

Universitatea de Științele Vieții “Regele Mihai I”  
din Timișoara



Școala Doctorală: Ingineria Resurselor Vegetale și Animale (IRVA)  
Domeniul de abilitare: Biotehnologii

# TEZĂ DE ABILITARE

dr. ing. SARAC IOAN

TIMIȘOARA  
2023

Universitatea de Științe Vieții “Regele Mihai I”  
din Timișoara



Școala Doctorală: Ingineria Resurselor Vegetale și Animale (IRVA)  
Domeniul de abilitare: Biotehnologii

APLICAȚII CITOLOGICE ȘI BIOTEHNOLOGICE  
ÎN OBȚINEREA GENOTIPURILOR ADAPTATE  
SCHIMBĂRILOR CLIMATICE

dr. ing. SĂRAC IOAN

TIMIȘOARA  
2023

"King Michael I" University of Life Sciences in  
Timișoara



Doctoral School: Plant and Animal Resources Engineering (IRVA)  
Qualifying field: Biotechnologies

**CYTOLOGICAL AND BIOTECHNOLOGICAL  
APPLICATIONS IN BREEDING GENOTYPES  
ADAPTED TO CLIMATE CHANGE**

dr. eng. SĂRAC IOAN

## REZUMAT

**Cuvinte cheie:** citotoxicitate, genotoxicitate, plumb, nichel, cadmiu, cupru, zinc, soluții saline, vacuolizare, biotehnologii.

Schimbările climatice constituie o problemă actuală și au un impact direct asupra alimentației și sănătății omului. Seceta, salinitatea și acumularea metalelor grele în sol constituie factori cu potențial crescut de afectare a terenurilor agricole. Acestea pot influența negativ creșterea plantelor, acumularea în organism și favorizarea apariției diferitelor afecțiuni.

Poluarea cu metale grele a crescut datorită dezvoltării industriale, utilizării inadecvate a produselor fitosanitare și, nu în ultimul rând, a schimbărilor climatice. Impactul acestora a generat un interes crescut pentru diagnosticul citologic prin intermediul testului *Allium*, care oferă informații despre nivelul de citotoxicitate prin analiza indicelui mitotic și al aberațiilor cromozomiale.

Activitatea științifică prezentată în teza de abilitare este descrisă după susținerea tezei de doctorat cu tema: “*Studiul variabilității în condițiile reproducerii sexuate și vegetative la specia Saintpaulia ionantha Wendl*”, sub coordonarea Doamnei Prof. h.c. dr. Gallia Butnaru, în anul 2003.

Teza de abilitare este structurată în două părți după cum urmează:

PARTEA I CONTRIBUȚIILE PROPRII ȘTIINȚIFICE, PROFESIONALE ȘI ACADEMICE, - realizări științifice relevante privind analiza citologică sub influența factorilor de stres și utilizarea biotehnologiei pentru crearea materialelor biologice tolerante.

PARTEA a II-a- EVOLUȚIA ȘI PLANUL DE DEZVOLTARE A CARIEREI.

În scopul identificării unei metode citogenetice eficiente, am inițiat într-o primă etapă studiul efectului genotoxic al diferitelor metale cum sunt: cadmiu, plumb, cupru, nichel și zinc precum și efectul unor concentrații saline și a unor tratamente fitosanitare în diferite concentrații, utilizând testul *Allium*.

Testul *Allium* a fost efectuat pentru a monitoriza genotoxicitatea și citotoxicitatea diferitelor concentrații de metale grele. Rezultatele obținute indică un efect citotoxic în funcție de timpul de expunere la tratament. Toxicitatea indusă de concentrațiile de metale grele provoacă aberații cromozomiale, ceea ce poate duce la o încetinire a activității mitotice și, prin urmare, la o reducere a ratei de creștere a plantelor.

În urma tratamentelor cu diferite concentrații saline, am observat că, pe măsură ce concentrația crește, s-a constatat o corelație între scăderea indicelui mitotic, creșterea indicelui aberațiilor cromozomiale, a indicelui provocuolar, precum și a celui de vacuolizare.

Vacuolizarea celulelor apare în stresul oxidativ cauzat de prezența diferitelor concentrații de sare. În celulele vacuolizate, materialul genetic este distribuit în jurul tonoplastului, iar prezența micronucleilor justifică incapacitatea celulelor vacuolizate de a se multiplica determinând inhibarea creșterii.

Rezultatele au arătat faptul că există o influență a diferitelor concentrații de metale și a sărurilor în privința creșterii și dezvoltării plantelor. Aceste excese pot surveni și ca urmare a unor fertilizări și tratamente necorespunzătoare. Ca urmare, fenomenele citologice analizate ne conduc în perspectivă la utilizarea diagnosticului celular pentru identificarea mai rapidă a genotipurilor tolerante și mai adaptate la schimbările climatice actuale.

Reducerea suprafețelor agricole datorită schimbărilor climatice tot mai accentuate împreună cu prezența multiplilor factori de stres abiotici prezentați anterior au condus la necesitatea de implementare a biotehnologiei. Acest lucru a avut ca efect stimularea creării de noi genotipuri sau varietăți mai adaptate condițiilor actuale. Utilizarea biotehnologiilor și înțelegerea proceselor biologice la nivel celular au un rol esențial în prevenirea și combaterea unor probleme majore, exercitând un impact semnificativ asupra sănătății umane.

În perspectivă, utilizarea biotehnologiilor, reprezintă unul dintre cele mai viabile mijloace prin care se poate asigura securitatea alimentară. De asemenea, trebuie menționat faptul că în contextul utilizării biotehnologiilor moderne acestea nu înlocuiesc în totalitate metodele de ameliorare tradiționale, ci vin în completarea acestora prin creșterea eficienței.

Rezultatele cercetărilor din domeniul biotehnologiei justifică utilizarea metodei de micropropagare *in vitro* pentru multiplicarea genotipurilor valoroase libere de boli și dăunători, cu conținut superior în compuși bioactivi. De asemenea, prin introducerea în mediul de cultură a diferiților hormoni de creștere și utilizând concentrațiile corespunzătoare, am reușit să punem în evidență creșterea viabilității embrionilor imaturi și, totodată, stimularea creșterii și dezvoltării vegetative.

Utilizarea markerilor moleculari în studiul nomenclaturilor de *Fusarium* ne oferă posibilitatea de a monitoriza și identifica la timp prezența unor noi forme și de a interveni, fie prin genotipuri rezistente fie prin combaterea cu tratamente fitosanitare.

Un alt obiectiv în identificarea genotipurilor valoroase a fost efectuat prin realizarea diferitelor analize fitochimice ale materialelor biologice cu valoare nutritivă superioară.

În concluzie, schimbările climatice, contaminarea cu metale grele și stresul salin reprezintă provocări semnificative pentru agricultură. Rezultatele obținute în urma cercetărilor efectuate privind influența metalelor grele și a stresului salin justifică faptul că diagnosticul celular ne ajută să depistăm prezența toxicității la nivelul solului și, ca urmare, oferă posibilitatea de a interveni prin metode biotehnologice adecvate pentru obținerea unor genotipuri adaptate efectelor cauzate de schimbările climatice.

În această perspectivă, utilizarea biotehnologiilor și înțelegerea proceselor biologice la nivel celular au un potențial esențial în contextul schimbărilor climatice, contribuind la îmbunătățirea securității alimentare la nivel global cât și la prevenirea unor afecțiuni.

## SUMMARY

**Keywords:** cytotoxicity, genotoxicity, lead, nickel, cadmium, copper, zinc, saline solutions, vacuolization, biotechnologies.

Climate change is a current issue and has a direct impact on human nutrition and health. Drought, salinity, and the accumulation of heavy metals in the soil are factors with an increasing potential to affect agricultural lands. These can negatively influence plant growth, accumulation in the body, and promote the appearance of various conditions.

Pollution from heavy metals has increased due to industrial development, improper use of phytosanitary products, and not least, climate change. Their impact has generated increased interest in cytological diagnosis through the *Allium* test, which provides information on cytotoxicity levels by analyzing the mitotic index and chromosomal aberrations.

The scientific work presented in the habilitation thesis is described after defending the doctoral thesis on: "The study of variability under the conditions of sexual and vegetative reproduction in the *Saintpaulia ionantha* Wendl species", coordinated by Prof. h.c.dr. Gallia Butnaru, in 2003.

The habilitation thesis is structured in two parts as follows:

**PART I - OWN SCIENTIFIC, PROFESSIONAL, AND ACADEMIC CONTRIBUTIONS** - relevant scientific achievements regarding cytological analysis under stress factors and the use of biotechnology to create tolerant biological materials.

**PART II - CAREER DEVELOPMENT AND PLAN.**

To identify an efficient cytogenetic method, I initiated a preliminary study on the genotoxic effect of various metals such as: cadmium, lead, copper, nickel, and zinc, as well as the effect of different saline concentrations and various phytosanitary treatments using the *Allium* test.

The *Allium* test was performed to monitor the genotoxicity and cytotoxicity of different heavy metal concentrations. The results indicate a cytotoxic effect depending on the exposure time to treatment. Toxicity induced by heavy metal concentrations causes chromosomal aberrations, leading to a slowdown in mitotic activity and, consequently, a reduction in plant growth rates.

Following treatments with various saline concentrations, we observed that as the concentration increased, there was a correlation between the decrease in the mitotic index, an increase in the chromosomal aberration index, the provacuolar index, and vacuolization.

Cell vacuolization occurs in oxidative stress caused by various salt concentrations. In vacuolated cells, genetic material is distributed around the tonoplast, and the presence of micronuclei justifies the inability of vacuolated cells to multiply, leading to growth inhibition.

The results showed that various metal concentrations and salts influence plant growth and development. These excesses can also result from improper fertilization and treatments. As a result, the analyzed cytological phenomena lead us to use cellular diagnosis to quickly identify more tolerant and climate-adapted genotypes. The reduction of agricultural areas due to increasingly pronounced climate changes, along with the presence of multiple abiotic stress

factors previously presented, led to the need to implement biotechnology. This has stimulated the creation of new genotypes or varieties better adapted to current conditions. The use of biotechnologies and understanding biological processes at the cellular level play a crucial role in preventing and addressing major issues, having a significant impact on human health.

In the future, the use of biotechnologies represents one of the most viable means to ensure food security. Also, it should be noted that in the context of using modern biotechnologies, they do not entirely replace traditional breeding methods but complement them by increasing efficiency.

Research results in the field of biotechnology justify the use of *in vitro* micropropagation for multiplying valuable disease-free genotypes, with a superior content of bioactive compounds.

Also, by introducing various growth hormones into the culture medium and using appropriate concentrations, we highlighted the increase in the viability of immature embryos and the stimulation of growth and vegetative development.

Moreover, the use of molecular markers in studying *Fusarium* nomenclatures gives us the possibility to monitor and timely identify new forms and intervene, either through resistant genotypes or with phytosanitary treatments. Another objective in identifying valuable genotypes was achieved by performing various phytochemical analyses of biological materials with superior nutritional value. In conclusion, climate change, contamination with heavy metals, and salt stress represent significant challenges for agriculture.

The results obtained from research on the influence of heavy metals and salt stress justify the fact that cellular diagnosis helps us detect soil toxicity and, therefore, offers the opportunity to intervene with appropriate biotechnological methods to obtain genotypes adapted to the effects caused by climate changes. From this perspective, the use of biotechnologies and understanding biological processes at the cellular level have essential potential in the context of climate change, contributing to improving global food security and preventing various conditions.