ADER 1.3.4. / 19.07.2023

Studiul efectelor tratamentelor cu apă activată de plasmă asupra proceselor de germinaţie la temperaturi scăzute şi standard şi dezvoltarea speciei *Zea mays* prin evaluări morfologice, biochimice şi ale expresiei genice

Director de proiect: ȘANDRU MARIUS DAN

Banca de Resurse Genetice Vegetale „Mihai Cristea” Suceava

RAPORT DE FAZĂ

Cod	**CONDUCĂTOR DE PROIECT/PARTENERI** (denumirea, CUI) **:**	**Director de proiect/Responsabil de proiect în cadrul unităţii partenere** (nume, prenume, funcţie)	**Adresa de contact** (telefon, e-mail, adresa poştală)
CP	Banca de Resurse Genetice Vegetale „Mihai Cristea” Suceava C.U.I. 39201328	Șandru Marius Dan Cercetător științific III	Telefon: 0230 521 016 Fax: 0230 521 016 Email: office@svgenebank.ro Suceava, Bd. 1 mai, nr. 17 Cod poștal: 720224, Județ Suceava
P1	Staţiunea de Cercetare – Dezvoltare Agricolă Suceava C.U.I. 3221146	Dr. Ing. Ioan-Cătălin Enea Cercetător științific III	Telefon: 0230 523 837 Fax: 0230 523 853 Email: scasv30@xnet.ro Suceava, Bd. 1 Decembrie 1918, nr. 15 Cod poștal: 720224, Județ Suceava

RAPORT DE FAZĂ

- **Contractor:** Banca de Resurse Genetice Vegetale „Mihai Cristea” Suceava
- **Numărul/codul proiectului:** 134/1.3.4
- **Anul începerii:** 03.07.2023 **Anul finalizării:** 31.10.2026 **Durata** (luni): 40
- **Denumirea proiectului:** Studiul efectelor tratamentelor cu apă activată de plasmă asupra proceselor de germinație la temperaturi scăzute și standard și dezvoltarea speciei *Zea mays*, prin evaluări morfologice, biochimice și ale expresiei genice
- **Denumirea fazei:** Realizarea planului de lucru pentru evaluarea caracteristicilor genotipice ale plantelor analizate *in vitro* și pentru evaluarea morfo-fiziologică a plantelor obținute în câmpul experimental
- **Persoana de contact (director de proiect):** ȘANDRU Marius Dan
- **Date de contact:** tel. 0744889328, e-mail: dan.sandru@svgenebank.ro

PROIECTUL 1.3.4., FAZA 3 - Realizarea planului de lucru pentru evaluarea caracteristicilor genotipice ale plantelor analizate *in vitro* și pentru evaluarea morfo-fiziologică a plantelor obținute în câmpul experimental

Obiectivul general al proiectului:

- Stimularea proceselor de germinație și dezvoltare a speciei *Zea mays* L. subsp. *mays* în condiții de temperaturi scăzute în urma tratamentului cu apă activată de plasmă.

Obiectivele specifice ale proiectului:

- Standardizarea protocolului de expunere a apei la sursa de generare a plasmei, în ceea ce privește timpul și voltajul aplicat;
- Identificarea unor varietăți de porumb mai rezistente la temperaturi scăzute în urma analizelor de germinație, morfo-fiziologie, biochimie și genetică;
- Creșterea gradului de securizare a fondului genetic naţional prin revigorarea semințelor în urma tratamentelor cu apă activată de plasmă;
- Sporirea gradului de utilizare a resurselor genetice prin identificarea şi introducerea formelor valoroase în programele de ameliorare;
- Facilitarea reintroducerii în cultură a unor varietăți care în urma tratamentului cu apă activată de plasmă au devenit mai rezistente la temperaturile scăzute și distribuirea acestora către micii fermieri, cu scopul promovării conservării *on farm*;
- Îmbogățirea literaturii de specialitate cu rezultate privind efectele apei activate de plasmă asupra proceselor de germinație și dezvoltare ale speciei *Zea mays* L. subsp. *mays* în condiții de frig;

Obiectivul fazei:

- Realizarea sistemului experimental *in vitro*, studiul molecular al speciei în funcție de condițiile experimentale și testarea în câmp a varietăților analizate

PROIECTUL 1.3.4., FAZA 3 - Realizarea planului de lucru pentru evaluarea caracteristicilor genotipice ale plantelor analizate *in vitro* și pentru evaluarea morfo-fiziologică a plantelor obținute în câmpul experimental

Activitățile planificate:

- **Activitatea 3.1.** - Analiza prin Real Time PCR a expresiei unor gene de interes, utilizând ARNm atât din frunza, cât și din rădăcina plantelor obținute în cadrul activității 2.5. (CP)
- **Activitatea 3.2. -** Testarea rezistenței cariopselor analizate *in vitro* prin semănarea în câmpul experimental, fiind analizați parametri morfo-fiziologici și analiza conținutului proteic din cariopsele de porumb obținute (P1)
- **Activitatea 3.3. -** Analiza conținutului proteic din cariopsele de porumb obținute în cadrul activității 3.2 (CP)
- **Activitatea 3.4. -** Analiza statistică a datelor obținute în Faza 3 (CP)
- **Activitatea 3.5. -** Diseminarea rezultatelor proiectului prin mijloace specifice (CP)
- **Activitatea 3.6. -** Întocmirea raportului științific de etapă (CP, P1)

REZULTATE OBȚINUTE ÎN CADRUL FAZEI 3

Activitatea 3.1

Activitatea 3.1. Analiza prin Real Time PCR a expresiei unor gene de interes, utilizând ARNm atât din frunza, cât și din rădăcina plantelor obținute în cadrul activității 2.5. (CP)

Această activitate s-a efectuat de către conducătorul de proiect (CP), ținând cont de probele care au fost propuse pentru studiu în cursul Fazei 3, Activitatea 2.5. Probele supuse studiului aparțin speciei Zea mays L., iar în cadrul Băncii de Resurse Genetice Vegetale „Mihai Cristea” Suceava, acestea au fost păstrate la temperatura de 4 oC până în momentul pregătirii lor pentru experimente. Au fost analizate două varietăți care prezintă următoarele caracteristici:



Tabelul 1. Detalii din BIOGEN cu privire la varietățile selectate

Număr de acces	Anul intrării în colecție	Județ	Localitatea	Procentul germinației	Stoc
SVGB-718	1986	Suceava	Pojorâta	96	1600
SVGB-11742	1995	Bacău	Oncești	100	950

REZULTATE OBȚINUTE ÎN CADRUL FAZEI 3

Activitatea 3.1

Activitatea 3.1. Analiza prin Real Time PCR a expresiei unor gene de interes, utilizând ARNm atât din frunza, cât și din rădăcina plantelor obținute în cadrul activității 2.5. (CP)

În cadrul Fazei 3 (2025), a fost propusă o gamă mai largă de experimente care să testeze rezistența semințelor de porumb la temperaturi scăzute, în urma tratamentului cu apă activată cu plasmă. Pentru fiecare experiment probele au fost în prealabil dezinfectate cu o soluție de hipoclorit de sodiu 1% și udate cu apă netratată sau apă activată cu plasmă, în funcție de varianta analizată. Faptul că au existat două varietăți diferite supuse studiului, dar și tipurile diferite de apă și temperaturile diferite testate au dus la formarea următoarelor loturi experimentale:

1. SVGB-718 NT + UW (temperatură normală + apă netratată);
2. SVGB-718 LT + UW (temperatură scăzută + apă netratată);
3. SVGB-718 NT + PAW (temperatură normală + apă activată cu plasmă);
4. SVGB-718 LT + PAW (temperatură scăzută + apă activată cu plasmă);
5. SVGB-11742 NT + UW (temperatură normală + apă netratată);
6. SVGB-11742 LT + UW (temperatură scăzută + apă netratată);
7. SVGB-11742 NT + PAW (temperatură normală + apă activată cu plasmă);
8. SVGB-11742 LT + PAW (temperatură scăzută + apă activată cu plasmă).

REZULTATE OBȚINUTE ÎN CADRUL FAZEI 3

Activitatea 3.1

Activitatea 3.1. Analiza prin Real Time PCR a expresiei unor gene de interes, utilizând ARNm atât din frunza, cât și din rădăcina plantelor obținute în cadrul activității 2.5. (CP)

Experimentul de izolare de ARN se realizează într-un mediu steril asigurat de o hotă de biologie moleculară, iar echipamentul necesar presupune halat, mănuși de protecție și utilizarea unei soluții dezinfectante (de cele mai multe ori reprezentată de etanol 80%) pentru curățarea obiectelor necesare pe parcursul etapelor de lucru.

Pentru utilizarea ARN-ului în experimentele ulterioare, a fost necesară și o determinare a concentrației și a purității obținute. Determinarea acestor parametri s-a realizat la un nanodrop ThermoScientific Nanodrop One Microvolume UV-VIS Spectrophotometer.

Pentru analiza genelor de interes, următoarea etapă de lucru a fost analiza 1-step Real Time PCR (conform protocolului de lucru recomandat de producător (GoTaq 1-step RT-qPCR System Protocol, Promega). Această tehnică implică atât procesul de revers-transcriere al probelor de ARN în ADN complementar, cât și cuantificarea expresiei genelor de interes, utilizând primeri specifici pentru amplificarea secvenței țintă. Această metodă permite monitorizarea dinamicii expresiei genelor, prin detectarea în timp real a produșilor de amplificare, permițând evaluarea nivelului de transcriere al acestora.

REZULTATE OBȚINUTE ÎN CADRUL FAZEI 3

Activitatea 3.1

Activitatea 3.1. Analiza prin Real Time PCR a expresiei unor gene de interes, utilizând ARNm atât din frunza, cât și din rădăcina plantelor obținute în cadrul activității 2.5. (CP)

Rezultatele obținute au arătat variații în nivelurile de expresie ale genei care codifică DREB1. După ce plantele au fost supuse stresului la frig și udate cu apă activată cu plasmă, expresia genei DREB1 a fost stimulată în țesuturile frunzelor și rădăcinilor pentru SVGB-718. Gena DREB1 a fost exprimată în mod diferențiat în genotipul de porumb SVGB-11742.

În frunze, expresia genei a scăzut în lotul LT+PAW comparativ cu NT+PAW, dar a crescut comparativ cu LT+UW și NT+UW. Rezultate similare au fost obținute în țesutul rădăcinii pentru proba SVGB-11742. Temperaturile diferite și tipul de apă utilizat pentru irigarea plantelor au indus variații în expresia genei MYC (Figura 2b). Prin urmare, în proba de porumb SVGB-718, nivelul de expresie a fost redus pentru lotul LT+PAW în comparație cu celelalte trei grupuri (NT+UW, LT+UW, NT+PAW) în țesutul frunzelor; gena MYC a fost supraexprimată pentru grupul LT+PAW, în rădăcină.

Pe de altă parte, pentru varianta SVGB-11743, expresia relativă a genei MYC a crescut în lotul LT+PAW, luând în considerare țesutul frunzelor. În al doilea țesut evaluat, a existat o ușoară creștere a expresiei în grupul LT+PAW în comparație cu plantele irigate cu apă normală și crescute la temperaturi scăzute și normale, dar o scădere în comparație cu plantele irigate cu PAW și crescute la temperatură normală.

REZULTATE OBȚINUTE ÎN CADRUL FAZEI 3

Activitatea 3.1

Activitatea 3.1. Analiza prin Real Time PCR a expresiei unor gene de interes, utilizând ARNm atât din frunza, cât și din rădăcina plantelor obținute în cadrul activității 2.5. (CP)

Expresia relativă a genei POR, pentru plantele crescute la temperatură normală și irigate cu apă activată cu plasmă, a fost stimulată în frunze pentru ambele soiuri de porumb, respectiv în rădăcină pentru SVGB-11742. În schimb, gena POR a fost supraexprimată în rădăcinile plantelor care au fost menținute la temperatură scăzută și tratate cu apă activată cu plasmă.

Evaluarea expresiei relative a arătat că expresia PP2C a crescut în mod diferențiat în frunze. Prin urmare, în SVGB-718, s-a raportat o expresie mai mare pentru plantele menținute la temperatura normală și irigate cu PAW, în timp ce în SVGB-11742 expresia PP2C crescută a fost asociată cu plantele menținute la temperatură scăzută și irigate cu apă activată cu plasmă. Datele au arătat că expresia PP2C în rădăcină a fost complet diferită, supraexprimată în grupul LT+PAW al variantei SVGB-718 și mai mare în plantele irigate cu apă activată cu plasmă și cultivate la temperatura normală în cazul genotipului SVGB-11742.

Factorul de transcripție WRKY a fost supraexprimat în mod semnificativ în țesutul foliar al plantelor care au fost expuse la temperatură normală și irigate cu apă netratată, comparativ cu celelalte trei grupuri de probe SVGB-718 (LT+UW, NT+PAW, LT+PAW) (Figura 3c). Stresul abiotic și tratamentul cu apă activată cu plasmă au crescut expresia relativă a genei WRKY în țesutul radicular al variantei de porumb SVGB-718. Expresia genei WRKY a fost mai mare în rădăcină comparativ cu frunza în ceea ce privește varianta SVGB-718. Expresia relativă a genei POR, pentru plantele menținute la temperatură normală și irigate cu apă activată cu plasmă, a fost crescută.

Datele raportate arată că gena WRKY a fost exprimată mai intens în frunzele plantelor din varianta SVGB-11742, expuse la temperaturi scăzute și irigate cu apă netratată, în timp ce în rădăcinile plantelor, supuse stresului abiotic și tratate cu PAW, a fost raportată o expresie mai crescută a genei WRKY.

REZULTATE OBȚINUTE ÎN CADRUL FAZEI 2

Activitatea 3.2

Activitatea 3.2. Testarea rezistenţei cariopselor analizate in vitro prin semănarea în câmpul experimental, fiind analizaţi parametri morfo-fiziologici şi analiza conţinutului proteic din cariopsele de porumb obţinute (P1)

Probele au fost dezinfectate cu o soluție de hipoclorit de sodiu 1%, iar ulterior ele au fost lăsate timp de 12 ore în apă netratată, respectiv apă activată de plasmă, în funcție de varianta experimentală. În ziua următoare, probele de porumb au fost predate personalului de la Stațiunea de Cercetare Dezvoltare Agricolă Suceava, având calitatea de Partener în cadrul acestui Proiect, urmând ca semințele să fie plantate în pământ pentru a urmări dezvoltarea acestora (Figura 4). Astfel, variantele experimentale testate pentru acest plan de lucru au fost următoarele:

1. SVGB-718 – AN = 1A
2. SVGB-718 – AAP = 1P
3. SVGB-11742 – AN = 2A
4. SVGB-11742 – AAP = 2P

Pe parcursul perioadei de dezvoltare au fost înregistrați mai mulți parametri care au rolul de a oferi, în final, o imagine de ansamblu asupra proceselor de creștere ale probelor supuse experimentului.

Deși anumite diferențe sunt evidente în legătură cu o parte din parametrii analizați, iar efectul AAP este vizibil asupra modului în care s-au dezvoltat plantele, rezultatele obținute în cadrul acestui an nu pot fi total relevante din cauza perioadelor îndelungate de secetă și călduri excesive care au avut loc în zona județului Suceava.

REZULTATE OBȚINUTE ÎN CADRUL FAZEI 2

Activitatea 3.2

Activitatea 3.2. Testarea rezistenței cariopselor analizate in vitro prin semănarea în câmpul experimental, fiind analizați parametri morfo-fiziologici și analiza conținutului proteic din cariopsele de porumb obținute (P1)

Conform datelor prezentate în tabelul alăturat, se poate observa faptul că tratamentul cu apă activată cu plasmă, în cazul probei SVGB-718 (1P), a determinat o creștere a vitezei de dezvoltare a plantelor, evidențiată prin reducerea perioadei necesare pentru mătăsit (1A – 19.07.2025; 1P – 20.07.2025) și cea înflorit (1A – 18.07.2025; 1P – 19.07.2025). De asemenea, nu a fost raportat fenomentul de frângere a plantelor pentru proba 1P, în timp proba 1A a prezentat un procent ridicat al acestui parametru, respectiv 30%. După recoltare, masa a 1000 de boabe în cazul probei 1P a fost cu aproximativ 22% mai mare comparativ cu boabele din lotul 1A (1A – 181g; 1P – 219g).

Descriptorul	1A	1P	2A	2P
Data semănatului	21.05.2025	21.05.2025	21.05.2025	21.05.2025
Data răsăritului	04.06.2025	04.06.2025	04.06.2025	04.06.2025
Vigoarea de creștere (3 – slab; 5- intermediar.7- viguros)	5	5	7	7
Rezistența la frig (3 – sensibil; 5- intermediar. 7- rezistent; 9- f rezistent)	5	5	9	9
Data mătăsitului	19.07.2025	20.07.2025	25.07.2025	25.07.2025
Data înfloritului	18.07.2025	19.07.2025	25.07.2025	25.07.2025
Frângerea plantelor (procentul de plante frânte la recoltare)	30%	0%	17%	23%
Căderea plantelor (procentul de plante căzute la recoltare)	33%	83%	10%	10%
Numărul de plante sterile	5	6	10	13
Rezistența la Fusarium (note FAO)	5	4	3	4
Masa a 1000 de boabe (g)	181 g	219g	302g	298 g

REZULTATE OBȚINUTE ÎN CADRUL FAZEI 2

Activitatea 3.2

Activitatea 3.2. Testarea rezistenţei cariopselor analizate in vitro prin semănarea în câmpul experimental, fiind analizaţi parametri morfo-fiziologici şi analiza conţinutului proteic din cariopsele de porumb obţinute (P1)

În cazul probei **SVGB-11742**, nu au fost raportate diferențe semnificative ale lotului tratat cu apă activată de plasmă, comparativ cu probele netratate în cazul experimentului realizat în câmpul experimental. Acest aspect poate fi cauzat de condițiile meteorologice nefavorabile aferente anului 2025. Proba SVGB-11742 provine din județul Bacău, localitatea Oncești și este cunoscută ca fiind un genotip cu rezistență mărită la factorul de stres abiotic reprezentat de frig. Rezultatele per total indică faptul că nu există diferențe semnificative statistic între cele 2 loturi analizate, însă în cazul parametrilor: înălțimea plantei, număr total de frunze și grosime bob, tratamentul cu AAP a avut efectul preconizat și a stimulat creșterea și dezvoltarea materialului vegetal.

REZULTATE OBȚINUTE ÎN CADRUL FAZEI 2

Activitatea 3.2

Activitatea 3.2. Testarea rezistenţei cariopselor analizate in vitro prin semănarea în câmpul experimental, fiind analizaţi parametri morfo-fiziologici şi analiza conţinutului proteic din cariopsele de porumb obţinute (P1)

Proba **SVGB-718** provine din județul Suceava, localitatea Pojorâta și reprezintă o varietate locală cunoscută ca având o rezistență scăzută față de frig. Astfel, rezultatele menționate anterior indică un efect pozitiv pe care îl are tratamentul cu apă activată de plasmă asupra toleranței la temperaturi scăzute, iar aceste date sunt completate și de media valorile obținute pentru diverși parametri morfologici ai plantei, inclusiv pentru știulete și bob. A fost observată o îmbunătățire în urma tratamentului cu AAP pentru următorii indicatori morfologici: înălțimea plantei, numărul total de frunze, lungimea știuletelui, diametrul maxim al știuletelui, diametrul minim al știuletelui, numărul de rânduri de boabe, număr de boabe/rând, lungimea și grosimea bobului. Pentru ceilalți indicatori (înălțime de inserție a știuletelui principal, numărul de frunze până la știuletele principal, lățimea bobului) s-au înregistrat valori mai scăzute comparativ cu datele obținute pentru lotul netratat.



Figura 4. Aspectul probelor de porumb din câmpul experimentul al Partenerului SCDA Suceava 1A – SVGB-718 + AN; 1P – SVGB718 + AAP; 2A – SVGB 11742 + AN; 2P – SVGB-11742 + AAP

REZULTATE OBȚINUTE ÎN CADRUL FAZEI 3

Activitatea 3.3

Activitatea 3.3. Analiza conţinutului proteic din cariopsele de porumb obţinute în cadrul activităţii 3.2 (CP)

Analiza conținutului proteic s-a realizat utilizând un echipament achiziționat din fondurile alocate Fazei 3 a Proiectului (Figura 5), corespunzătoare anului 2025, iar detalierea protocolului de lucru și a materialelor folosite este următoarea:

Calculul rezultatelor

% Proteină brută = %N × **6,25** (factor uzual pentru porumb)

- SVGB – 718 – 15% proteină
- SVGB – 11742 – 11,81% proteină



Figura 5. Echipamentul Kjeldhal

REZULTATE OBȚINUTE ÎN CADRUL FAZEI 3

Activitatea 3.3

Activitatea 3.3. Analiza conținutului proteic din cariopsele de porumb obținute în cadrul activității 3.2 (CP)

Echipament și consumabile

- Analizor de distilare Gerhardt VAPODEST 450 (cu titrator integrat).
- Bloc de digestie cu capacitate adecvată tuburilor de Kjeldahl.
- Tuburi de digestie rezistente la acid.
- Titrator automat
- Hârtie de cântărire, moară de laborator pentru măcinarea probei.
-

Reactivi

- Acid sulfuric concentrat (H_2SO_4)
- Catalizator: tablete Kjelcat Cu
- NaOH concentrat (32%).
- Soluție de acid boric 4%.
- HCl 0,1 N pentru titrare.

Pregătirea probei

- Măcinare: porumbul se macină fin pentru omogenizare.
- Cântărire: 0,5 g

Mineralizare

În fiecare tub de digestie se introduc următoarele:

- 0,5 g probă;
- 2 tablete catalizator Kjelcat Cu;
- 20 mL acid sulfuric concentrat (H_2SO_4).

Mineralizarea se realizează conform programului orientativ pentru porumb:

- Încălzire la **200 °C** timp de aproximativ 15 minute, pentru descompunerea inițială și reducerea spumării.
- Creșterea treptată a temperaturii la **400–420 °C**, menținând până când amestecul capătă o culoare limpede (circa 90–120 minute).

La final, tuburile se lasă să se răcească la temperatura camerei înainte de distilare

Distilare

1. Tubul cu soluția ajunsă la temperatura camerei se așază în unitatea VAPODEST 450, conform instrucțiunilor producătorului.
2. Setările orientative pentru probele de porumb sunt:

- Adăugare automată de NaOH;
- Timp de distilare: **3–5 minute** pentru fiecare probă.

Titrare

- Soluția din vasul receptor se titrează cu **HCl 0,1 N.**
- Punctul final se determină prin detecție potențiometrică (titrator automat).

REZULTATE OBȚINUTE ÎN CADRUL FAZEI 3

Activitatea 3.4

Activitatea 3.4. Analiza statistică a datelor obținute în Faza 3 (CP)

Provocarea majoră în sectorul agricol este identificarea unor metode inovatoare și durabile care să conducă la o rezistență sporită a culturilor la factorii de stres abiotic și la o productivitate crescută. În studiul de față, apa distilată a fost activată folosind echipamente de descărcare cu barieră dielectrică, iar ulterior apa activată cu plasmă (PAW) a fost utilizată pentru irigarea plantelor de porumb supuse stresului provocat de frig. Cele două variante experimentale au prezentat răspunsuri distincte, în funcție de parametrii evaluați.

În general, datele obținute la nivel molecular au arătat că tratamentul cu PAW a crescut expresia anumitor gene implicate în creșterea și dezvoltarea variantei SVGB-718 supuse stresului provocat de frig. Irigarea plantelor expuse la temperaturi scăzute cu PAW nu a avut efectele prevăzute la nivel morfologic și chiar fiziologic, în ceea ce privește concentrația pigmenților asimilatori și indicele de testare la frig. Cu toate acestea, rezultatele obținute pot reprezenta un context important pentru studiile viitoare.

REZULTATE OBȚINUTE ÎN CADRUL FAZEI 3

Activitatea 3.4

Activitatea 3.4. Analiza statistică a datelor obținute în Faza 3 (CP)

În lucrarea actuală, expresia genică a fost mai mare în țesutul rădăcinii SVGB-718 din lotul irigat cu PAW și supus stresului la frig, în comparație cu lotul de control, dar și în comparație cu genotipul SVGB-11742. Prin urmare, acest lucru poate fi asociat cu o scădere a cantității de acid abscisic și, ulterior, a rezistenței soiului la condiții de mediu mai puțin favorabile. Gena ABA8'H a fost exprimată mai puțin în țesutul frunzelor SVGB-11742 din lotul irigat cu PAW și expus la frig, dar nu mai puțin în comparație cu lotul de control. Genele DREB (Dehydration-responsive element binding) aparțin superfamiliei mai mari de factori de transcripție AP2/ERF, cu numeroase funcții în răspunsul plantelor la stresul abiotic și biotic.

A fost cuantificată expresia relativă a **genei DREB** în frunze și rădăcini, pentru două soiuri locale diferite de porumb. S-a raportat că gena DREB a fost supraexprimată în frunzele și rădăcinile plantelor SVGB-718 irigate cu PAW și expuse la stresul rece. În schimb, pentru genotipul SVGB-11742, factorul de transcripție DREB a fost supraexprimat în lotul LT+PAW, în comparație cu plantele menținute la temperatura normală de creștere și irigate cu apă netratată, dar subexprimat în comparație cu plantele supuse temperaturii normale și irigate cu PAW.

REZULTATE OBȚINUTE ÎN CADRUL FAZEI 3

Activitatea 3.4

Activitatea 3.4. Analiza statistică a datelor obținute în Faza 3 (CP)

Gena POR poate fi asociată indirect cu procesele de creștere și dezvoltare ale plantelor. Gena POR codifică protochlorophyllide oxidoreductaza (NADPH), o enzimă esențială pentru biosinteza clorofilei. În timpul fotomorfogenezei, enzima POR facilitează conversia protochlorophyllidei a în chlorophyllide a în prezența luminii. Chlorophyllida este ulterior transformată în clorofilă. Apa activată cu plasmă a avut o influență favorabilă asupra expresiei genei POR în rădăcinile plantelor SVGB-718 expuse la frig. În ceea ce privește genotipul SVGB-11742, tratamentul cu PAW a avut un efect pozitiv asupra plantelor crescute la temperatură normală, gena POR fiind supraexprimată în grupurile irigate cu apă la temperatură normală și PAW, în comparație cu celelalte loturi, atât în țesuturile frunzelor, cât și în cele ale rădăcinilor.

În studiul de față, tratamentul cu apă activată cu plasmă a avut un efect favorabil asupra expresiei genei MYC, care a fost supraexprimată în țesutul frunzelor și rădăcinilor plantelor SVGB-11742 și SVGB-718, expuse la stresul provocat de frig. Astfel, apa activată cu plasmă a îmbunătățit capacitatea plantelor de a supraviețui și de a se dezvolta în situații de mediu mai puțin favorabile. Gena PP2C (proteina fosfatază 2C) acționează ca un regulator negativ al semnalizării acidului abscisic în plante. Gena PP2C are un rol important în suprimarea semnalizării ABA prin interferarea și inhibarea kinazelor SnRK2, care sunt regulatori pozitivi ai răspunsului ABA.

REZULTATE OBȚINUTE ÎN CADRUL FAZEI 3

Activitatea 3.4

Activitatea 3.4. Analiza statistică a datelor obținute în Faza 3 (CP)

Gena PP2C a fost supraexprimată în țesutul rădăcinii plantelor SVGB-718 tratate cu PAW și expuse la frig. În mod similar, a fost raportată o creștere a expresiei genei PP2C în țesutul frunzelor plantelor tratate cu PAW din genotipul SVGB-11742 tratate cu PAW și menținute la temperatură scăzută, în comparație cu celelalte grupuri. Pentru plantele irigate cu PAW expuse la frig, cea mai scăzută eSe poate afirma, de asemenea, că expresia relativă a genei a fost mai mare în țesutul radicular în comparație cu țesutul foliar.

Gena CDD1 codifică o proteină care gestionează mecanismele de apărare ale plantelor. Mutația CDD1 duce la o creștere a răspunsului de apărare al plantelor prin activarea constitutivă a căilor de semnalizare ale acidului salicilic (SA), care sunt cruciale pentru imunitatea plantelor. Expresia relativă a genei CDD1 a fost mai mare în țesutul frunzelor plantelor SVGB-11742 din grupul irigat cu PAW și expus la temperaturi scăzute.xpresie a genei PP2C a fost înregistrată în țesutul foliar al genotipului SVGB-718.

Mai precis, tratamentul cu **PAW** a avut un rol favorabil în creșterea toleranței la stresul provocat de frig în cazul genotipului SVGB-11742. Mai mult, la nivelul țesutului radicular, s-a raportat o expresie mai mare pentru soiul de porumb SVGB-718 irigat cu PAW și supus la temperaturi scăzute. Factorii de transcripție WRKY joacă un rol crucial în răspunsul plantelor la stres. Aceștia sunt declanșați de diverse stresuri abiotice și reglează atât căile de semnalizare dependente de ABA, cât și cele independente de ABA, influențând modul în care plantele fac față provocărilor de mediu.

REZULTATE OBȚINUTE ÎN CADRUL FAZEI 3

Activitatea 3.4

Activitatea 3.4. Analiza statistică a datelor obținute în Faza 3 (CP)

În studiul actual, datele obținute au arătat că gena WRKY a fost supraexprimată în țesutul foliar al soiurilor locale de porumb SVGB-718 și SVGB-11742 tratate cu apă activată cu plasmă și expuse la stresul provocat de frig. De asemenea, în țesutul frunzelor, expresia genică a fost subexprimată la plantele din loturile expuse la temperatură scăzută și irigate cu PAW, în comparație cu celelalte grupuri experimentale, atât pentru genotipurile SVGB-718, cât și pentru SVGB-11742.

REZULTATE OBȚINUTE ÎN CADRUL FAZEI 3

Activitatea 3.5

Activitatea 3.5. Diseminarea rezultatelor proiectului prin mijloace specifice (CP)

În etapa a III-a de derulare a proiectului, rezultatele obținute până în prezent au fost diseminate prin publicarea, în luna septembrie anul curent, a unui articol științific cu titlul „The Effect of Plasma-Activated Water on Zea mays L. Landraces Under Abiotic Stress” în Revista Agriculture 2025, 15(19), 2037; https://doi.org/10.3390/agriculture15192037

CONCLUZII

Obiectivul propus pentru Faza 3, respectiv „Realizarea sistemului experimental in vitro, studiul molecular al speciei în funcție de condițiile experimentale și testarea în câmp a varietăților analizate”, cu cele șase activități și raportul tehnico-științific și financiar de etapă au fost realizate în totalitate.

Rezultatele obținute în acest proiect aduc un plus de valoare cercetării în domeniul abordat și reprezintă o bază importantă pentru dezvoltarea unor studii viitoare care să completeze stadiul cunoștințelor.

Rezultatele pozitive ale Fazei 3 reprezintă premisele implementării celorlalte activităţi asumate în planul de realizare al proiectului.

