

Становище

от проф. д-р Елена Георгиева Тодоровска, АгробиоИнститут, Селскостопанска академия,
София - член на научното жури, определено със Заповед №510/08.03.2021 г на Ректора на

Тракийски Университет, Ст. Загора

върху дисертационен труд на тема: „Фенотипна и генетична характеристика на балканските ендемити Гризебахова (*Moehringia grisebachii* Janka) и Янкиева кутявка (*Moehringia jankae* Griseb. ex Janka)“, представен за придобиване на образователната и научна степен „Доктор“ в научна област 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.3. Биологически науки, научна специалност „Генетика“ от Мария Тодорова Желязкова, редовен докторант в Тракийски Университет, Стара Загора

Научен ръководител: проф. д-р Светлана Георгиева

Научен консултант: доц. дн Нели Грозева

1. Кратки биографични данни за докторанта

Мария Тодорова Желязкова завършва висшето си образование (ОКС „Бакалавър“) през 2014 г. в Аграрен факултет на Тракийски Университет, Ст. Загора, специалност „Екология и опазване на околната среда“. През 2016 г. завършва магистратура по специалност „Генетика“ в Биологически факултет на ПУ „Паисий Хилендарски“, Пловдив, а в периода 10.03.2017 – 13. 04. 2020г. е редовен докторант в катедра „Генетика, развъждане и репродукция“, секция „Генетика“ при Аграрен факултет на Тракийски университет, Ст. Загора. Декларира добро ниво на владеене на английски език, притежава умения за работа с различни компютърни програми и за работа в екип, което е видно от активното ѝ участие в 2 проекта на Тракийски университет и в ННП „Здравословни храни за силна биоикономика и качество на живот“, МОН. Всичко това е добра основа за нейното успешно кариерно развитие като млад научен работник.

2. Актуалност на проблема

Дисертационният труд е посветен на един изключително важен проблем през последното десетилетие - запазване на растителното биоразнообразие и естествените хабитати като функционални единици, позволяващи постигане на екологичен баланс и стабилност в природата в условия на глобални климатични промени и все по-агресивна, деструктивна антропогенна дейност.

В този аспект дисертационният труд е изключително актуален и навременен и е насочен към проучване на два редки и застрашени ендемични за Балканите и България видове – Янкиева кутявка (*Moehringia jankae* Griseb. ex Janka) и Гризебахова кутявка (*Moehringia grisebachii* Janka), представляващи важна част от флората и уникалното биоразнообразие в нашата страна. Известно е, че ендемичните видове са уязвими към загубата на генетично разнообразие поради специфичните им изисквания към местообитанията, ограничаващи площта на разпространение и малочислените им популации. Това налага обстойното им охарактеризиране с оглед разработване на консервационни програми целящи тяхното ефективно съхранение и опазване.

Дисертационният труд включва 241 страници, 76 фигури, 47 таблици и 31 Приложения и представлява първото целенасочено и обстойно изследване на двата редки и застрашени ендемични вида, включващо проучване на находищата на популациите, генетична (кариологична и молекулярна) и фенотипна характеристика на популациите от всеки вид с различно местообитание, основно в Югоизточна и Североизточна България. Структурата на дисертационния труд е в съответствие с изискванията на чл. 27 (2) от Правилника за прилагане на ЗРАСРБ (ПРАСРБ) и чл. 45 (1) от Правилника за развитието на академичния състав (ПРАС) в Тракийски университет – Стара Загора. Той включва концепция на дисертационното

изследване (увод), литературен обзор, цел и задачи, резултати и обсъждане, изводи, научни приноси, препоръки, използвана литература, приложения и публикации, свързани с дисертационното изследване. Дисертационният труд е оформен с прецизност, характеризира се с добра концепция, структуриране и писмено изложение.

3. Познаване на проблема

Докторантката Мария Желязкова е извършила задълбочен анализ на състоянието на проблема, базирайки се на голям брой литературни източници (общо 400), от които 40 на кирилица и 360 на латиница. Направеният анализ показва, че тя притежава добра теоретична подготовка и компетентност в една широкообхватна материя, включваща проблемите свързани с генетичното разнообразие и причините за редукцията му, обстоен преглед на застрашените ендемични видове Янкиева кутявка (*Moehringia jankae* Griseb. ex Janka) и Гризебахова кутявка (*Moehringia grisebachii* Janka), в т.ч. тяхното разпространение и проведените до момента проучвания върху тях, видове маркери с приложение в анализите по генетично разнообразие и разработването на консервационни програми.

Това е позволило на докторантката да формулира ясно целта и задачите в представения дисертационен труд, отчитайки състоянието и актуалността на проблема и необходимостта от опазване и съхранение на двата ендемични вида в България.

4. Методология

Методологията е правилно подбрана и включва широк набор от прийоми, които са позволили изпълнение на целта и поставените в дисертационния труд задачи: проучване на находищата, събиране на хербарийни образци, определяне на морфологията и фенотипната изменчивост, установяване на хромозомния набор и кариотип, генотипиране на образците от 10 и 28 популации от Янкиева и Гризебахова кутявка, съответно с ди-, три- и тетрануклеотидни ISSR маркери, статистически анализ на резултатите чрез прилагане на различни софтуерни пакети (Statistica 12, Statsoft; Drawid; SPSS for Windows; GenALEx var 6.5) позволили проучване на вътрепопулационното, междупопулационно и междувидово генетично разнообразие при двата вида на приложените нива на изследване.

5. Научни и научно-приложни приноси на дисертационния труд

Дисертационният труд е обстойно изследване на ендемичните видове Янкиева кутявка (*Moehringia jankae* Griseb. ex Janka) и Гризебахова кутявка (*Moehringia grisebachii* Janka), в България базиращо се на интердисциплинарен подход, включващ охарактеризиране на голям брой популации от откритите находища на двата вида на фенотипно, хромозомно и молекулярно ниво. Това е и първото детайлно проучване на тези редки и застрашени ендемити в България.

Получени са оригинални и с приложен характер резултати, които са предпоставка за разработване на мерки и стратегии за опазване на българската флора, част от която са и ендемичните видове *M. jankae* и *M. grisebachii*.

По-важните резултати от проведените изследвания на докторантката се изразяват в следното:

- В резултат на обследване на находищата в периода 2013-2018 г. като продължение предходни теренни проучвания са идентифицирани 13 популации на Янкиевата кутявка (*M. jankae*) в Източна Стара планина и 34 популации на Гризебаховата кутявка (*M. grisebachii*) в Североизточна и Източна Стара планина и Средна гора, е установено намаляване площта на разпространение на двата вида на територията на България. Посочена е необходимостта от продължение на анализите за идентифициране на нови

популации и механизмите на размножение с оглед търсене на възможности за разширяване ареала им на местообитание.

- Проучена е фенотипната пластичност на основата на морфологични измервания на 24 признаци е установена ясно изразена междупопулационна вариабилност при двата ендемитни видове, обусловена от спецификата на местообитание. Проучванията в тази насока са позволили да бъдат идентифицирани генеративни признаци, които могат да се използват като таксономични маркери в бъдещи анализи.
- Определен е хромозомния набор на двата вида (диплоиден, $2n=24$) и е дефинирана вътревидовата, междупопулационна и междувидовата кариологична вариабилност. Установени са 5 кариотипа, типични и за двата вида, като интерцентрични хромозоми са наблюдавани само в популациите в Източна Стара планина.
- Проведените молекулярни анализи с 15 ди-три-и тетрануклеотидни междумикросателитни маркери (ISSRs) са позволили ясно отграничаване на популациите, както по вид така и по местообитание, което доказва, че въпреки сходството на ниво фенотип и кариотип двата вида са генетично различни и изолирани поради ограничения поток на гени между тях - факт, виден както от построената дендрограма, така и от проведените PCoA и AMOVA анализи.
- Доказана е приложимостта на ISSR маркерите за оценка на генетичното разнообразие и са идентифицирани маркери с високо ниво на полиморфизъм, които могат да се използват за разработване на бъдещи консервационни програми при тези и други ендемични видове, за които информацията на ДНК ниво е слабо застъпена в базите данни или е неизвестна.
- На основата на комбиниране на фенотипни, кариологични и молекулярни анализи е установено нивото на диференциация на популациите на Гризебаховата и Янкиевата кутявка с различни местообитания. Наблюдаваното сходство на популациите на двата вида с произход Източна Стара планина правилно е довело до предположението за естествена хибридизация между тях.

Приемам представените в дисертационния труд научни приноси и препоръки като акцентирам на по-важните:

С теоретичен принос:

- За първи път се съобщава в научната литература за хромозомния брой ($2n = 24$) и е описан кариотипа на Гризебахова кутявка (*M. grisebachii*) и Янкиева кутявка (*M. jankae*).
- Проучена е морфологичната (фенотипна) и кариотипна пластичност, и генетичното разнообразие при популации на двата вида, които са слабо проучени и класифицирани като видове с недостатъчно данни в световен мащаб.

С научно-приложен характер:

- Направената оценка на генетичното разнообразие на *M. grisebachii* и *M. jankae* в България, е важна и неизменна част от изготвянето на консервационни програми за опазване на редки и застрашени видове.

Приемам предложените от докторантката препоръки и считам, че мониторингът на популациите на вида Янкина кутявка на този етап е повече от наложителен, поради ограниченото ниво на хетерозиготност /средна стойност 0.185, с вариране в диапазона 0.037(Mj6) of 0.292(Mj3)/ и загубата на ценни алели, водещи до редукция на популациите и стесняване на ареалите на местообитание.

Бъдещото изучаване на този ендемит, включващо нови теренни проучвания и в други райони, изучаване механизмите на размножаване, приложението на ин-витро културите и

разработването на система за регенерация ще позволи опазване на този застрашен от изчезване в България вид.

Въпреки по-високата стойност на наблюдавана хетерозитност (h) в популациите на Гризебаховата кутявка докторантката следва да обърне внимание и предложи в бъдеще разработване на консервационни програми за няколко популации от този вид с локализация в Източна Стара планина и Средна гора, за които стойностите на h са по ниски от 0.160, най-вероятно поради по-силен антропогенен натиск.

6. Автореферат и публикации по дисертационния труд

Авторефератът е в обем 64 страници и отразява напълно съдържанието на дисертационния труд. Представени са 7 публикации са по темата на дисертацията, отпечатани в индексирани и реферирани във WoS (CABI) и Scopus списания, една от които под печат и не е отразена в дисертационния труд, а само в автореферата. Докторанката е участвала активно в 6 национални и международни форуми с доклади и постери за популяризиране на резултатите по темата на дисертационния труд. В 6 от публикациите тя е на първо място, което подчертава основният ѝ принос към проведените анализи и са база за постигане на необходимата компетентност за бъдеща самостоятелна научна работа.

7. Въпроси и препоръки

Въпроси:

1. Има ли корелация между дължината на хромозомите и фенотипните различия при популациите на двата вида и има ли връзка тя с местообитанията им?
2. В изследването са наблюдавани и интерцентрични хромозоми в една или ограничен брой популации от всеки вид - Янкиева кутявка и Гризебахова кутявка, съответно с произход Източна Стара планина. Коя е причината за поява на интерцентрични хромозоми?
3. По колко типични растения от находище/вид са използвани за ДНК анализ?
4. Как е определена ефективността на т.н. в дисертацията „маркерна система – праймер“? Кой е най-добрият критерий за селекция на праймери за бъдещи ISSR анализи?
5. На какви други съвременни маркерни системи би се спряла докторанката в бъдещи изследвания при видове със все още неизвестни геноми? Налице ли са такива с по-висока ефективност и резолюция от използваните ISSR маркери?

Препоръки:

1. В бъдещи анализи с молекулни маркери, при които има ръчна манипулация е желателно да използва по-разредена ДНК за по-голяма точност на PCR - например 25-50 ng/ul.
2. Терминът „обективно очаквана хетерозиготност“ следва да се замени с „наблюдавана хетерозиготност“ – термин, приет в българската научна литература, отразяващ реалната или съществуващата в момента на изследване хетерозиготност в популацията.
3. В таблица 30 – докторанката вероятно е имала предвид „Броят на установените локуси в популациите на Гризебаховата кутявка с различен ареал на разпространение“, а не „Разпространение на установените локуси в изследваните популации“.
4. Считаю, че терминът „хромозомни пренастройки“ е неподходящ и би било по-правилно да се използва терминът „хромозомни пренареджания“, както и „желани белези“, а не „желани черти“ (стр. 29).

Направените препоръки не омаловажават стойността на дисертационния труд, а акцентират върху необходимостта от правилен превод и коректно използване на научната терминология.

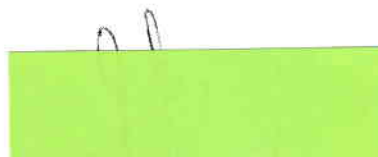
8. Заключение

В заключение считам, че представеният дисертационния труд отговаря напълно на изискванията на ПРАСРБ и ПРАС на ТрУ – Стара Загора. Той е актуално и важно научно и научно-приложно изследване, което допълва изследванията за редките и ендемични видове в българската флора, представляващи важна част от биологичното разнообразие и е предпоставка за разработване на мерки и стратегии за опазване на застрашените ендемични видове Янкиева кутявка (*M. jankae*) и Гризебахова кутявка (*M. grisebachii*) в нашата страна.

Получените научни резултати са доказателство, че докторантката е изградена като самостоятелен изследовател, овладяла е редица методи и техники в областта на ботаниката, цитогенетиката и молекулярната биология и е развила критичен подход при представяне и обсъждане на резултатите от своите научни изследвания.

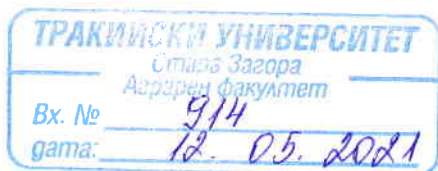
Това ми дава основание убедително да предложа на членовете на уважаемото научно жури да присъдят образователната и научна степен „доктор“, в научна област 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.3. Биологически науки, научна специалност „Генетика“ на Мария Тодорова Желязкова.

Изготвил становището:



/проф. д-р Е. Тодоровска/

София
09.05.2021 г.



OPINION

by Elena Georgieva Todorovska, Ph.D, Professor at AgroBioInstitute, Agricultural Academy, Sofia, Member of the Scientific Jury, determined by Order №510 / 08.03.2021 of the Rector of the Thracian University, St. Zagora

on a PhD thesis "**Phenotypic and genetic characteristics of the Balkan endemics *Moehringia grisebachii* Janka and *Moehringia jankae* Griseb. ex Janka**", presented for obtaining the educational and scientific degree "**Doctor**" in the area of higher education 4. Natural Sciences, Mathematics and Informatics, professional field 4. "Natural sciences, mathematics and informatics", professional field 4.3. "**Biological Sciences**", scientific specialty "**Genetics**" by **Maria Todorova Zhelyazkova**, full-time PhD student at the Thracian University, Stara Zagora

Scientific advisor: Prof. PhD. Svetlana Georgieva

Scientific consultant: Assoc. Prof. Nelly Grozeva

1. Brief biographical data about the PhD student

Maria Todorova Zhelyazkova completed her higher education (Bachelor's degree) in 2014 at the Faculty of Agriculture of the Thracian University, St. Zagora, degree subject "Ecology and Environmental Protection". In 2016 she completed a Master's degree in "Genetics" at the Faculty of Biology of the University of Plovdiv "Paisii Hilendarski", Plovdiv, and in the period 10.03.2017 - 13. 04. 2020 has been a full-time doctoral student in the Department of Genetics, Breeding and Reproduction, Section of Genetics at the Faculty of Agriculture of the Thracian University, St. Zagora. She shows a good level of proficiency in English, possesses digital skills and teamwork skills, which is evident from her active participation in two projects –the Thracian University project and in the National Scientific Program "HEALTHY FOOD FOR STRONG BIOECONOMICS AND QUALITY OF LIFE" of the Ministry of education and science. These are a good basis for her successful career development as a young scientist.

2. Relevance of the problem

The PhD thesis is dedicated to an extremely important problem in the last decade - conservation of plant biodiversity and natural habitats as functional units, allowing to achieve ecological balance and stability in nature in conditions of global climate change and increasingly aggressive, destructive anthropogenic activity.

In this aspect, the dissertation is very relevant and timely and is aimed at studying two rare and endangered species endemic to the Balkans and Bulgaria - *Moehringia jankae* Griseb. ex Janka and *Moehringia grisebachii* Janka, which are an important part of the flora and the unique biodiversity in our country. Endemic species are known to be vulnerable to loss of genetic diversity due to their specific habitat requirements, limiting their area of distribution and small populations. This requires their thorough characterization with the aim of developing conservation programs aimed at their effective preservation and protection.

The PhD thesis includes 241 pages, 76 figures, 47 tables, and 31 appendices and is the first purposeful and comprehensive study of the two rare and endangered endemic species, including the study of their habitats, genetic (karyological and molecular), and phenotypic evaluation of populations of each species, with localization mainly in Southeastern and Northeastern Bulgaria. The structure of the dissertation is in accordance with the requirements of Art. 27 (2) of the Regulations for application of Academic Development Act of the Republic of Bulgaria (ZRASRB) and art. 45 (1) of the Regulations for the development of the academic staff (PRAS) of the Thracian University - Stara

Zagora. It includes introduction, literature review, aim and tasks, results and discussion, conclusions, scientific contributions, recommendations, bibliography, applications, and publications related to the dissertation research. The dissertation is formulated with precision and is characterized by good concept, structure, and written presentation.

3. Knowledge of the problem

The PhD student Maria Zhelyazkova has performed an in-depth analysis of the state of the problem, based on a large number of literature sources (400 in total), of which 40 in Cyrillic and 360 in Latin. The analysis shows that it has good theoretical training and competence in a wide range of subjects, including problems related to genetic diversity and the reasons for its reduction, a thorough review of endangered endemic species *Moehringia jankae* Griseb. ex Janka and *Moehringia grisebachii* Janka, incl. their distribution and the studies conducted on them so far, types of markers with application in the analyzes of genetic diversity, and the development of conservation programs.

This has allowed the doctoral student to clearly formulate the purpose and tasks in the presented dissertation, taking into account the state and relevance of the problem and the need for conservation and conservation of the two endemic species in Bulgaria.

4. Methodology

The methodology is properly selected and includes a wide range of techniques that have allowed the goal and tasks set in the dissertation to be completed: a study of habitats, collection of herbarium specimens, determination of morphology and phenotypic variability, the establishment of chromosome set and karyotype, genotyping of specimens of 10 and 28 populations of *Moehringia jankae* Griseb. ex Janka and *Moehringia grisebachii* Janka, respectively with di-, tri- and tetranucleotide ISSR markers, statistical analysis of the results by applying different software packages (Statistica 12, Statsoft; Drawid; SPSS for Windows; GenALEex var 6.5) which have allowed the study of intra- and inter-population, as well as the interspecific genetic diversity in both types at the applied levels of research.

5. Scientific and scientific-applied contributions of the dissertation

The PhD is a detailed study of the endemic species *Moehringia jankae* Griseb. ex Janka and *Moehringia grisebachii* Janka in Bulgaria based on an interdisciplinary approach, including characterization of a large number of populations chromosomal and molecular level. This is the first detailed study of these rare and endangered endemics in Bulgaria.

Original and applied results have been obtained, which are a prerequisite for the development of measures and strategies for the conservation of the Bulgarian flora, part of which are the endemic species *M. jankae* and *M. grisebachii*.

The most important results of the PhD student's research are the following:

- As a result of a survey of the localities in the period 2013-2018, as a continuation of previous field studies, 13 populations of *M. jankae* in the Eastern Stara Planina and 34 populations of *M. grisebachii* in the Northeastern and Eastern Stara Planina and Sredna Gora, and a decrease in the area of distribution of both species on the territory of Bulgaria has been established. The need to continue the analysis for the identification of new populations and mechanisms for reproduction in order to look for opportunities to expand their habitats is indicated.

- The phenotypic plasticity was studied on the basis of morphological measurements of 24 traits and a clear interpopulation variability was found in the two endemic species, due to the specificity of

the habitat. Studies in this direction have made it possible to identify generative traits that can be used as taxonomic markers in future analysis.

- The chromosome set of the two species (diploid, $2n = 24$) was determined and the intraspecific, interpopulation and interspecific karyological variability was defined. Five karyotypes, typical for both species, have been identified, and intercentric chromosomes have been observed only in the populations in the Eastern Balkan Mountains.

- Molecular analysis with 15 di-tri- and tetranucleotide microsatellite markers (ISSRs) has shown a clear demarcation of populations, both by species and habitat, which proves that despite the similarity in phenotype and karyotype level, the two species are genetically different and isolated due to the limited flow of genes between them - a fact visible both from the constructed dendrogram and from the performed PCoA and AMOVA analysis.

- The applicability of ISSR markers for the assessment of genetic diversity has been demonstrated and markers with a high level of polymorphism have been identified. That can be used to develop future conservation programs in these and other endemic species for which DNA level information is poorly represented in databases or is unknown.

- Based on a combination of phenotypic, karyological and molecular analysis, the level of differentiation of the populations of Griesebach's and Yankee's carnivores with different habitats has been established. The observed similarity of the populations of the two species originating from the Eastern Stara Planina has correctly led to the assumption of natural hybridization between them.

I accept the scientific contributions and recommendations presented in the dissertation, emphasizing the most important ones, as follows:

With theoretical contribution:

- The chromosome number ($2n = 24$) was reported for the first time in the scientific literature and the karyotype of *M. grisebachii* and *M. jankae* was described.

- The morphological (phenotypic) and karyotype plasticity, and the genetic diversity in populations of the two species, which are poorly studied and classified as species with insufficient data worldwide, have been studied.

With scientific-applied character:

- The assessment of the genetic diversity of *M. grisebachii* and *M. jankae* in Bulgaria is an important and inalienable part of the preparation of conservation programs for rare and endangered species.

I accept the PhD student's recommendations and consider that the monitoring of the populations of the *M. jankae* species at this stage is more than necessary due to the limited level of heterozygosity/mean value 0.185, with a variation in the range 0.037 (Mj6) of 0.292 (Mj3) / and the loss of valuable alleles, leading to the population reduction and narrowing of habitat areas.

The future study, including investigation of other habitats, the reproduction mechanisms, and the development of an *in-vitro* regeneration system will allow the conservation of this endangered species in Bulgaria.

Despite the higher value of observed heterozygosity (u_{He}) in the populations of *Moehringia grisebachii* Janka, the PhD student should pay special attention and propose in the future the development of conservation programs for several populations of this species with localization in Eastern Stara Planina and Sredna Gora for which the amount of H_o is lower than 0.160.

6. Abstract and publications on the dissertation

The abstract is 64 pages long and fully reflects the content of the dissertation. Seven publications are presented on the topic of the dissertation, published in indexed and referenced in WoS (CABI) and Scopus journals, one of which is accepted for publication but is not mentioned only in the abstract. The PhD student has actively participated in 6 national and international forums with reports and posters to promote the results on the topic of the dissertation. In 6 of the publications, it is in the first place, which emphasizes its main contribution to the conducted analyzes and is the basis for achieving the necessary competence for future independent scientific work.

7. Questions and recommendations

Questions:

1. Is there a correlation between the length of the chromosomes and the phenotypic differences in the populations of the two species and is it related to their habitats?
2. In the study, intercentric chromosomes were observed in one or a limited number of populations of each species - *Moehringia jankae* Griseb. ex Janka and *Moehringia grisebachii* Janka, respectively, originating in the Eastern Stara Planina. What is the reason for the existence of intercentric chromosomes?
3. How many typical plants are used by a habitat/species for DNA analysis?
4. How the effectiveness of the so-called "marker system - primer" was determined? What are the best criteria for selecting primers for future ISSR analysis?
5. Which other modern marker systems would the PhD student focus on in future research in species with yet unknown genomes? Are there markers with higher efficiency and resolution than the ISSRs used in the PhD thesis?

Recommendations:

1. In future assays with molecular markers in which there is manual manipulation, it is desirable to use diluted DNA for greater PCR accuracy - for example 25-50 ng/ul.
2. The term "objectively expected heterozygosity" should be replaced by "observed heterozygosity" - a term accepted in the Bulgarian scientific literature, reflecting the actual or existing at the time of the study heterozygosity in the population.
3. In Table 30, the PhD student probably meant "The number of identified loci in the populations of the *Moehringia grisebachii* Janka with different habitats" but not "Distribution of the identified loci in the studied populations".
4. I consider that it is better to be used the terms 'chromosomal rearrangements' and 'desired traits' (pp. 29).

The recommendations made do not diminish the value of the thesis, but emphasize the need for correct translation and correct use of scientific terminology.

7. Conclusion


In conclusion, I believe that the presented dissertation fully meets the requirements of PRASRB and PRAS of TrU - Stara Zagora. It is an important scientific and applied research, which complements the research on the rare and endemic species of the Bulgarian flora, which represent an important part of biological diversity and is a prerequisite for developing measures and strategies for the conservation of endangered endemic species *Moehringia jankae* Griseb. ex Janka and *Moehringia grisebachii* Janka in our country.

The obtained scientific results prove that the doctoral student has developed as an independent researcher, has mastered a number of methods and techniques in the field of botany, cytogenetics

and molecular biology, and has developed a critical approach in presenting and discussing the results of her research.

This gives me a reason to convincingly propose to the members of the esteemed scientific jury to award the educational and scientific degree "Doctor", in the scientific field 4. "Natural sciences, mathematics and informatics", professional field 4.3. "Biological sciences", scientific specialty "Genetics" to Maria Todorova Zhelyazkova.

Prepared by:


Prof. Elena Todorovska-PhD

Sofia

09/05/2021