения от 3 вида мащерка (*Thymus pannonicus*, *T. zygioides* и Балканския ендемит *T. longedentatus*) чрез вегетативно размножаване от резници, с прилагане на хидропонни технологии. Методът е много подходящ при изпитаните видове, предвид трудното и бавно вкореняване на резниците в почвен субстрат;

3. Метаболитните профили на хидропонно отглежданите растения от изследваните видове мащерки съответстват на тези на родителските растения.

4. Създадени са протоколи за размножаване на лечебни и консервационно значими растителни видове с прилагане на хидропонни технологии на лабораторно ниво чрез: вегетативно размножаване (*Haberlea rhodopensis*, *Thymus longedentatus*, *T. pannonicus*, *T. zygioides* и *Vaccinium vitis-idaea*) и семенно размножаване (*Echinacea purpurea*, *Salvia officinalis*, *Alkanna tinctoria*);

5. Успешно е приложено хидропонно култивиране на *in vitro* получени луковици от бавно растящите видове *Lilium rhodopaeum* и *Hippeastrum papilio* в процеса на аклиматизацията им към *ex vitro* условия за ускоряване на нарастването им.

Б. Приноси с потвърдителен характер:

1. Хидропонно култивираните растения от изследваните фитохимично видове запазват способността си да синтезират типичните за тях биологично активни вещества;

VII. Оценка на качеството на научните трудове, отразяващи изследванията по дисертацията

Във връзка с процедурата са представени 8 публикации на английски език, които съдържат резултати от разработката на дисертационния труд. Те са преминали процес на рецензиране и са публикувани в реномирани научни издания. Пет от тях са публикувани в научни издания, реферирани в световно признатата база данни Web of Science и/или Scopus с квантили Q2 – Q4. Това потвърждава тяхната значимост и научна стойност.

Две от публикациите са цитирани седем пъти, което е още едно потвърждение на високото научно ниво на проведените изследвания.

Докторантката е представила резултати от изследванията си на 10 международни научни форума – 3 в чужбина и 7 в България.

Представеният автореферат отразява пълно и точно изследванията, включени в дисертационния труд.

VIII. Мотивиран отговор на въпроса доколко изследванията по дисертацията са предимно лично дело на докторанта

Докторантката Борянка Трайкова е придобила необходимите знания в съответната научна област – проучване на възможностите за култивиране на редки и застрашени лечебни или консервационно значими видове растения чрез хидропонни системи. Тя е провела мащабно интердисциплинарно научно изследване на възможностите за опазване и култивиране на единадесет вида лечебни и консервационно значими растения. Усвоила е много и разнообразни методи на изследване, с което е изпълнила една от основните цели на образователната и научна степен „Доктор“. Имала съм възможност да наблюдавам представянето ѝ на международен научен форум, където тя показва отлично владение на представените материали.

На базата на образователната си програма, докторантката е покрила учебен материал от специализирани курсове, които отговарят на необходимите 130 кредита. Докторантката отговаря на определените от Центъра за обучение при БАН изисквания за апробация на изпълнението на научната програма, представяне на резултатите по темата на дисертацията в публикации и на научни форуми и е събрала общо 470 кредита, при задължителен минимум от 250.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въз основа на усвоените и приложените от докторантката различни методи на изследване, правилно изведените експерименти, направените обобщения и изводи считам, че представеният дисертационен труд представлява оригинален принос в науката, отговаря на изискванията на ЗРАСПБ и Правилника за условията и реда за

придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в Институт по биоразнообразие и екосистемни изследвания при БАН, което ми дава основание да го оценя **ПОЛОЖИТЕЛНО**.

Позволявам си да предложа на почитаемото Научно жури също да гласува положително и да присъди на **Борянка Димитрова Трайкова** образователната и научна степен **“Доктор”** в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление: 4.3. Биологически науки, научна специалност „Ботаника“.

14.11.2024 г.

Пловдив

Рецензент:

(проф. д-р Лиляна Начева)