

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационния труд на **Катя Митева Иванова** от Катедра „Физиология на растенията“ при Биологически факултет на СУ „Св. Кл. Охридски“

Рецензент: проф. д-р Евгени Ананиев, Катедра Физиология на растенията”, Биологически факултет, Су „Св. Кл. Охридски”

Тема на дисертацията: „Физиолого-биохимични проучвания на устойчивост към засоляване на различни линии *Paulownia*”

Научни ръководители: проф. д-р Юлиана Марковска, БФ при СУ

проф. д-р Николина П. Цветкова, ЛТУ

Предмет на дисертационния труд се явява изследването на реакцията на хибридни линии от дървесния вид *Paulownia* спрямо солеви стрес. Засоляването на почвите, особено в международен мащаб, представлява едно широко разпространено явление, което води до големи агробιολογични и стопански загуби. Отрицателния феномен на засоляването се засилва и с увеличената и неконтролируема антропогенна дейност през последните десетилетия – прекомерната употреба на торове при интензивното земеделие и големите количества отпадни води от богатите на соли индустриални замърсители, които се изхвърлят неконтролируемо в страните с екстензивно земеделие. Ето защо избраната от дисертантката тема е особено актуална както от чисто физиологична гледна точка, но също така и в светлината на съвременния подход на фиторемедиация на засолените почви. Избраната система на актуалния от стопанска гледна точка дървесни видове от р. *Paulownia* също е целесъобразна, като се има предвид нейния висок размножителен потенциал в условия *in vitro*, дълбока коренова система и висока скорост на растеж и натрупване на дървесна и листна биомаса. В тази връзка удачно е използван опита и успехите в размножаването, селекцията и получаването на посадъчен материал от различни индивидуални и хибридни линии *Paulownia*, което е постигнато от колектива на БиоТрии ООД.

В светлината на този проблем, избраната от дисертантката цел да бъдат изследвани 5 хибридни линии от дървесния вид *Paulownia* и да бъдат проучени

физиологичните, биохимични и структурно-анатомични механизми на приспособяване и толерантност към различен по интензивност солеви стрес е много актуална и е напълно оправдана от фундаментална научна и от приложна гледна точка.

Дисертацията е построена по класическия за тъкъв тип научен труд образец. Състои се общо от 157 стр. вкл. Увод /2 стр./, Литературен обзор /27 стр./, Цел и задачи /1 стр./, Методи и материали /12 стр./, Резултати и дискусия /67 стр./, Литература /18 стр./ Към дисертацията са включени със съответния текст към всяка от тях Списък на фигурите /46 бр./ и Списък на таблиците /13 бр./ Считам, че отделен списък на фигурите и таблиците в самото начало на дисертацията като повторение към този за съответната фигура и/или таблица в дисертацията не е наложително и е могло да бъде избегнато.

Литературният обзор е богат и включва широк спектър от публикации, вкл. от последните 5 години. Направен е задълбочен преглед на феномена засоляване на почвите като един от видовете абиотичен стрес при растенията. Анализирани са ефекта на засоляването върху водния потенциал в почвата и в растението като фактор за растежа. Най-голямо внимание е отделено на процеса фотосинтеза в нейните основни измерения. Логично, в края на обзора е представено използването на дървесни видове, в т.ч и *Paulownia*, в процеса на ремедиация на засолените почви. **Към този раздел може да бъде отправен един основен въпрос от теоритичен характер: каква е връзката между повишеното съдържание на NaCl в почвите и нейната алкална реакция. Буди интерес и много високия процент /48%/ на площта на засолените почви спрямо тази на незасолените /52%/ съгласно данните на ФАО /стр. 20, край на първи абзац на Лит обзор/?**

Разделът „Методи и материали“ също е представен в много подробен вид. Коректно са описани и е направена агрохимична характеристика на използваните 2 типа почвени образци /засолени и незасолени/ в техните естествени местообитания – землището на с. Белозем, Пловдивска община. Особено значим за целите на научното изследване е количествения метод за определянето съдържанието на металните йони и разтворими метални комплекси в съответния тип почви и в

изследваните растения. С помощта на атомно абсорбционен спектрофотометър Perkin-Elmer е определен баланс на йоните /йонната хомеостаза/ в почвата и в растенията. За съжаление не е отразено мястото на провеждане на изследването. Биохимичният анализ на ефекта на засоляването върху растенията е представен с широк спектър от методи за определяне на антиоксидантните ензимни (SOD, APX, GR, CAT, POX, PAL) и неензимни системи (MDA, H₂O₂, Asc, DHA, GSH, пролин). Процесът фотосинтеза и свързаните с него показатели /интензивност на транспирация, устична проводимост и CO₂ криви/ е изследван посредством автоматичния газов анализатор LICOR. В допълнение към физиолого-биохимичните изследвания, влиянието на NaCl върху структурата на листните клетки е изследвано с помощта на светлинен микроскоп на изготвени ултратънки срези. Различните анатомични показатели на листните клетки /големина на клетките и размер на междуклетъчните пространства/ са определени посредством специален софтуер. **Една забележка по този повод - броя на слоевете палисаден мезофил при всички същински и/или фотосинтезиращи семеделни листа е само 2 /3-тия слой е недоразвит/, а не 4-5, както е написано на стр. 95, горе.** Мястото на провеждането и на тези изследвания също не е указан.

В заключение към анализа на този раздел, считам, че основният методичен принос на дисертацията е паралелното изследване на влиянието на засоляването както в изкуствено създадени водни хранителни разтвори, така и върху почви с различно съдържание на NaCl, взети от съответните естествени местонахождения.

В разделът „Резултати и обсъждане“ са представени в съответната последователност резултатите от проведените изследвания. Считам, че по-важните от тях могат да бъдат систематизирани както се следва:

1. 10-дневното третиране в с нарастващи концентрации на NaCl хидропонни култури на различни линии Paulownia **не предизвиква хлороза, но потиска растежа на растенията, като най-силен е инхибиторния ефект върху общата биомаса /свежа и суха/ и върху общата листна площ. Най-чувствителна към солевия стрес е линията TF.**

2. Солевиот стрес в течна хранителна среда води до силно нарушен Na/K баланс - **натрупване на Na⁺ и изтичане на K⁺ в листата** на всички изследвани линии Paulownia, най-силно изразено при линията TF.
3. В синхрон с отсъствието на фенотипни различия на растенията, **нетната фотосинтеза при всички изследвани линии не се потиска от нарастващите концентрации на NaCl**. Съдържанието на хл. „а“ и хл. „в“ остава относително постоянно. Резултатите от този тип хидропонни опити представя изследваните хибридни линии Paulownia като относително толерантни към солеви стрес.

При опитите със засолена и незасолена почва от естествените местонахождения е установено:

4. Както във воден солеви разтвор, засолената почва предизвиква сходно потискане на растежа на растенията, най-силно на общата суха биомаса и общата листна площ.
5. За разлика от опитите с водни разтвори, високото съдържание на NaCl в почвата води до намаляване в съдържанието на хл. „а“ и хл. „в“ и респ. на нето фотосинтезата с около 25%, по-силно изразено при популацията TF. **Инхибирането на фотосинтезата е съпътствано от намаляване на електронния транспорт и много силно потискане /около 7 пъти/ на устичното съпротивление.**

Трябва да се отбележи, че при засолените почви се наблюдава паралелно намаляване на съдържанието и на двата основни хлорофилни пигмента, което е характерно за стрес-индуцираното стареене.

6. Намалената фотосинтеза при линията TF е съпроводена от повишени нензимни /MDA, H₂O₂, GSH, Asc/ и ензимни показатели на окислителния стрес /SOD, CAT, POX, GR, APX/ в растенията, както и от повишени нива на разтворимите захари.

Тези резултати ясно подчертават по-силния инхибиторен ефект на засоляването, тогава когато то е предизвикано в естествени почвени условия.

Във връзка с това възниква основния въпрос: как могат да бъде обяснена различната толерантност на представителите на Paulownia спрямо солев стрес при

естествени почвени условия и в условията на течен хранителен разтвор. **В допълнение, с цел придобиване на по-висока толерантност към солевия стрес, как приемате идеята за последователно прилагане на засоляването първоначално в течна, а след това и в естествена почвена среда?**

Към резултатите от този раздел имам една забележка. Представените на Фиг. 28, А и Б, и на Табл. 10 данни за двойно при горния и почти 15-кратно нарастване броя на устицата при долния епидермис след солевия стрес, реално се дължат на силното намаляване /около 40%/ на общата листна площ / Табл. 7/, а не на засилено формиране на устица за този сравнително кратък период от време /10 дни/. Този пропуск не намалява достойнствата на дисертационния труд. Имам лична представа, че получените резултати са плод на множество повторения през няколкогодишен период с необходимата сериозност и скрупулознаост на целия работен колектив.

Получените резултати дават основание да бъдат посочени и следните по-важни приноси на дисертационния труд.

- 1. За първи път е направен паралелен физиологичен и биохимичен анализ на влиянието на засоляването върху толерантността на различни линии от дървесния вид *Paulownia* при два различни по тип условия – при хидропонни култури и в естествени почвени условия. Установено е, че линията Т4 демонстрира висока толерантност към солевия стрес по отношение на растежа и интензивността на процеса фотосинтеза и при двата типа условия.**
- 2. Показано е, че в условията на хидропонна среда, повечето от линиите *Paulownia* показват висока степен на толерантност към солевия стрес. Най-силно изразена е тази толерантност отново при линията Т4.**
- 3. Толерантността на фотосинтетичния апарат и по-високата активност на антиоксидантната защита на *Paulownia* към високи концентрации на NaCl се съпътства от запазена K^+ хомеостаза в клетките на листа и изнасяне на Na^+ почвената ризосфера.**
- 4. Съвкупността от тези резултати дава основание определини линии *Paulownia* да бъдат успешно използвани за въвеждане и култивиране**

върху засолені почви в естествени условия. Това би имало сериозен екологичен и стопански ефект за географски райони с висока степен на засоляване.

По дисертационния труд има 5 публикации – 4 излязли от печат и 1 приета за печат. Три от работите са с Импакт Фактор /2 в *Bulg. J. Agr. Sci.* и 1 в *Comptes Rend. Acad. Bulg. Sci.*, с общ ИФ 0.483. Във връзка с темата на дисертацията, съгласно представената от дисертантката справка, има още 2 публикации – едната в сп. *Comptes Rend. Acad. Bulg. Sci.*, и една като участие в Балканска конференция през 2012 г. в Благоевград.

Заключение: Дисертационният труд на Катя Иванова представлява едно широкомащабно и успешно изследване на реакцията на хибридни линии от дървесния вид *Paulownia* към солеви стрес в условия на течна среда и при естествени почвени условия. Сам по себе си този сравнителен подход може да бъде оценен много високо и той дава основание получените резултати да бъдат комбинирани и максимално добре използвани с цел прилагането им в практиката. На базата на много голям брой лабораторни експерименти и опити с естествена почва в течение на няколко години, дисертантката предлага възможността една от линиите Т4 да бъде използвана за нуждите на фиторемедиацията на естествено засолените почви в България, в частност в землището на с. Белозем. Познавам много добре К. Иванова още като студент-магистър в Катедрата и след това през 3-годишния труд на нейната докторантура. Тя се представи като много дисциплиниран и мотивиран млад изследовател, с траен и задълбочен интерес към разработваната тема. Впечатленията ми от нейната преподавателска дейност със студентите /водене на упражнения/ също са много добри. **Всичко това ми дава основание убедено да препоръчам на Научното жури, както и на Факултетния научен съвет на БФ, да даде исканата образователна и научна степен «ДОКТОР» на Катя Митева Иванова**

София, 11.04. 2016 г.

Изготвил рецензията:

/Е. Ананиев/