



PROGRAMUL NAȚIONAL DE DEZVOLTARE RURALĂ
Program finanțat de Uniunea Europeană și Guvernul României prin
FONDUL EUROPEAN AGRICOL PENTRU DEZVOLTARE RURALĂ
EUROPA INVESTEȘTE ÎN ZONELE RURALE



Uniunea Europeană

MANUAL DE FUNCȚIONARE

TEHNOLOGIE DE ÎNMULȚIRE CU SECVENȚE ECOLOGICE LA SCORUȘUL NEGRU (*ARONIA MELANOCARPA*)

Coordonator: Catița Plopa

Autori: Catița Plopa, Valentina Isac, Gheorghe Coman



Coordonator: Catița Plopa

Autori: Catița Plopa, Valentina Isac, Gheorghe Coman

MANUAL DE FUNCȚIONARE

TEHNOLOGIE DE ÎNMULȚIRE CU SECVENȚE ECOLOGICE LA SCORUȘUL NEGRU (*ARONIA MELANOCARPA*)

Lucrarea a fost elaborată în cadrul proiectului submăsura 16.1A
CONTRACT de FINANȚARE nr. *C161A0000011852200006/13.07.2021*

Autoritatea contractantă:

AGENȚIA PENTRU FINANȚAREA INVESTIȚIILOR RURALE – ROMÂNIA

Contractor GRUP OPERAȚIONAL – membri:

SC LANDCOR AGRO SRL – Lider proiect;

ICDP PITEȘTI – MĂRĂCINENI – Partener 1;

SC ENTEN SYSTEMS SRL – Partener 2.

Durata proiectului 23 luni (iulie 2021 – septembrie 2023)

2023

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
PLOPA, CATIȚA

Manual de funcționare - Tehnologie de înmulțire cu secvențe ecologice la scorușul negru (aronia melanocarpa) / Catița Plopa (coord.),
Valentina Isac, Gheorghe Coman. - Otopeni : Invel Multimedia, 2023

Conține bibliografie

ISBN 978-606-764-070-0

I. Isac, Valentina

II. Coman, Gheorghe

63

Grafică și tehnoredactare: Popescu Marian



office@invel.ro - www.invel.ro
(CNCSIS certified)



ISBN: 978-606-764-070-0

CUPRINS

Plan realizare proiect	5
I. CONTEXTUL ȘI SCOPUL PROIECTULUI	7
I.1. Nevoia specifică abordată de proiect	7
I.2. Contribuția la creșterea productivității și de gestionare durabilă a resurselor (apă, sol, energie, etc.)	8
I.3. Beneficiile specifice pe care proiectul le va crea pentru membrii grupului operațional (GO)	9
I.4. Culturi <i>in vitro</i> – generalități	11
II. BAZA MATERIALĂ NECESARĂ FUNCȚIONĂRII TEHNOLOGIEI	16
II.1. Organizarea și amenajarea laboratorului de culturi <i>in vitro</i>	16
II.1.1. Zona nesterilă	16
II.1.2. Zona sterilă	23
III. TEHNOLOGIA DE ÎNMULȚIRE <i>IN VITRO</i>	
LA ARONIA MELANOCARPA, SOIUL 'MELROM'	25
III.1. Materialul biologic	25
III.2. Mediile de cultură	26
III.2.1. Compoziția mediilor de bază utilizate în tehnologia transferată în interiorul GO	28
III.2.1.1. Mediul de cultură – faza de inițiere	27
III.2.1.2. Mediul de cultură pentru proliferarea lăstarilor	28
III.2.1.2. Mediul de cultură pentru înrădăcinarea lăstarilor	29
III.2.2. Trecerea la viața <i>in vivo</i>	30
III.3. Flux micropropagare	31
III.3.1. Exemplu de calcul orientativ – schema de micropropagare	31
IV. NUTRIȚIE ȘI PROTECȚIE FITOSANITARĂ	34
IV.1. Măsurile de fertilizare și fitoprotecție sanitară aplicate	34
V. MONITORIZARE DE PRECIZIE	36
V.1. Agricultură de precizie	36
V.2. Sistemul de monitorizare Enten Systems	37
V.3. Colectarea și analizarea datelor	39
V.3.1. Senzor temperatură atmosferă	40
V.3.1. Senzor umiditate aer	41

V.3.1. Senzor umiditate frunză	41
V.3.1. Senzor temperatură sol	42
V.3.1. Senzor umiditate sol	43
V.3.1. Senzor electroconductivitate sol	43
V.3.1. Senzor radiație solară	44
V.3.1. Senzor pluviometru	45
V.3.1. Cameră foto	45
V.4. Importanța monitorizării de precizie pe parcursul procesului de înrădăcinare – aclimatizare și fortificare ecologică	46
VI. BIBLIOGRAFIE	47

PLAN REALIZARE PROIECT

<i>Obiective/activități</i>	<i>Perioada timp/livrabil</i>	<i>Participanți</i>
Obiectivul 1 Proiectare soluții	13 iul. 2021- 13 ian. 2022	► Lider proiect SC Landcor Agro SRL;
A1.1. Stabilirea <i>liniilor directe proiect – elaborare soluții.</i> <i>Realizarea investițiilor de natura echipamentelor (obiectelor de inventar).</i>	<u>Model conceptual</u> Plan de lucru intern, proiecție rezultate și termene la nivel de GO, factori de influență (variabile) identificați pentru cele două locații cu laboratoare de culturi <i>in vitro</i> : SC Landcor Agro SRL și ICDP Pitești-Mărăcineni.	► P1 ICDP Pitești -Mărăcineni; ► P2 SC Enten Systems SRL.
A1.2. Diseminare rezultate.	Conferință de deschidere a proiectului la P1-ICDP Pitești-Mărăcineni; Creare pagină WEB a proiectului.	
Obiectivul 2. Îmbunătățirea randamentului de producere a scorușului negru.	14 ian. 2022 - 13 nov. 2022	► Lider proiect SC Landcor Agro SRL; ► P1 ICDP Pitești-Mărăcineni; ► P2 SC Enten Systems SRL.
A.2.1. Înființarea modulelor de scoruș negru.	<u>Model experimental</u> Înființarea la ICDP Pitești-Mărăcineni a unui modul pilot de micropropagare scoruș negru; Transferul de la ICDP Pitești-Mărăcineni la SC Landcor Agro SRL a protocolului de înmulțire <i>in vitro</i> pentru soiul Melrom, etapele: regenerare, multiplicare, înrădăcinare și a unui lot de plante <i>in vitro</i> ; Implementarea sistemului de monitorizare Enten a factorilor de mediu în modulele de la ICDP Pitești-Mărăcineni și SC Landcor Agro SRL;	

	Instruire pentru aplicarea monitorizării de precizie în cele două modelele pilot create.	
<i>A 2.2. Diseminare rezultate.</i>	Lucrări de popularizare; Manifestare „Ziua porților deschise” la SC Landcor Agro SRL	
Obiectivul 3. Optimizarea parametrilor de cultură prin aplicarea secvențelor ecologice propuse și a monitorizării factorilor de influență.	14 nov. 2022 – 29 iulie 2023	► Lider proiect SC Landcor Agro SRL; ► P1 ICDP Pitești-Mărăcineni; ► P2 SC Enten Systems SRL.
<i>A.3.1. Aplicarea soluțiilor stabilite.</i>	<u>Tehnica de control</u> Optimizarea factorilor de nutriție și a măsurilor de fitoprotecție ecologice în fazele de înrădăcinare-aclimatizare, aclimatizare și fortificare la ICDP Pitești-Mărăcineni și SC Landcor Agro SRL.	
<i>A.3.2. Diseminare rezultate.</i>	Organizare seminarii la ICDP Pitești-Mărăcineni și SC Landcor Agro SRL.	
Obiectivul 4. Validarea tehnologiei implementate	30 iulie 2023 – 13 sept. 2023	► Lider proiect SC Landcor Agro SRL;
<i>A.4.1 Diseminare rezultate.</i>	Elaborare manual de funcționare a tehnologiei; Conferință de închidere a proiectului, cu participarea tuturor membrilor GO, reprezentanți PNDR, asociații ale pomicultorilor, cercetători, reprezentanți media, studenți, oameni de afaceri, etc, la SC Landcor Agro SRL.	► P1 ICDP Pitești-Mărăcineni; ► P2 SC Enten Systems SRL.

I. CONTEXTUL ȘI SCOPUL PROIECTULUI

I.1. Nevoia specifică abordată de proiect

Importanța problemei urmărite spre rezolvare în cadrul proiectului „Tehnologie de înmulțire cu secvențe ecologice la scorușul negru (*Aronia melanocarpa*)”, rezidă dintr-o condiție fundamentală dictată de piață ce caută rezolvare la momentul actual și anume cerința crescută pentru produse bogate în antioxidanți. În acest caz, cercetarea pomicolă este obligată să găsească soluții, iar pomicultura din sectorul privat, la rândul ei, să adopte această cale deoarece pe piață consumatorii au devenit din ce în ce mai interesați de produse care să ofere anumite performanțe. De aici apare nevoia permanentă de adaptare la exigențele mereu noi ale pieței, de inovare continuă a sistemului de cultură și a tehnologiei de producție pentru a putea fi în pas cu cerințele consumatorilor. La scorușul negru (*Aronia melanocarpa*), arbust fructifer cu valoare nutraceutică, perfecționarea secvențelor tehnologice *in vitro*, prin monitorizarea factorilor de influență și ecologizarea culturii, reprezintă un succes în pomicultura modernă.

Fructele de *Aronia melanocarpa* sunt recunoscute pentru numeroasele lor beneficii asupra organismului. Printre cele mai cunoscute efecte indicate de medici sunt întărirea sistemului imunitar, echilibrarea metabolismului și scăderea nivelului de stres. Este recomandat de nutriționiști drept unul dintre cei mai puternici antioxidanți găsiți în natură.

Interesul pentru această specie a făcut ca, în ultimul timp, să crească foarte mult și cerința de material săditor. Din cercetările efectuate până în prezent, specia a înregistrat rezultate slabe la înmulțirea prin metode clasice: semințe, butași. Înmulțirea *in vitro* s-a dovedit a fi metoda care dă cele mai bune rezultate la înmulțirea speciei. Creșterea calității materialului săditor de scoruș negru (*Aronia melanocarpa*) va face posibilă accesarea de noi piețe. Indiscutabil raportul calitate-preț, dar și cantitatea și calitatea plantelor obținute, vor fi net superioare celor obținute până la implementarea rezultatelor proiectului.

În soluțiile oferite agentului economic, SC LANDCOR AGRO SRL, de către Institutul de Cercetare - Dezvoltare pentru Pomicultură Pitești - Mărăcineni, primează valoarea de întrebuințare mare, performanța cu costuri minime pe durata ciclului de viață, astfel încât să răspundă în totalitate cerințelor identificate.

Elaborarea strategiilor de soluționare constituie, de fapt, nu numai rezolvarea unor probleme de ordin economic ci și social, care se bazează pe un bun management al resurselor

umane din zonă, ceea ce va avea drept urmare crearea unor noi locuri de muncă și creșterea capacității de a dezvolta o activitate mai profitabilă. Agentul economic, beneficiar al serviciilor din cadrul proiectului, va fi pus în situația de a investi în dezvoltarea competențelor umane pentru a asigura sursa de muncă calificată, eficientă, necesară derulării activităților cerute de o exploatare corectă și productivă.

Adoptarea soluției integrate specifice agriculturii de precizie, ca urmare a contribuției partenerului ENTEN SYSTEMS SRL, prin constituirea unor sisteme de senzori adecvate și utilizarea de componente software pentru a prelua date, a le vizualiza eficient și a sprijini modul de luare a deciziilor în cadrul procesului de înrădăcinare – aclimatizare, aclimatizare și fortificare ecologică (contribuind astfel, în mod semnificativ, la identificarea rapidă a factorilor de stres, la optimizarea timpilor de răspuns și a calității răspunsului la problemele apărute) va duce la solicitări pentru implementarea de proiecte similare și pentru alți membrii ai comunității de producători pomicoli, creându-se astfel premisele pentru intensificarea și diversificarea de transfer tehnologic în agricultura românească.

I.2. Contribuția la creșterea productivității și de gestionare durabilă a resurselor (apă, sol, energie etc.)

Înmulțirea prin metoda *in vitro* ar putea fi definită în subsidiar ca o metodă de creștere a productivității și de gestionare durabilă a resurselor. Explicația acestei afirmații pornește în primul rând de la principalul avantaj al acestei metode de înmulțire care este reprezentat de obținerea unui număr mare de plante în timp scurt: pornind de la un individ, într-un singur an, prin multiplicări în cicluri succesive se pot obține zeci de mii de plante, ceea ce înseamnă un potențial de producție imens.

Un alt avantaj îl reprezintă faptul că, înmulțirea *in vitro* este independentă de sezon, deoarece se realizează în condiții controlate de lumină, umiditate și temperatură, în camere de creștere climatizate, iar plantele se află într-un proces de creștere și multiplicare activă indiferent de anotimp, fără să existe „timpuri morți” în procesul de producție. Acest aspect duce și la permanentizarea forței de muncă având în vedere că, acest tip de cultură se derulează tot timpul anului, eliminând astfel caracterul sezonier în cazul înmulțirii prin alte metode.

Trecerea plantelor la sfârșitul etapelor petrecute în condiții *in vitro*, la înrădăcinare-aclimatizare în condiții *in vivo*, se face tot în spații protejate (în sere) unde factorii de mediu pot fi dirijați, în special apa și substanțele nutritive. Controlul factorilor de mediu, prin aplicarea sistemului de monitorizare a creat un management eficient din punct de vedere al

asigurării necesarului pentru plante și pe de altă parte la evitarea pierderilor de apă în procesul de udare, excesul de nutrienți aplicați la hrănirea plantelor, etc.

Prin înlocuirea fertilizanților și pesticidelor de natură chimică a fost diminuată deteriorarea la care este supus mediul înconjurător. Nu în ultimul rând, suprafețele ocupate cu aceste culturi sunt reduse și sunt realizate prin amenajarea de rafturi pe verticală în camera de creștere și mese în serele pentru înrădăcinare-aclimatizare și fortificare.

Instruirea celor care derulează o astfel de activitate va juca un rol important în informarea și pregătirea în domeniul menționat în special cu privire la cerințele obligatorii legate de mediu și gestionarea resurselor de apă și sol și a sistemelor de management integrate prin modernizare și adoptarea unor noi practici inovatoare și competitive.

I.3. Beneficiile specifice (create de proiect) pentru membrii grupului operațional (GO)

Contribuția proiectului este semnificativă și poate fi raportată la următoarele aspecte:

-implementarea unor produse cu eficiență în dezvoltarea unei pomiculturi durabile și competitive care să ducă la înregistrarea de performanțe în spațiul rural românesc și care să răspundă politicilor europene în domeniu;

-evidențierea importanței unui parteneriat: cercetare - agent economic privat, în scopul aplicării unor măsuri corelate științific-tehnic și practic în realizarea unor strategii de producere și înmulțire a materialului săditor pomicol, cu impact final pozitiv asupra consumatorului.

Corelarea acestor caracteristici duce la obținerea unor rezultate pozitive. Ținând seama de aceste elemente, succesul aplicării unui produs al cercetării în mediul privat răspunde cu siguranță procesului de reformă, reușind să pună în mișcare un sistem operațional axat pe practici agricole inovatoare. În domeniul pomicultură - înmulțirea plantelor, impactul vizat este unul revoluționar. Dacă la înmulțirea clasică în cazul scorușului negru, procentul de răsărire prin sămânță este unul foarte mic cu obținerea unor plante neuniforme, care nu transmit fidel caracteristicile soiului și la înmulțirea prin butași, de asemenea, unde procentul de înrădăcinare este mult mai mic neexistând nici măcar un număr egal de plante obținute cu numărul butași puși la înrădăcinat, la metoda de înmulțire *in vitro* dacă se pornește de la 100 explante se pot obține într-o perioadă mult mai scurtă de timp (1 an) un număr de peste 1.000 ori mai mare.

Prin derularea activităților, GO este beneficiarul unui profit raportat la acumularea de noi cunoștințe științifice și tehnice ce pot constitui premisa unor viitoare colaborări în vederea accesării de fonduri publice sau private din alte programe, subprograme, care să aibă în vedere refacearea plantațiilor în arealele consacrate.

Astfel, cei care doresc să înființeze noi plantații de scoruș negru (persoane/entități din afara GO) pot avea materialul săditor solicitat la dispoziție în timp foarte scurt, conform cerințelor de cantitate și calitate. Rezultatele acestui proiect vin, în principal, în sprijinul fermierilor care intenționează să-și înființeze plantații de *aronia* prin submăsura 4.1a sau prin alte măsuri/submăsuri. Schema de fertilizare și tratamente ecologice stabilită de specialiștii din proiect va putea fi extinsă și pentru întreținerea plantațiilor de *aronia* înființate.

Având în vedere numărul mare de fermieri (pepinieriști) care pot fi atrași de acest sistem de înmulțire a plantelor pomicole sunt premise importante ca proiectul să fie adoptat de un număr mare de producători de material săditor, în cadrul viitoarelor Politici Agricole Comune (2021-2027).

Pentru înmulțirea prin micropropagare ca metodă de lucru vor fi utilizate, în prima fază culturile de țesuturi, care, prin particularitățile existente, necesită aplicarea unor cunoștințe de biochimie, fiziologia plantelor, pomicultură. Metodologia de lucru prezintă un înalt grad de complexitate. Succesiunea etapelor de lucru implică optimizarea factorilor de influență care pot constitui și blocaje în rata de succes în propagarea unui genotip/soi. Complexul factorilor genetici, biologici, tehnici și ai mediului, substratului de cultură răspund diferit de la caz la caz și soluția optimă nu se poate generaliza.

Liderul de proiect, SC LANDCOR AGRO SRL, deține un laborator de culturi *in vitro* și are experiență în înmulțirea *in vitro* a mai multor specii. Luând în considerare însă că fiecare specie are cerințe specifice, tehnologia utilizată la speciile înmulțite până în prezent (afin, diferiți portaltoi) nu oferă condiții optime de regenerare, multiplicare, înrădăcinare, aclimatizare, fortificare și pentru specia *Aronia melanocarpa*.

Prin derularea proiectului, personalul implicat în proiect va înregistra un plus valoare ca urmare a dezvoltării expertizei și cunoștințelor în domeniu: pentru personalul SC LANDCOR AGRO SRL va fi o noutate cultura *in vitro* la *Aronia melanocarpa* transferată de ICDP Pitești-Mărăcineni și aplicarea secvențelor ecologice și a monitorizării de precizie (indicată de SC ENTEN SYSTEMS SRL), la înrădăcinarea/aclimatizarea, aclimatizarea plantelor înrădăcinate *in vitro* și fortificare.

În același timp, dezvoltarea expertizei și cunoștințelor în domeniu se va înregistra și la echipa proiectului din partea ICDP Pitești prin aplicarea monitorizării de precizie (indicată de

SC ENTEN SYSTEMS SRL), la înrădăcinarea/aclimatizarea, aclimatizarea plantelor înrădăcinate *in vitro* și fortificare.

Partener de proiect P2, ENTEN SYSTEMS SRL a pus la dispoziția SC LANDCOR AGRO SRL și ICDP Pitești-Mărăcineni un sistem integrat revoluționar de monitorizare, prognoză, prevenire și consultanță agricolă, menit să maximizeze productivitatea și să minimizeze pierderile.

Echipa ENTEN SYSTEMS SRL a urmărit permanent interacțiunea dinamică dintre stadiul de dezvoltare a culturii, biologia bolilor și dăunătorilor specifici, și prognoza meteo, oferind recomandări utile cu privire la ferestrele de oportunitate pentru efectuarea de tratamente și lucrări specifice. Totodată, specialiștii echipei de monitorizare, mențin o relație continuă cu partenerii, pentru obținerea de informații utile despre realitatea din teren, astfel încât, cu ajutorul tehnicilor *de machine learning* și inteligență artificială, modelele și algoritmi utilizați să fie îmbunătățiți permanent. Colectarea de date are la bază sisteme de senzori și stații meteo profesionale, performante și scalabile, care răspund nevoilor specifice ale fermierilor în ceea ce privește dotarea specifică cu senzori și amplasarea acestora pe înălțimi sau la adâncimi diferite, în câmp sau în spații protejate, în funcție de tipul culturilor monitorizate. Datele colectate sunt integrate în timp real pe platforma software SC ENTEN SYSTEMS SRL, unde partenerii au acces la toate funcționalitățile și instrumentele de analiză disponibile, știind în orice moment ce se întâmplă cu culturile înființate.

Se poate desprinde o concluzie generală, și anume că, rezultatele proiectului vin să răspundă unui obiectiv important: „Racordarea cercetării aplicative și a progresului tehnologic în România la evoluția și cerințele mediului socio-economic național și global, prin dezvoltarea de produse originale, tehnologii avansate și servicii, competitive pe plan internațional și cu impact socio-economic major”.

I.4. Culturi *in vitro* – generalități

Cultivarea *in vitro* a unor celule și țesuturi vegetale este o ramură a științelor biologice ale căror începuturi corespunde cu începutul secolului XX. Evoluția sa de-a lungul timpului a fost rapidă, astfel încât, în acești ultimi ani, vorbim de un ansamblu de tehnici și metode *in vitro* grupate generic sub numele de biotehnologii vegetale. Sfârșitul mileniului doi se caracterizează printr-o puternică implicare a biotehnologiei în viața omului, în toate domeniile de activitate. Cultura de semințe, organe, țesuturi, celule sau protoplaști pe medii nutritive, în condiții sterile, se bazează pe totipotența celulară, dediferențiere și competență celulară.

Capacitatea regenerativă a celulelor este exploatată la maximum prin intermediul tehnicilor de cultivare *in vitro*. În prezent cultura de țesuturi *in vitro* este o tehnologie bine stabilită și care, ca multe alte tehnologii, a parcurs diferite stadii de evoluție. Pornind de la studiile privind posibilitatea cultivării și dezvoltării unor mici fragmente de țesut de plantă sau celule izolate pe medii nutritive, pe la mijlocul secolului XX, a fost unanim acceptată noțiunea regenerării și multiplicării plantelor atât din calus cât și din cultură de organe, urmând apoi aplicația practică în industria de înmulțire vegetativă a plantelor. În sens general, prin cultura *in vitro* se înțelege creșterea pe medii artificiale, în condiții de asepsie deplină și de factori ambientali bine controlați, a unor organe, părți de organe, țesuturi sau celule vegetale. Toate fenomenele legate de înmulțirea vegetativă sunt legate de procesele de regenerare și de morfogeneză, respectiv de cele de organogeneză.

Putem regenera o plantă întreagă dintr-un țesut mic (o bucată de tulpină, rădăcină, frunză, un mugure sau din celule vegetale) numit *explant* plasat într-un vas de cultură (*in vitro*), într-un mediu lipsit de microorganisme (*aseptic*), în prezența unei nutriții echilibrate (*mediu de cultură*), în condiții controlate. Pentru acesta avem nevoie de: un țesut adecvat, un mediu de cultură potrivit, condiții de cultură aseptice, regulatori de creștere: rata dintre auxine și citokinine, subcultivări frecvente.

Fie că spunem înmulțire *in vitro* sau clonare sau micropropagare sau cultură de țesuturi *in vitro*, procesul rămâne același: o metodă vegetativă de înmulțire a plantelor. Plăntuțele obținute din culturi de țesuturi, multiplicare vegetativ pot fi clasificate sub denumirea de clone, și spre deosebire de cele obținute din semințe, sunt copii fidele ale plantei mamă deci, prezintă caracteristici identice cu planta mamă. De exemplu, dacă planta mamă este o plantă cu capacitate de producție ridicată, plantele obținute vor fi, de asemenea, cu capacitate de producție ridicată. Reușita culturii depinde de o multitudine de factori și este vizibilă în momentul în care explantul crește. Explantul, numit și inocul, este porțiunea de plantă (organ, țesut, celulă) care se desprinde de pe planta donor (planta mamă), și se inoculează în condiții sterile pe un mediu artificial de cultură. Evoluția explantului este dirijată de operator în funcție de scopul urmărit. Acesta poate evolua formând o nouă plantă (sau mai multe plante - neoplantule), prin stimularea dezvoltării organelor aeriene (tulpina și frunzele) și a rădăcinii, sau poate forma calus, prin stimularea înmulțirii nediferențiate a celulelor.

Varietatea de tehnici care pot fi folosite pentru dezvoltarea plantelor *in vitro* este considerabilă și complet dependentă de specie și chiar de soi. Trei tipuri mari de sisteme de cultură pot fi folosite pentru înmulțirea clonală rapidă a plantelor *in vitro* (micropropagare), și

anume embriogeneza, organogeneza și microbutășirea, conceptul de bază fiind acela de a obține înmulțirea rapidă fără a crea variație somaclonală nedorită. În practică, pentru producerea comercială de plante este de preferat folosirea metodelor de morfogeneză directă când acestea sunt accesibile, uniformitatea materialului (în primul rând genetică) fiind o condiție esențială.

Multiplicarea vegetativă *in vitro* permite reproducerea indivizilor aleși pentru unele calități, într-un număr mare de exemplare identice și într-un timp foarte scurt.

Termenul *in vitro*, adoptat din limba latină, înseamnă cu aproximație viață în recipient de sticlă, și a fost introdus din necesitatea de a defini tehnicile privind cultura de organe, țesuturi și celule vegetale pe medii de cultură artificiale, care permit păstrarea lor în viață în afara organismului.

Caracteristicile culturilor *in vitro* se remarcă prin faptul că, spre deosebire de multiplicarea tradițională, unde se operează cu semințe sau porțiuni mari de plantă (marcote, butași, altoi), la multiplicarea *in vitro* se folosesc explante mici, de ordinul milimetrilor sau chiar microscopice (celule, protoplaști), explante care în condiții normale de cultură nu ar reuși să crească opunând rezistență agenților patogeni și sintetizându-și singure substanțele nutritive necesare.

Din acest motiv, pentru reușita culturii de celule și țesuturi se cer respectate următoarele condiții:

-prepararea unui mediu de creștere care să asigure o bună nutriție heterotrofă a explantului, prin asigurarea sursei de carbon organic ușor accesibil explantelor;

-asigurarea și controlarea factorilor de mediu (temperatură, lumină, umiditate) în limitele optime pentru fiecare specie, soi și fază de creștere, în funcție de cerințele acestora și scopul urmărit;

-stimularea creșterii și diferențierii sau dediferențierii organelor prin utilizarea corespunzătoare a substanțelor stimulative de creștere;

-asigurarea unei asepzii depline pe tot fluxul de producere a plantelor *in vitro*, prin dezinfecția materialului vegetal, sterilizarea mediului și a vaselor de cultură, precum și efectuarea tuturor operațiilor în hota cu flux de aer laminar steril, folosind instrumentar sterilizat prin flambare.

Etapele procesului de micropropagare:

- Etapa 0 - Selectarea și pregătirea plantei mamă - are loc sterilizarea țesutului vegetal;
- Etapa I - Inițierea culturii - explant plasat în medii de creștere;

- Etapa II – Multiplicare - explantul transferat în mediile de cultură; lăstarii pot fi împărțiți în mod constant;
- Etapa III – Înfrădăcinarea - explantul transferat pe mediul de înfrădăcinare;
- Etapa IV - Transferul în sol.

Avantajele micropropagării:

- Obținerea de clone autentice cu planta mamă;
- Obținerea într-un spațiu mic a unei cantități mari de plante având în vedere faptul că plantele sunt foarte mici; fiecare vas poate conține sute de plante;
- Înmulțirea în condiții sterile duce la evitarea pierderilor datorită insectelor și bolilor – plante libere de patogeni;
- Un singur explant poate fi înmulțit în câteva mii de exemplare;
- Producția pe tot parcursul anului fără a fi afectată de influența anotimpurilor;
- Plantele rare și pe cale de dispariție pot fi clonate în siguranță;
- Obținerea prin culturi de meristeme și producerea unui număr mare de plante libere de virus,
- Păstrarea pe termen lung a germoplasmei în "bănci de țesuturi". Plantele mamă sau soiurile pot fi păstrate și menținute *in vitro* fără a fi influențate de factori externi de mediu;
- Culturile de plante mai ușor de exportat decât plantele cultivate în câmp deoarece fiind sterile pot fi transportate între țări fără dificultăți;
- Spații reduse de sere deoarece plantulele sunt foarte mici;
- Producția de specii dificil de înmulțit;
- Industrie mondială de milioane de euro.

Dezavantajele micropropagării:

- Necesită investiție mare în echipamente;
- Expertiză tehnică în pozițiile de conducere;
- Lipsa protocoalelor optimizate pentru fiecare specie;
- Personal calificat în manipularea materialului în timpul subculturilor;
- Contaminarea este o problemă serioasă care ar poate conduce la pierderi de plante crescând astfel costurile de producție și afectând termenul de livrare;
- Nu există metode standard, uniforme pentru micropropagare, fiecare material necesită condiții specifice;
- Plantulele pot fi prea scumpe fiind o industrie consumatoare de capital. Dacă se produc plante puține costurile sunt prea mari.

Micropropagarea este un sistem general acceptat pentru înmulțirea pe scară largă. În ultimele decenii, producerea de material săditor prin micropropagare (multiplicare) *in vitro* a devenit (sau este pe cale să devină) alternativa mai eficientă la înmulțirea prin metodele convenționale, oferind posibilitatea producerii rapide (câteva luni, până la un an) a unor cantități de ordinul sutelor de mii sau milioane de plante. Majoritatea plantelor micropropagate *in vitro* sunt produse la un preț mai ridicat decât prin intermediul căilor tradiționale. Cu toate acestea, la culturile la care se are în vedere obținerea de material de plantat cu sănătate garantată, plante care să prezinte uniformitate în cultură, juvenilitate, dar și vigurozitate concomitent cu o calitate superioară a produsului efectele financiare sunt compensate.

II. BAZA MATERIALĂ NECESARĂ FUNCȚIONĂRII TEHNOLOGIEI

II. 1. Organizarea și amenajarea laboratorului de culturi *in vitro*

II.1.1 Zona nesterilă

Laboratorul de culturi *in vitro* necesită o anumită compartimentare și respectarea unui anumit flux. Zona nesterilă cuprinde totalitatea spațiilor în care asepsia nu este obligatorie:

a. Seră de păstrare sau izolator *insect proof*, este utilă pentru menținerea plantelor donor (plante mamă) de unde va fi recoltat materialul inițial care după procese de pregătire (spălare, sterilizare, fasonare, excizare în cazul meristemelor) urmează să fie inoculat pe mediile de cultură. Spațiul asigură izolare care să nu permită pătrunderea insectelor ce pot fi vectori pentru virusuri; această izolare se face prin pereți dubli de plasă *insect proof*. Podeaua este betonată, iar ghivecele în care se află plantele sunt așezate pe paleți pentru ca rădăcinile să nu vină în contact direct cu pardoseala. Spațiul are sursă de apă, umbrire, cameră tampon prevăzută cu masă, chiuvetă, pentru spălarea materialului biologic recoltat. Substratul de cultură trebuie certificat ca liber de vectori prin buletine de analize emise de laboratoare acreditate pentru acest tip de servicii.

b. Magazia de materiale. Este necesară existența cel puțin a unei magazii de materiale, pentru a păstra materiale cum sunt: sticlăria, folii din aluminiu și polietilenă, tifon, substanțe care sunt componente ale mediilor de cultură atunci când există stocuri mari. Magazia trebuie să aibă instalație electrică, de apă cu chiuvetă și să intre în circuitul de încălzire al laboratorului. Sunt de asemenea necesare dulapuri și rafturi, frigider, congelator.

c. Spațiul pentru sterilizarea uscată. Camera trebuie să aibă pereții acoperiți cu faianță sau cu materiale lavabile și podeaua cu gresie sau alte materiale ușor lavabile și rezistente (ex. rășină epoxidică). Dotările includ instalație de curent electric, rafturi, dulapuri, etuve, masă, etc. Este încăperea unde sticlăria după decontaminare, spălare și imersie în apă distilată, este băgată pentru sterilizare uscată la etuvă.

d. Spațiul destinat pregătirii mediilor de cultură. Dată fiind importanța acestei activități, pregătirea mediilor de cultură presupune existența unei camere prevăzută cu dotări specifice. Această cameră trebuie să fie faianțată și pardosită cu gresie sau materiale ușor lavabile. Obligatoriu, trebuie să fie prevăzută cu instalații de apă curentă rece și caldă, chiuvete, canalizare, instalație de curent electric (220 V, 50 Hz), care trebuie să aibă sisteme

de protecție, robinete suplimentare, vane, circuite de împământare, tablouri cu siguranțe fuzibile, etc. conform normelor în vigoare.

Mobilierul, reprezentat de mese, rafturi, dulapuri, trebuie să fie din materiale rezistente la agenți chimici și care se întrețin ușor din punct de vedere al curățeniei.

Pentru pregătirea mediilor de cultură sunt necesare: distilator, balanțe, plite cu agitator magnetic, pentru medii, pH-metru, frigidere (foto 1), pentru componente medii cultură, cronometru de laborator, sticlărie de laborator: cilindri gradați, pahare Erlenmayer, pahare Berzelius, sticle de diferite dimensiuni pentru soluții, pipete gradate, automate pentru pipete, mojară cu pistil, spatule, etc.



Foto 1. Vitrină frigorifică pentru păstrarea nutrienților și a soluțiilor stoc la ICDP Pitești-Mărăcineni (foto original)

e. Spațiul pentru sterilizare umedă (autoclavarea mediilor de cultură) și presterilizarea materialului vegetal. După prepararea mediului de cultură și repartizarea în vase, acesta este trecut pentru sterilizare sub presiune în camera de autoclavare. Dotările din această încăpere includ instalație de curent electric (recomandabil 380 V), instalație de alimentare cu apă, autoclave (foto 2), echipamente prevăzute cu instrumente pentru controlul temperaturii și presiunii, temporizatoare și dispozitive de siguranță folosite pentru sterilizare în mediu umed, rafturi, chiuveță, masă de lucru.



Foto 2. Autoclav pentru sterilizarea umedă la ICDP Pitești-Mărăcineni (foto original)

Camera de autoclavare se află în vecinătatea zonei sterile și aici se face și o presterilizare a materialului vegetal pregătit pentru inoculare. Presterilizarea se face prin imersarea acestuia în anumite soluții care asigură o spălare mai profundă sau soluții dezinfectante urmând apoi sterilizarea propriu-zisă care va avea loc în camera sterilă sub hota cu filtru laminar.

După autoclavare, mediile de cultură trebuie să fie păstrate cel puțin 24 de ore înainte de a fi folosite. Acest lucru se poate face pe rafturi sau în dulapuri în camera autoclavelor apoi trecute în camera de inoculare.

f. Camerele de creștere. După inocularea explantelor pe mediul de cultură, pentru dezvoltarea culturilor vasele sunt trecute în camerele de creștere (foto 3 a și b). Acestea trebuie să fie faianțate, cu podea pardosită cu gresie sau cu rășină epoxidică și dotate cu rafturi.

Factorii de mediu asigurați în camera de creștere necesită corelare între ei și sunt reprezentați de:

-lumina, asigurată prin fotoperioadă de 8 ore întuneric și 16 ore lumină cu o intensitate luminoasă de 3000-4000 de luși. În acest scop este nevoie de o dotare cu instalații de iluminat cu temporizare.

-temperatura, reprezintă un alt factor de mediu care trebuie controlat în camera de creștere. În general, temperatura folosită este $22-24^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$, însă în funcție, de specie, tipul de cultură și scopul urmărit temperatura poate să varieze între 10 și 32°C (în general, speciile provenite din zonele calde cresc bine la temperaturi mai ridicate: $26-28^{\circ}\text{C}$).

-umiditatea este un alt factor esențial, care trebuie să atingă parametrii ceruți. O umiditate a aerului în camere de creștere sub valoarea de 80-85% duce la deshidratarea rapidă a mediului de cultură și compromiterea culturilor.



Foto3. Aspecte din camera de creștere –ICDP Pitești-Mărăcini (foto original)

g. Spălătorul (camera de decontaminare). După scoaterea plantelor de pe mediu de cultură, vasele folosite se trec în spălător. Acest spațiu trebuie să fie faianțat și cu podea care nu prezintă pericol de alunecare (gresie), dotat cu instalație de alimentare apă rece și caldă, chiuvete unele cu scurgător, distilator, mașină de spălat vase, rastele, bazine de apă pentru colectarea mediilor folosite, recipiente cu apă distilată folosită la clătire.

h. Spațiile de aclimatizare. În scopul trecerii de la viața *in vitro* la viața *in vivo* trebuie să se dispună de spații prevăzute cu instalații eficiente de iluminare, încălzire și umidificare a aerului. În mod frecvent, aclimatizarea se face în sere prevăzute cu instalațiile menționate anterior și cu mese pe care se află substratul de aclimatizare (foto 4). În această etapă, plantele trec de la modul de hrănire heterotrof la cel autotrof și încep să se formeze frunzulițele adevărate. După prima etapă de aclimatizare petrecută pe substrat de perlit (produs obținut prin măcinarea unei roci numită perlită), steril din punct de vedere al componentelor, cu o mare capacitate de reținere a apei și de fixare a plantelor, perioadă în

care plantele vor primi hrană din componente ecologice. Aclimatizarea poate fi etapa cea mai dificilă dintr-un protocol de micropropagare. La anumite soiuri din cadrul unor specii, există posibilitatea parcurgerii fazei de înrădăcinare simultan cu aclimatizarea în condiții *in vivo*. Cuplarea celor două faze acolo unde permite, va oferi avantajul reducerii timpului necesar pentru parcurgerea separată a acestor etape, economisirea forței de muncă, etc. În această situație se va recurge la plantarea lăstarilor rezultați în urma multiplicării direct în cuburi nutritive/tăvi alveolare, cuburi care vor fi formate 2/3 din turba la bază și 1/3 din perlit în partea de sus a cubului. Astfel, va exista posibilitatea înrădăcinării/aclimatizării în perlit și înaintarea rădăcinilor formate în substratul de turbă de la bază.



Foto 4. Sere de aclimatizare cu paturi cu perlit și senzori pentru măsurarea temperaturii atmosferice, a conductivității și a umidității atmosferice și din substrat la ICDP Pitești-Mărăcineni (foto original)

i. Sere de fortificare. Plantele înrădăcinate *in vitro* și aclimatizate în sere numai în substrat de perlit, pentru a-și desfășura primele faze de creștere înainte de livrare sau înainte de a fi plantate în câmp, vor fi trecute la ghivece sau tăvi alveolare în substrat de turbă sau alte amestecuri nutritive. În această perioadă, vor avea loc mai multe intervenții asupra plantelor pentru asigurarea cerințelor față de hrană și pentru asigurarea unei stări fitosanitare bune. Produsele folosite în acest scop vor fi ecologice. Alegerea acestor produse se va face la momentul folosirii lor, piața specifică acestor produse fiind în continuă perfecționare și dezvoltare reușind să acopere un spectru cât mai larg al bolilor și dăunătorilor.

Combaterea bolilor și dăunătorilor poate fi făcută prin stropiri cu atomizorul sau pompa de spate. Aceste tratamente se vor face preventiv cu doze moderate de substanțe ecologice care pot asigura o protecție completă a plantației.

Fortificarea (foto 5) are loc în spații prevăzute cu sisteme de control ale factorilor de vegetație, în special umiditate și temperatură, care alături de factorii nutriționali și fitosanitari

trebuie să asigure o bună maturare a țesuturilor (coacerea lemnului), pentru ca plantele ce urmează să fie transferate în condiții de câmp să facă față condițiilor de iarnă.



Foto 5. Sere pentru fortificare la alveole sau ghivece la ICDP Pitești-Mărăcineni (foto original)

j. Platformele în aer liber (foto 6, foto 7, foto 8), vor fi utilizate după perioada de fortificare și până la livrarea materialului obținut. La amenajarea acestor platforme se va avea în vedere asigurarea apei prin instalații de udare, izolarea plantelor de sol prin așezarea ghivecelor pe covor de tip „Agrotexil” antiburuieni, sau pe podea din beton.



Foto 6. Platformă de fortificare la ghivece cu diferite amestecuri de substrat la ICDP Pitești-Mărăcineni (foto original)



a



b

Foto 7. Platformă de fortificare la ghivece cu diferite amestecuri de substrat la SC LANDCOR AGRO SRL (foto original)



Foto 8. Platforme în aer liber și spații acoperite pentru fortificare la SC LANDCOR AGRO SRL (foto original)

Tot din zona nesterilă a unui laborator de culturi *in vitro* fac parte și spațiile necesare activității de deservire a personalului: vestiare, grup sanitar, holuri, etc .

II.1.2. Zona sterilă

a. Camera de prelevare. Caracteristica de bază a acestei zone este că, în toate spațiile aferente asepsia este obligatorie; aici se execută toate operațiunile de sterilizare, inoculare și transferuri pe mediul de cultură în condiții sterile.

Camera sterilă trebuie să fie ferită de orice sursă de infecție; astfel, aerisirea se face controlat pentru a împiedica pătrunderea prafului, sporilor sau a altor forme ale agenților patogeni din exterior. Sterilizarea spațiului interior se realizează cu ajutorul unor lămpi cu ultraviolete, urmată de aerisirea atentă a încăperii pentru eliminarea ozonului care se formează, dar cu evitarea pătrunderii agenților contaminanți.

Camera sterilă are în mod obligatoriu pereții vopsiți cu un material lavabil, podeaua din rășină epoxidică, instalații de iluminat, căldură, apă, uscător de mâini, mese, dulapuri, lupe, stereomicroscop (foto 9), ceasuri de laborator cu sonerie, germinatoare pentru sterilizare (foto 10), scaune rotative, ergonomice și, bineînțeles, hotele cu flux de aer laminar vertical sau orizontal (foto 11). Hotele realizează o filtrare a aerului într-un spațiu închis, creând un flux de aer steril care se deplasează cu o anumită viteză spre operator.



Foto 9. Microscop (lupă binocular) pentru excizarea meristemelor (foto original)



Foto 10. Germinator pentru sterilizarea instrumentarului (foto original)



Foto 11. Hote cu flux de aer laminar la ICDP Pitești-Mărăcineni pentru excizarea meristemelor (foto original)

III. TEHNOLOGIA DE ÎNMULȚIRE *IN VITRO* LA ARONIA *MELANOCARPA*, SOIUL MELROM

Aronia melanocarpa (Michx.) Elliot (scorușul negru) este o specie arbustivă originară din America de Nord, care a fost naturalizată și bine adaptată în Europa, dar și o importantă plantă medicinală (McKay, 2001). Datorită prezenței și a conținutului ridicat al diferiților compuși bioactivi, cum ar fi vitaminele, mineralele și compușii polifenolici, fructele și frunzele de *Aronia melanocarpa* prezintă o gamă largă de efecte pozitive asupra sănătății (Jurikova și colab., 2017; Szopa și colab., 2017; Jurendić și Ščetar, 2021).

Arealul de cultură al speciei s-a extins substanțial în Europa, SUA, Canada și Asia. Specia a fost introdusă în cultură în România după anul 1986 și au fost realizate cercetări științifice privind ameliorarea și înmulțirea ei, fiind trecută și la înmulțirea în pepiniere pentru obținerea de material săditor. În prezent, statistici oficiale referitoare la cultura aroniei la nivel global nu există, acestea fiind culturi de nișă în continuă dezvoltare.

- Aronia se poate înmulți prin semințe, dar metoda nu este recomandată deoarece se obțin plante neuniforme care intră târziu pe rod, speciile de arbuști fructiferi fiind genetic heterozigote.

- Pe plan internațional, studii privind multiplicarea acestei specii *in vitro* au fost efectuate până acum de câțiva cercetători începând cu anii '90 (Brand și Cullina, 1992, Ruzic, 1993, Velchev și Mladenova, 1992; Staniene și colab., 1999); (Isac și Plopa, 2022) stabilindu-se că, micropropagarea este mult mai eficientă decât alte metode de înmulțire.

III.1. Materialul biologic

Materialul biologic utilizat în secvențele tehnologice din cadrul proiectului a fost reprezentat de soiul Melrom. Este un soi originar din România, creat la ICDP Pitești-Mărăcineni. Planta este o tufă de vigoare mare (1,9 m). Soiul este sensibil la ger și rezistent la secetă. Fructul este mare (0,9-1,3 g), bogat în compuși bioactivi, gust mai puțin astringent decât soiul 'Nero'. Epoca de coacere este a doua jumătate a lunii august.

Explantele: Mugurii donori de explante se recoltează de la plante autentice și fitosanitar sănătoase, în perioada februarie - aprilie. Până la folosire, materialului biologic se ambalează în pungi de plastic și se păstrează în frigider la temperatura de 4°C, pentru a se evita deshidratarea.

Pentru inițierea culturilor se folosesc explante de muguri axilari de la plante mature, autentice.

Dezinfectarea materialului biologic: Lăstarii anuali se secționază în segmente care conțin cel puțin un mugure vegetativ, aceștia urmând să fie tratați astfel:

- spălare în apă de robinet cu 2-3 picături Domestos;
- imersie în alcool etilic 96°, timp de 5 minute;
- hipoclorit de calciu 6%, timp de 10 minute;
- 3 clătiri cu apă distilată sterilă.

III.2. Mediile de cultură

Având în vedere faptul că, explantele sunt dependente de sursa de hrană din mediul de cultură, deoarece viața „*in vitro*” este aproape în exclusivitate heterotrofă, în special în primele faze ale existenței, până la formarea unui număr suficient de mare de frunze pe fiecare plantulă, mediile de cultură de bază trebuie să conțină substanțe organice și anorganice. Elementele chimice din mediul de cultură pot fi accesibile celulei vegetale sub forma unor anumite tipuri de compuși, respectiv soluții de azotați, fosfați, cloruri sau sulfați de Ca, Mg, Mn, K, Zn, Cu, Fe, etc asimilabili, de glucide și (sau) de unii aminoacizi. Indispensabilă este în mediul de cultură și prezența unor vitamine (acid nicotinic, tiamină HCl și piridoxină HCl), a mezoinozitolului și a hormonilor vegetali. În general cunoașterea temeinică a genotipului folosit pentru înființarea culturilor *in vitro* este de mare importanță.

Stabilirea unui protocol optim pentru un bun randament de înmulțire necesită aprofundarea, în cele mai mici detalii, aspectelor specifice cerințelor nutriției și ecologiei genotipului în cazul de față soiul Melrom, cât și comportarea lui la metodele clasice de înmulțire vegetativă. Binecunoscut este faptul că, în general, chiar și în cadrul aceluiasi soi sau portaltui, indivizi cu genotipuri identice, reacționează diferit la aceleași condiții de mediu în funcție de capacitatea de asimilație a fiecărui organism. Epuizarea preferențială a unor compuși din mediu sau a concentrației acestora în funcție de cerințele soiului folosit sunt fenomene care pot duce, în afara scopului dorit, la instalarea unor manifestări fie de carență, fie de toxicitate, soldate uneori chiar cu necrozarea inoculilor. Din cele expuse mai sus, rezultă specificitatea mediului de cultură stabilit de specialiștii din echipa proiectului.

III.2.1. Compoziția mediilor de bază utilizate în tehnologia transferată în interiorul GO

MACRONUTRIENȚI (mg / l)	MICRONUTRIENȚI (mg / l)
Murashige-Skoog (1962)	Murashige-Skoog (1962)
Azotat de amoniu NH_4NO_31650	Sulfat de mangan $\text{MnSO}_4 \times 4\text{H}_2\text{O}$22,30
Azotat de potasiu KNO_31900	Sulfat de zinc $\text{ZnSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$8,60
Difosfat de potasiu KH_2PO_4 170	Acid boric H_3BO_36,20
Clorură de calciu $\text{CaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$440	Iodură de potasiu KI0,83
Sulfat de magneziu $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$370	Sulfat de cupru $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$0,025
	Clorură de cobalt $\text{CoCl}_2 \times 6\text{H}_2\text{O}$0,025
	Molibdat de sodiu $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$0,25
	$\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$27,90
VITAMINE ȘI AMINOACIZI (mg / l)	ALȚI COMPUȘI
Linsmaier Skoog (1965)	Dextroză30,00 g/l
Thiamine-HCl0,40	Agar.....9,00 g/l
Myo-inositol100,00	NaFeEDTA.....32,00 mg/l

III.2.1.1. Mediul de cultură faza de inițiere

- macroelemente și microelemente Murashige-Skoog (1962)
- vitamine Linsmaier Skoog (1965)
- GA_3 (acid giberelic) = 0,1 mg/l
- BAP (benzilaminopurina) = 1,0 mg/l
- Dextroză30 g/l
- Agar.....9 g/l
- NaFeEDTA.....32 mg/l

Inițierea (foto 12)- dezvoltarea explantelor în lăstari viabili înregistrează o medie procentuală de peste 90 %.



Foto 12. Soiul Melrom –explante diferențiate pentru excizarea meristemelor
(foto original)

III.2.1.2. Mediul de cultură pentru proliferarea lăstarilor

- macroelemente și microelemente Murashige-Skoog (1962)
- vitamine Linsmaier Skoog (1965)
- GA₃ (acid giberelic) = 0,1 mg/l
- BAP (benzilaminopurina) = 1,0 mg/l
- AIB (acid indolilbutiric) = 0,1 mg/l
- Dextroză30 g/l
- Agar.....9 g/l
- NaFeEDTA.....32 mg/l

Multiplicarea (foto 13) este în medie de 12,6 lăstari/tufă la soiul Melrom, dintre care 8,5% cu dimensiuni de 1,2-1,3 cm.



Foto 13. Soiul Melrom - multiplicare (foto original)

III.2.1.3. Mediul de cultură pentru înrădăcinarea lăstarilor

- macroelemente și microelemente Murashige-Skoog (1962)
- vitamine Linsmaier-Skoog (1965)
- GA₃ (acid giberelic) = 0,1 mg/l
- AIB (acid indolilbutiric) = 0,7 mg/l
- Dextroză30 g/l
- Agar.....9 g/l
- NaFeEDTA.....32 mg/l

Înrădăcinarea (foto 14) pe formula de mediu stabilită a fost de 80,19% la soiul 'Melrom'.

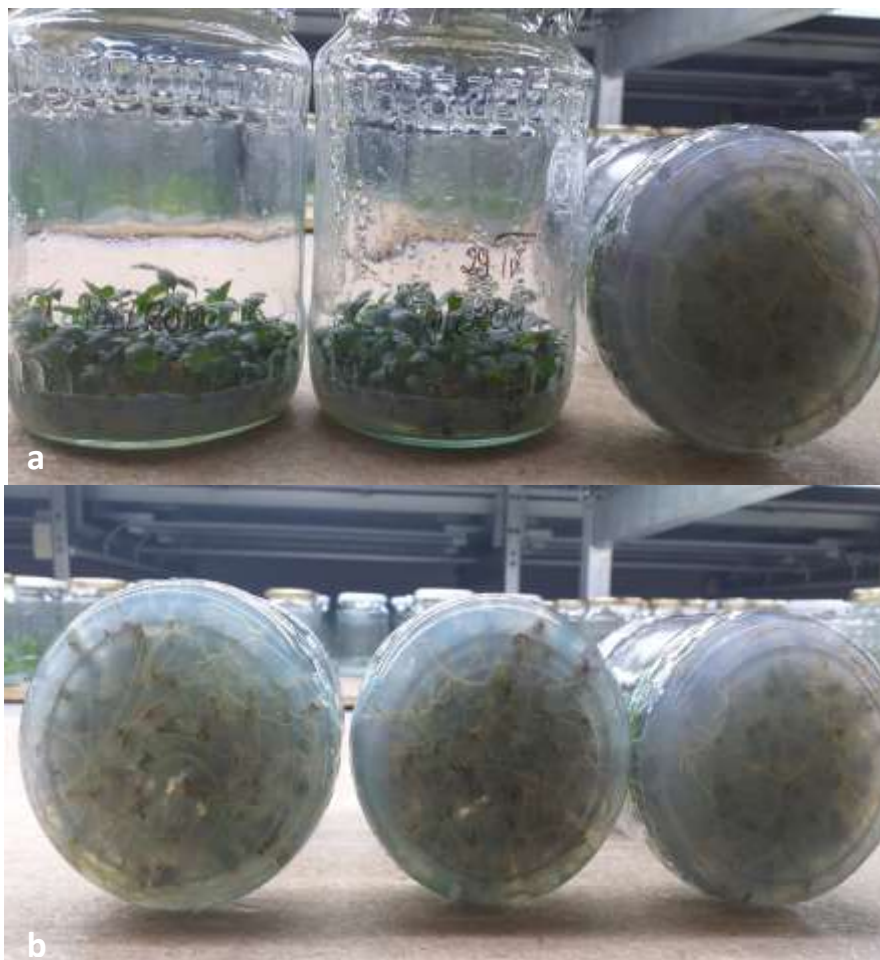


Foto 14. Soiul 'Melrom' înrădăcinare (foto original)

III.2.2. Trecerea la viața *in vivo*

Faza de înrădăcinare - aclimatizare (foto 15,16,17 a și b) poate fi cea mai dificilă etapă în producerea materialului microînmulțit la unele specii. Lăstarii cu primordii de rădăcini sunt trecuți pe substrat de perlit. În paralel, a fost efectuată și aclimatizarea pentru plantele înrădăcinate prin culturi *in vitro*.

Perlitul este un produs anorganic granular, 100% ecologic, utilizat în primul rând pentru capacitatea mare de reținere a apei, dar și pentru proprietățile de afânare și aerisire a substratului. Este inert din punct de vedere chimic. Mediul asigurat în această etapă este caracterizat prin umiditate relativă ridicată și temperatură controlată.

- Aclimatizarea s-a realizat în sere în condiții de umiditate ridicată (80 – 90 %) în perlit horticol 2 granulometrie 0-0,5 mm; absorbție apă 50-65 % din volum;
- Durata aclimatizării, cca. 30-45 de zile;
- Procentul de plante aclimatizate a fost în jur de 90% în luna iunie;
- Fortificarea s-a realizat la ghivece sau plăci alveolare cu turbă, turbă + dolomită, când turba a fost mai acidă; se pot folosi diferite alte amestecuri.



Foto 15. Conducerea factorilor de mediu la aclimatizare la ICDP Pitești-Mărăcineni
(foto original)



Foto 16. Aclimatizare în substrat de perlit la ICDP Pitești-Mărăcineni (foto original)

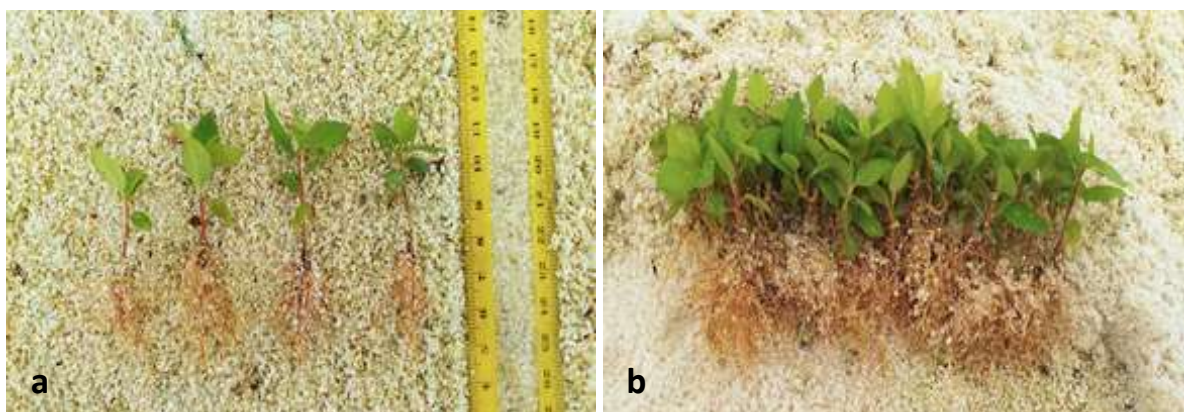


Foto 17. Plante de aronia aclimatizate la ICDP Pitești-Mărăcineni (foto original)

III.3. Flux micropropagare

III.3.1. Exemplu de calcul orientativ-schema de micropropagare

Fluxul de micropropagare se derulează conform Schemei 1 și cuprinde etapele:

I. INIȚIERE CULTURA IN VITRO - durata: aproximativ 30 zile

-vase de cultura: eprubete \simeq 7 ml mediu cultura/eprubeta; condiții în camera de creștere: 16 ore lumină/8 ore întuneric, T= 21-22⁰C.

-100 explante = 100 vase cultura tip eprubeta x 7 ml = 700 ml mediu de cultură.

-diferențiere explante \simeq 90 % = 90 lăstari (butași) care se transferă în etapa de multiplicare.

II. MULTIPLICARE - durata aproximativ 6 luni (30 zile pentru fiecare subcultură).

- cultura primara (CP) +5 subculturi (S1, S2, S3, S4, S5); condiții în camera de creștere: 16 ore lumină/8 ore întuneric, T= 21-22⁰C;

- rata de multiplicare de 3 lăstari/tufa la: cultura primară și S1, 5 lăstari /tufă la S2, 8 lăstari/tufa la S3 și 12 lăstari/tufă la S4; Începând cu subculture S 5, rata de multiplicare începe să scadă la 3 lăstari pe tufă.

-vase de cultura: pahare tip Erlenmayer 150 ml sau vase Magenta, dar cu capacitate asemănătoare pentru 30 ml mediu de cultura/vas și 3 lăstari →tufe/vas.

-Cultura primară: $90:3= 30$ vase x 30 ml mediu = 0,9 l mediu de cultura.

90×3 (rata de multiplicare) = 270 lăstari din care s-au putut detașa cca 80 % cu dimensiuni de 1,2-1,3 cm, pentru transfer în S1. $270 \times 80\% = 216$ formațiuni pentru transfer pe S1.

-Subcultura 1: $216 : 3= 72$ vase x 30 ml = 2,160 l mediu de cultura.

$216 \times 3 = 648$ lăstari x 80% = 519 lăstari pentru transfer în S2.

-Subcultura 2: $519:3 = 173$ vase x 30 ml mediu = 5,190 l mediu de cultură;

$519 \times 5 = 2.595$ lăstari x 80% = 2.076 lăstari pentru transfer în S3;

-Subcultura 3: $2.076 : 3= 692$ vase x 30 ml mediu = 20,760 l mediu de cultură

$2.076 \times 8 = 16.608$ lăstari x 80% = 13.287 lăstari pentru transfer în S4.

-Subcultura 4 = $13.287 : 3= 4.428$ vase x 30 ml mediu = 132,264 l mediu de cultură

$13.287 \times 12 = 159.444$ lăstari x 80 % = 127.555 lăstari pentru transfer în S5.

-Subcultura 5 = $127.555 : 3= 42.518$ vase x 30 ml mediu = 1.276 l mediu de cultură

$127.555 \times 3 = 382.665$ lăstari x 40 % = 153.066 lăstari transferați pentru înrădăcinare

III. ÎNRĂDĂCINARE - durata: aproximativ 30 zile

-se trec în etapa de înrădăcinare aprox 153.066 lăstari; condiții în camera de creștere: 16 ore lumină/8 ore întuneric, T= 21-22⁰C.

-vasele de cultură au capacitate de aprox. 700 ml și vor conține aprox. 60 ml mediu de cultură;

- se implantează 20 lăstari pentru înrădăcinare /vas;

153.066 lăstari: 20 = 7.654 vase x 60 ml mediu = 460 l mediu de cultură.

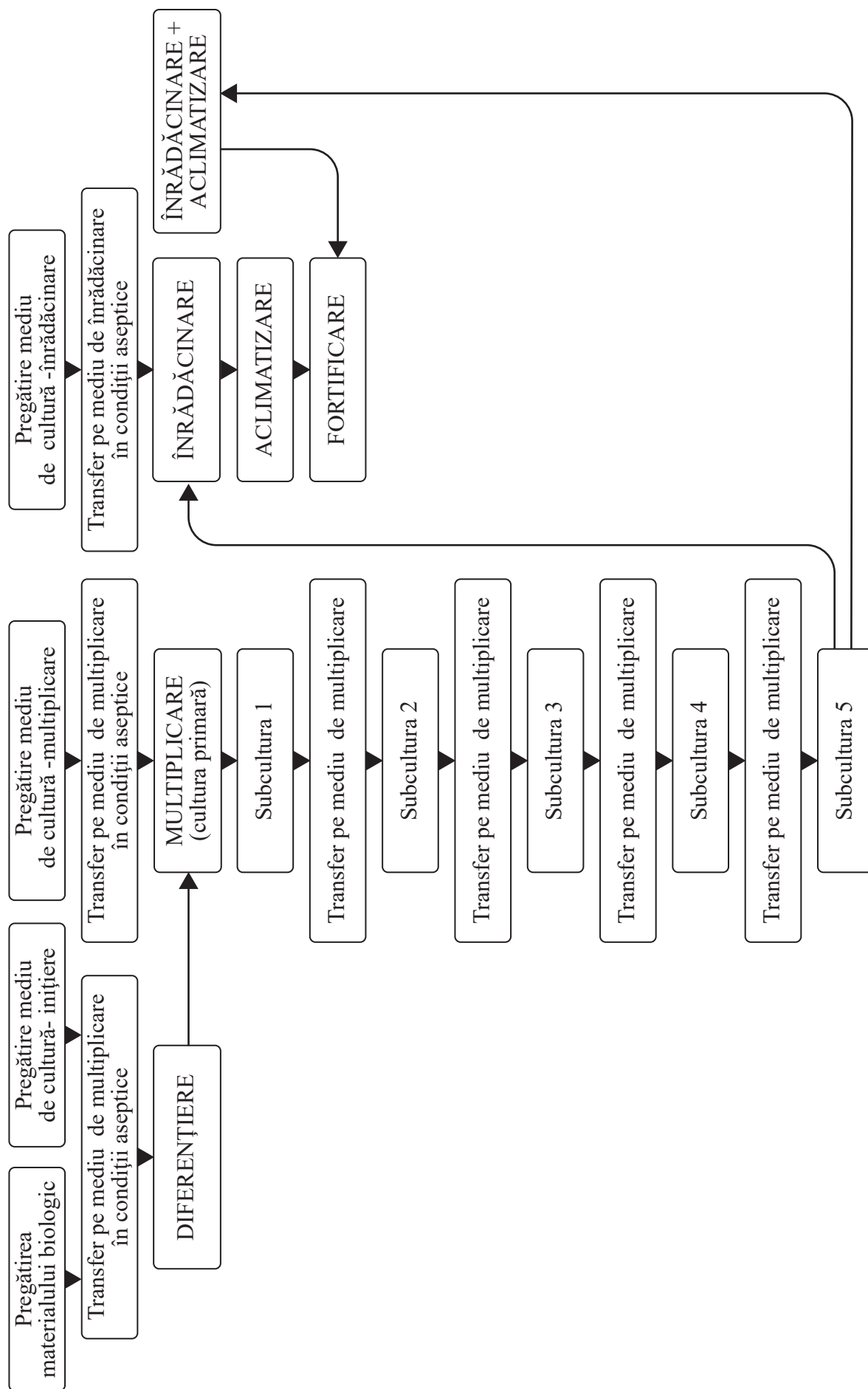
Se preconizează o medie de 90 % plante înrădăcinate = $153.066 \times 90 \% = 137.760$ plante înrădăcinate care vor fi transferate la aclimatizare.

IV. ACLIMATIZARE - durata: aproximativ 30 zile

- Substrat perlit 1 m² = 300 plante, rezulta că pentru 137.760 plante înrădăcinate este necesară o suprafață de 460 m².

După aclimatizare plantele pot fi fortificate în ghivece mai mari (câteva luni - 1 an, depinde de dimensiunile solicitate), după care pot fi livrate pentru beneficiari.

Schema 1. Tehnologia de înmulțire *in vitro* la *Aronia melanocarpa* soiul 'Melrom'



IV. NUTRIȚIE ȘI PROTECȚIE FITOSANITARĂ

Asigurarea necesarului nutrițional și al stării de sănătate a culturilor se numără printre cele mai importante operațiuni pentru obținerea rezultatelor dorite. Alegerea produselor, termenele, dozarea și aplicarea în sine sunt, de asemenea, verigi importante stabilite de specialiști pe baza cerințelor specie/soiului în interacțiune cu condițiile de mediu.

IV.1. Măsurile de fertilizare și protecție fitosanitară aplicate

Pentru o bună igienizare a spațiilor destinate aclimatizării și fortificării s-a procedat la aplicarea produsului Radius SL pe pardoseala din sere, paturile pentru aclimatizare și fortificare și pe turba utilizată pentru fortificarea plantelor la ghivece. Conform recomandărilor producătorului, acest produs conține microorganisme cu rol insecticid și antifungic asupra bolilor și dăunătorilor din sol.

Produsul este obținut prin procedee biodinamice clasice, iar în compoziția sa se regăsesc tulpini importante de microorganisme benefice solului și plantelor. Este o alternativă excelentă la dezinfectanții clasici (de exemplu, pe bază de formaldehidă - formol), deoarece nu are în compoziția sa substanțe active cu remanență sau substanțe chimice.

Produsul este formulat exclusiv pe baza unor microorganisme cunoscute ca fiind antagoniste, într-un mod extrem de agresiv, împotriva principalelor grupe de boli și dăunători din solarii sau din câmp. Microorganismele au conținutul biodinamic (tulpini de *Bacillus Subtilis*, *Bacillus Thuringiensis*, *Lysinibacillus*, *Bacillus Licheniformis*)

Un al doilea tratament, tot cu scop dezinfectant, s-a făcut cu sulfat de cupru (conc. 0,5%), aplicat pe suprafețele din sere și solarii.

Schema ecologică de fertilizare/tratamente fitosanitare în faza de înrădăcinare-aclimatizare, fortificare, folosite în ordine cronologică, s-a bazat pe produsele:

Radistim- biostimulator utilizat pentru a asigura o înrădăcinare mai bună și mai rapidă, atunci când emiterea rădăcinilor are loc simultan cu aclimatizarea.

Se pune pudră din produsul Radistim 2 într-un vas în care se va introduce baza butașilor care au fost umectați în prealabil. Butașii se plantează la adâncimea standard, se acoperă cu perlit și se tasează.

La tratarea cu Radistim 2 comparativ cu martorul netratat s-a constat o emiterie a rădăcinilor mai bună. Numărul mediu de rădăcini la butașii tratați este mai mare decât la cei netratați și se înregistrează de asemenea o creștere mai mare a rădăcinilor în urma tratamentului.

Auxym: îngrășământ natural superconcentrat cu oligoelemente. Este un fitoregulator bogat în auxine, citochinine și gibereline ce sporește metabolismul și mărește divizarea celulelor, ajută la dezvoltarea plantelor, crește rezistența plantei în condiții climatice nefavorabile și la boli. Este un compus obținut din extracte vegetale naturale, capabil să stimuleze dezvoltarea fiziologică a plantei într-un mod optim.

Myr Micro: îngrășământ lichid. A fost aplicat cu scopul de a preveni și trata microdeficiențele, pentru a îmbunătăți dezvoltarea plantelor. Conform recomandării producătorului, microelementele (B, Fe, Mn, Zn, C) combinate cu acidul gluconic și aminoacizi de origine vegetală au determinat o asimilare mai ușoară.

Red Bloc: fertilizant, extract fluid de alge marine, cu elemente adiționale (iodine, betaine, cytokinina). Este un bun protector și cicatrizant, stimulează vigoarea, crește producția de fitoalexine care dezvoltă planta, iar iodinele stimulează mecanismele enzimatice din plantă.

Sulfat de cupru: în timpul repausului vegetativ și ori de câte ori este cazul se recomandă tratamente cu conc. 0,5 %, care are ca efect creșterea rezistenței plantei.

Phosphit One: stimulent în lemnificarea lăstarilor tineri, fortifică planta datorită conținutului de fosfor, potasiu și aminoacizi vegetali.

Pe parcursul perioadei de vegetație din seră pot să apară boli de natură micotică sau bacteriană, dar și dăunători de seră: tripsul (*Heliothrips haemorrhoidalis*), musculița albă de seră (*Trialeurodes vaporariorum*), acarienii, în special acarianul roșu al pomilor (*Panonychus ulmi*). Pentru acestea au fost aplicate preventiv tratamente ecologice cu:

Boundary: combinație de pesticid și fertilizant organic –a acționat din punct de vedere fizic asupra insectelor.

Plantele aclimatizate au fost transferate pentru fortificare la ghivece sau tăvi alveolare în substrat de turbă pe platforme în sere sau/și platforme în aer liber.

V. MONITORIZAREA DE PRECIZIE

V.1. Agricultura de precizie

Monitorizarea de precizie și analiza datelor reprezintă instrumente cheie în domeniul culturii plantelor. Prin utilizarea senzorilor, aceste tehnologii permit colectarea de date esențiale pentru optimizarea proceselor din plantă.

În Statele Unite ale Americii, în anul 1980, apare pentru prima dată conceptul de *Agricultură de precizie*. Agricultura de precizie se bazează pe aplicarea tehnologiei pentru îmbunătățirea randamentului culturilor și a mediului înconjurător. Datorită dezvoltării erei informației se poate observa integrarea în agricultura de precizie a progreselor tehnologice, combinând sisteme de informație, senzori, machine learning și un management bine dezvoltate în cadrul sistemelor agricole (Pierce și Nowak, 1999; Zhang și col., 2002; Gebbers și Adamchuk, 2010).

Agricultura de precizie vizează maximizarea eficienței prin utilizarea instrumentelor inteligente, apropiindu-se cât mai mult de randamentul superior, pe care o anumită cultură și-l poate însuși. Aceasta implică adoptarea de metode sustenabile în spațiu și timp, având în vedere multiple aspecte, cum ar fi caracteristicile echipamentelor tehnice și utilajelor utilizate, materialul săditor, utilizarea tehnologiilor de cultivare adaptate condițiilor și necesităților specifice fiecărei specii, precum și dezvoltarea unei strategii personalizate în ceea ce privește îngrășămintele, erbicidele și pesticidele, ținând cont de particularitățile fiecărui tip de sol (Adamchuk și col., 2004; Gebbers și Adamchuk, 2010; Balafoutis și col., 2017; Mahlein, 2016; Liaghat și Balasundram, 2010).

Pe lângă acestea, agricultura de precizie integrează softuri și tehnologii avansate pentru creșterea și dezvoltarea culturilor, recoltarea și depozitarea acestora, irigații, astfel încât fiecare etapă să fie gestionată într-un mod cât mai eficient. Un management performant este, într-adevăr, esențial pentru a asigura buna funcționare a întregului sistem și pentru a obține rezultatele dorite (Stafford, 2000; Corwin și Lesch, 2003).

Suntem într-o perioadă de tranziție climatică, iar cu ajutorul senzorilor, putem monitoriza în timp real parametrii cheie ce influențează performanța culturilor agricole, atât cele care sunt cultivate în câmp deschis, cât și cele în sere sau solarii, dar și culturile pomicole. SC ENTEN SYSTEMS SRL vine în sprijinul cercetării pomicole cu soluții sustenabile în ceea ce privește schimbările climatice, prin valorificarea inovațiilor în IoT

(internet of things) și machine learning (învățarea automată) pentru aclimatizarea speciilor cu potențial productiv, dar care prezintă și un randament economic semnificativ.

În cadrul proiectului, SC ENTEN SYSTEMS SRL a colectat date relevante cu privire la microclimat și s-a analizat fiecare parametru monitorizat, dar și interacțiunea acestora privind procesul de înrădăcinare-aclimatizare, și fortificare-ecologizare pentru specia *Aronia melanocarpa*.

V.2. Sistemul de monitorizare Enten Systems

Sistemul de monitorizare a factorilor de mediu utilizat a fost reprezentat de stațiile meteo incluse în portofoliul Enten, Greenhouse Sentinel (foto 18) și Agriculture Sentinel (foto 19).



Foto 18. Greenhouse Sentinel
(foto original)



Foto 19. Agriculture Sentinel
(foto original)

Echipamentul meteo profesional Greenhouse Sentinel, varianta pentru utilizare în interior, este echipat cu o serie de senzori versatili, care includ:

- Senzor temperatură atmosferică;
- Senzor umiditate aer;
- Senzor presiune atmosferică;
- Senzor umiditate frunză;
- Senzori temperatură sol;
- Senzor umiditate sol;

- Senzor electroconductivitate sol;
- Senzor radiație solară;
- Cameră foto.

Pentru stația Agriculture Sentinel, varianta utilizată în exterior, au fost adăugați următorii senzori: pluviometru pentru măsurarea precipitațiilor, senzor pentru viteza vântului și senzor pentru direcția vântului.

Senzorii, împreună cu sistemul de alimentare (baterie, sursă de încărcare panou solar și modul de regularizare a tensiunii), platforma hardware și modulul de transmitere a datelor sunt integrați într-o singură carcasă, rezistentă la apă și raze ultraviolete. Pentru a îmbunătăți calitatea semnalului, modulul GSM cu posibilitate de redundanță este conectat la o antenă externă.

Conexiunea senzorilor cu cerințe speciale de instalare sau funcționare (cum ar fi senzorul de umiditate a frunzelor, senzorul de umiditate a solului, senzorul de temperatură și electroconductivitate a solului, senzorul de radiație solară și camera foto) se realizează ușor și sigur, utilizând conectori rezistenți la praf și apă.

În tabelul 1 sunt prezentate descrierea și specificațiile tehnice ale fiecărui senzor utilizat pe parcursul monitorizării factorilor de mediu la înrădăcinarea/aclimatizarea plantelor, inclusiv aclimatizarea plantelor înrădăcinate *in vitro* și fortificare.

Descrierea și specificații tehnice ale senzorilor echipați pe stațiile meteo Greenhouse Sentinel și Agriculture Sentinel

Tabelul 1

Senzor	Rezoluție	Interval de măsurare	Acuratețe tipică
Temperatură atmosferică	0,1°C	-40°C ... +125°C	± 0,1°C la 20°C ... 60°C
Umiditate aer	0,01%	0 ... 100%	La 25°C: ± 1,5% (0 ... 80%) și ± 2% (80 ... 100%)
Presiune atmosferică	0,1 hPa	300 ... 1.100 hPa	± 0,6 hPa
Pluviometru	0,2 mm/m ²	-	± 0,2 mm
Viteză vânt	1 km/h	0 ... 322 km/h	± 3 km/h
Direcție vânt	1°	0 ... 360°	± 7°
Radiație solară	1 W/m ²	0 ... 1.800 W/m ²	± 5%
Umiditate frunză	1 mV	250 ... 1.500 mV	Uscat, înghețat, umed, foarte

			umed
Temperatură sol	0,1°C	-40°C ... +60°C	± 0,5°C la -40 ... 0°C; ± 0,3°C la 0 ... 60°C
Umiditate sol (volumetrică)	0,01%	0 ... 100%	± 0,03 m ³ /m ³
Electroconductivitate sol	0,001 dS/m	0 to 20 dS/m	± (5% +0,01 dS/m) la 0 ... 10 dS/m; ± 8% la 10 ... 20 dS/m

În tabelul 2 sunt prezentate în detaliu capabilități tehnice ale echipamentului IoT. Aceste informații sunt esențiale pentru a înțelege performanța și potențialul echipamentului în colectarea datelor, utilizat pentru a monitoriza sănătatea plantelor și pentru a evalua impactul factorilor de mediu asupra culturilor.

Compatibilități tehnice

Tabelul 2

Capabilități	Detalii
Camera	5MP @ până la 12 poze / oră
Backlogging	Până la 40 de zile de date și poze stocate local
Autonomie	Până la 40 de zile fără soare
OTA FW updates	Update de firmware remote cu partiție de restaurare
Modul debugging local	Bluetooth / WiFi
Modul GSM	min 2G
Configurare la distanță	Echipamentul poate stoca logica locală și genera acțiuni
Securitate	Mutual SSL
Montură standard	Montare la specificații OMM; cabluri umbrite, dar expuse mediului

V.3. Colectare și analiza datelor

Pentru obținerea unor culturi de înaltă calitate și pentru optimizarea procesului de producție, monitorizarea de precizie reprezintă un aspect esențial. Prin utilizarea tehnologiei avansate și a instrumentelor de monitorizare adecvate, datele colectate au facilitat modul de luare a deciziilor în cadrul managementului procesului de înrădăcinare – aclimatizare, aclimatizare și fortificare ecologică.

Pe parcursul perioadei de monitorizare, partenerii proiectului, ICDP Pitești-Mărăcineni și SC LANDCOR AGRO SRL, au avut acces la seturi de date esențiale referitoare la factorii climatici care influențează adaptarea plantelor la un mediu nou.

Date disponibile în formă tabelară:

- valori brute (colectate la intervale de timp începând de la 5 minute).

Date disponibile în formă grafică:

- valori brute și posibilități de selecție variate (ex. per stație, senzor, parametru calculat; per perioadă de timp, dată și interval orar).

Instrumente de analiză a parametrilor:

- valori minime, medii și maxime, calculate automat pe intervalul orar necesar;
- instrumente derivate (ex. praguri de relevanță specifici culturii, suma gradelor utile).

V.3.1. Senzor temperatură atmosferică

Datele colectate de către senzorul pentru temperatura atmosferică reprezintă un rol esențial în ceea ce privește monitorizarea stresului termic, optimizarea irigațiilor și predicția daunelor cauzate de îngheț (fig.1). Au fost furnizate informații despre variațiile termice de-a lungul zilei și nopții, aceste date precise și transmise în timp real, au permis adoptarea de măsuri preventive pentru o creștere optimă a culturilor, dar și pentru asigurarea sustenabilității acestora.

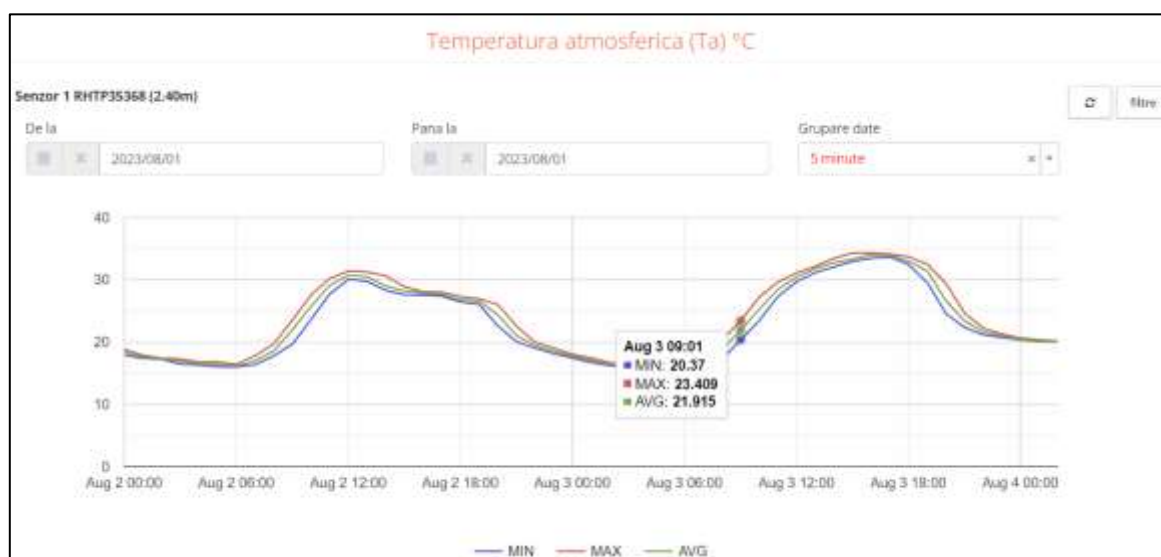


Fig. 1. Reprezentare grafică Ta °C

V.3.2. Senzor umiditate aer

Senzorul de umiditate pentru aer reprezintă un instrument inovator și indispensabil pentru culturile pomicole. Datele colectate (fig.2) au permis identificarea momentelor când umiditatea aerului a înregistrat valori prea scăzute sau prea ridicate, și, astfel, s-au putut implementa măsuri precise de ajustare a nivelului de umiditate, asigurând astfel menținerea unui mediu optim pentru creșterea și dezvoltarea culturilor.

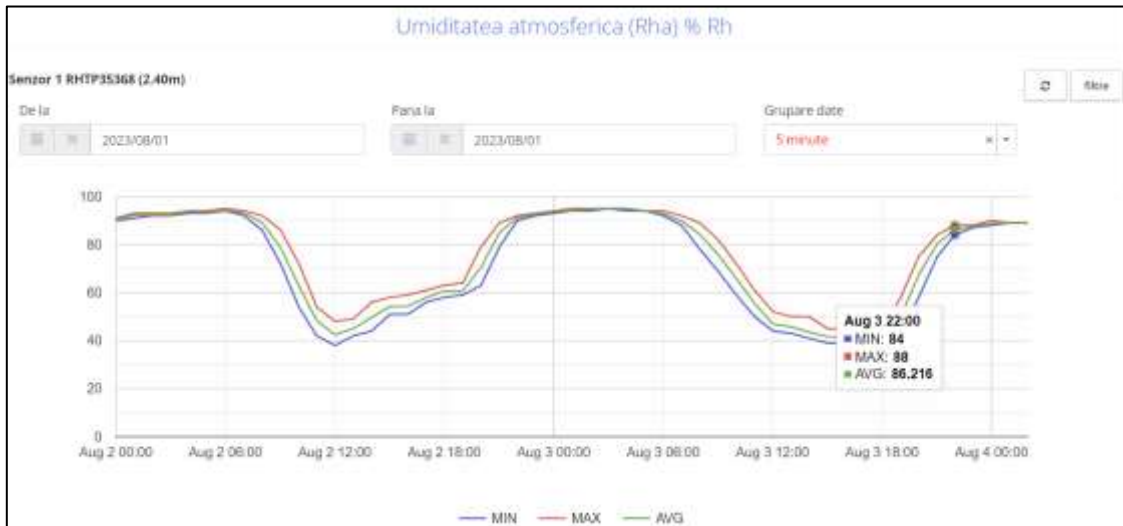


Fig. 2. Reprezentare grafică Rha%

V.3.3. Senzor umiditate frunză

Umiditatea frunzei este esențială pentru procesele de transpirație și fotosinteză. Prin intermediul senzorului s-a monitorizat în mod constant nivelul de umiditate al plantelor, iar datele colectate au furnizat în timp real informații referitoare la deficitul sau excesul de apă. De asemenea, datele colectate (fig.3) au avut un real impact în privința reducerii riscului de boli și dăunători. Frunzele care prezintă umezeală semnificativă pot crea un mediu favorabil pentru dezvoltarea unor boli fungice sau infestări cu dăunători. Monitorizarea nivelului de umiditate a jucat un rol crucial în prevenirea și gestionarea acestor probleme fitosanitare.

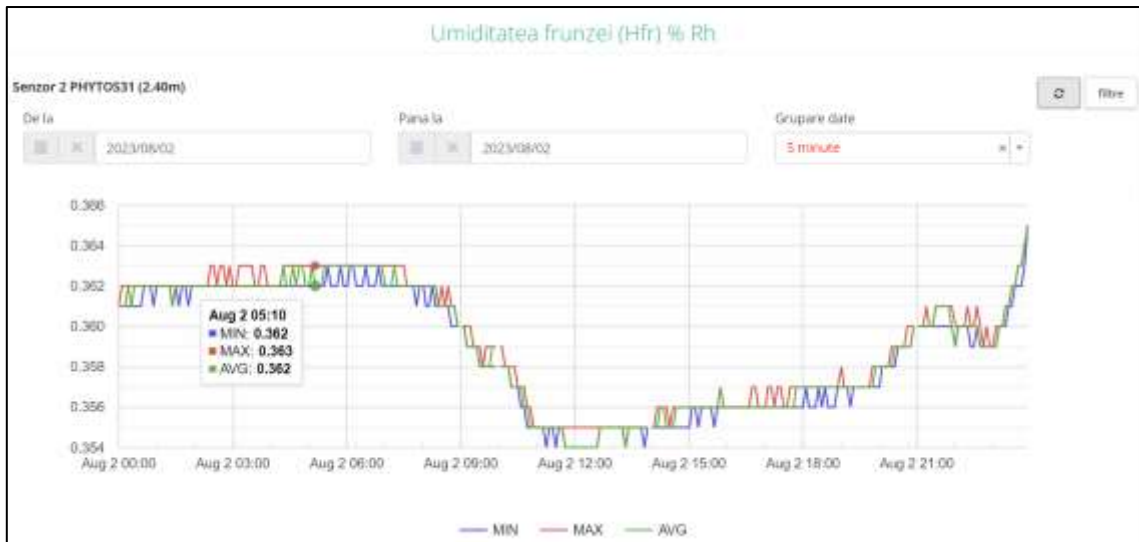


Fig. 3. Reprezentare grafică Hfr %

V.3.4. Senzor temperatură sol

Senzorii de temperatură pentru sol sunt un instrument cheie în colectarea datelor precise de temperatură la nivelul solului, necesari pentru luarea deciziilor informate în agricultura de precizie. Monitorizarea temperaturii solului în culturile de aronia a reprezentat un factor determinant în procesul fiziologic al dezvoltării, având o influență semnificativă asupra dezvoltării sistemului radicular. Seturile de date colectate (fig.4) au condus la identificarea momentelor în care temperatura solului a înregistrat variații semnificative. Datele au facilitat adaptarea și optimizarea practicilor agricole, asigurând o creștere sănătoasă în procesul de aclimatizare. Astfel, partenerii noștri au putut lua decizii informate cu privire la temperatura solului.

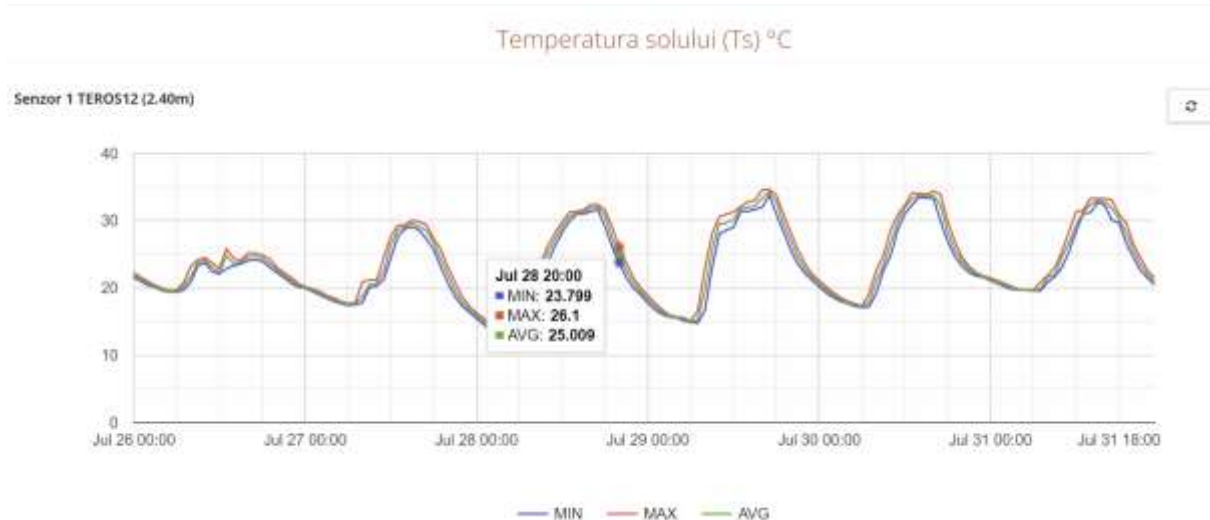


Fig.4. Reprezentare grafică Ts°C

V.3.5. Senzor umiditate sol

Senzorul de umiditate a solului a facilitat monitorizarea continuă a acestui parametru, datele colectate fiind necesare la prevenirea umidității în exces sau în cazul scăderii acesteia (fig.5). Utilizarea senzorului pentru monitorizarea umidității solului este necesară, fiind un instrument indispensabil în agricultura de precizie, astfel acesta a permis ca plantele să crească și să se dezvolte într-un mediu propice, fără ca acestea să sufere din cauza lipsei sau excesului de apă.

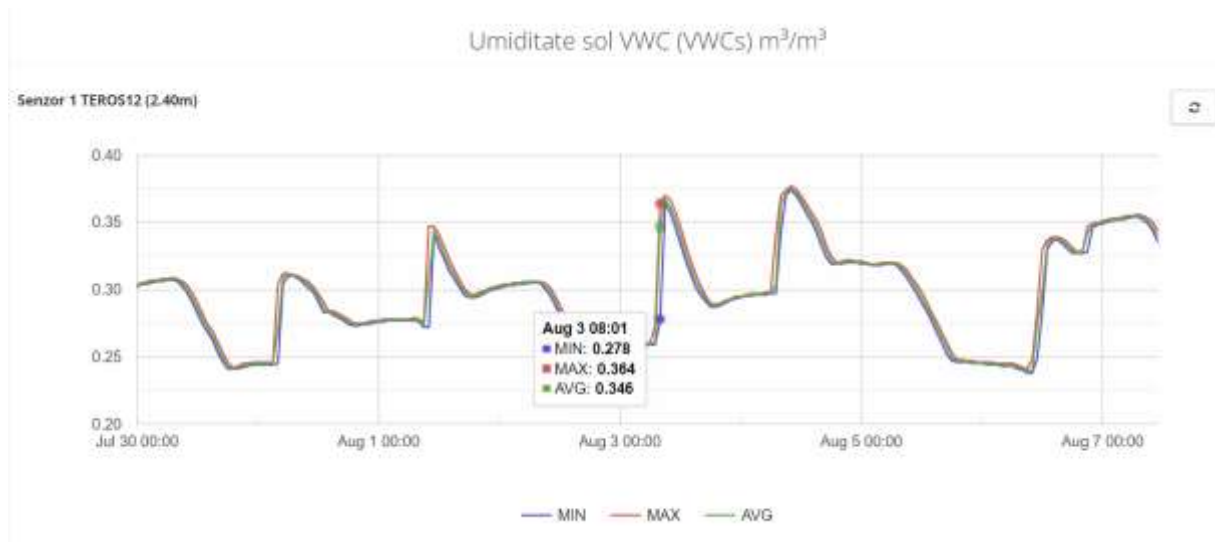


Fig.5. Reprezentarea grafică VWCs m³/m³

V. 3.6. Senzor electroconductivitate sol

Datele colectate prin intermediul senzorilor plasați în diferite puncte din sol au permis monitorizarea constantă a electroconductivității substratului, în funcție de fenofazele de creștere (fig.6).

Rezultatul acestei monitorizări atente a electroconductivității substratului, a condus la identificarea momentelor cheie administrării îngrășămintelor, evitând aplicarea excesivă, care ar fi putut să conducă la poluarea mediului și la risipa de resurse. Astfel, s-a obținut o creștere sănătoasă a plantelor de *Aronia*, optimizând randamentul culturii și promovând practici agricole durabile și responsabile.

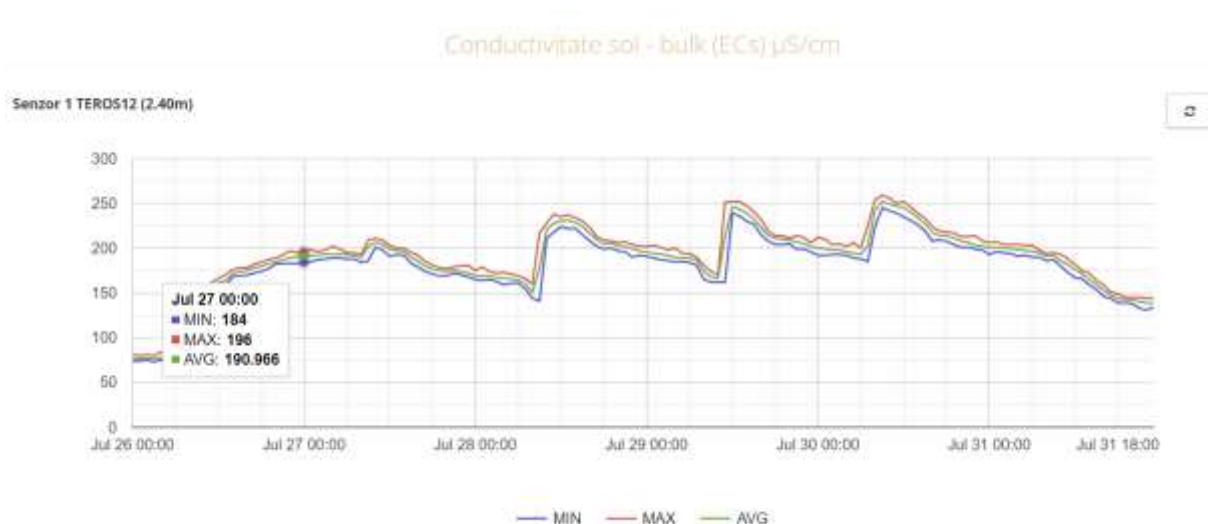


Fig.6. Reprezentare grafică ECs

V.3.7. Senzor radiație solară

Utilizarea senzorului de radiație solară în analiza datelor pentru aclimatizarea culturii de *Aronia* a reprezentat o abordare inovatoare și practică pentru optimizarea creșterii acestei plante valoroase. Datele colectate (fig.7), utilizarea tehnicilor statistice și algoritmice au contribuit la identificarea corelațiilor între nivelurile de radiație solară și rata de creștere a plantei. De asemenea, s-au putut efectua comparații între datele colectate în diferite perioade ale anului sau în medii de creștere diferite, astfel prin analiza seturilor de date colectate, au fost identificate intervalele optime pentru expunerea plantelor la iluminatul oferit de instalațiile cu temporizare.

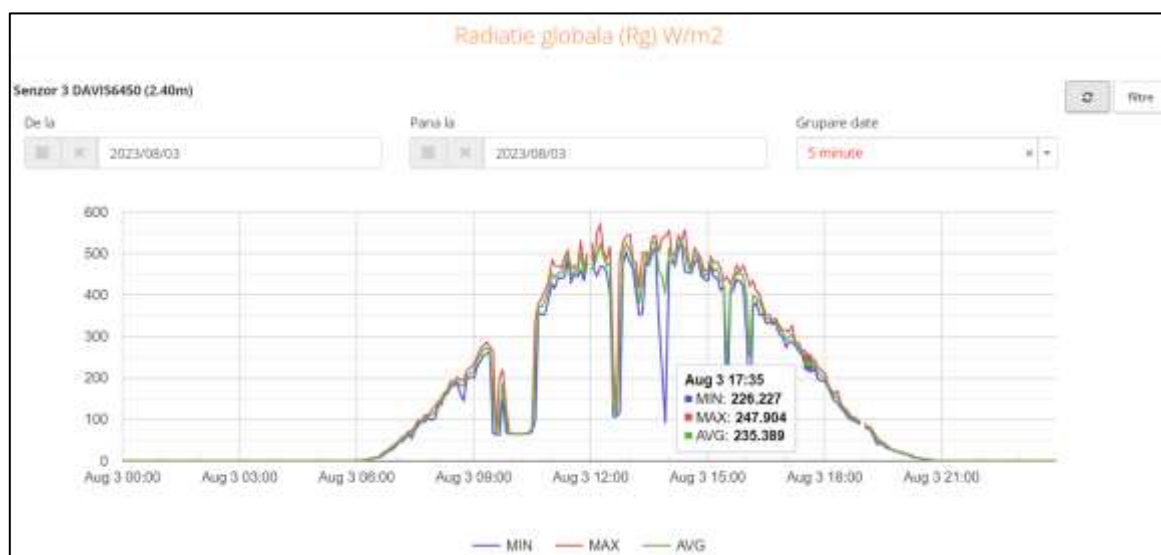


Fig. 7. Reprezentarea grafică Rg W/m²

V.3.8. Senzor pluviometru

Senzorul pluviometru este un instrument ce ne oferă date despre precipitațiile căzute în arealul monitorizat, iar pe baza datelor colectate despre precipitațiile căzute într-o anumită perioadă de timp, cercetătorii au avut posibilitatea să ajusteze programarea sistemului de irigare, pentru a evita suprairigarea sau subirigarea culturilor aflate în studiu. Aceste seturi de date analizate au oferit informații valoroase, permițând luarea unor decizii mai informate și mai eficiente pentru a asigura o creștere sănătoasă a plantelor de Scoruș negru.

V. 3.9. Cameră Foto

Camerele foto au avut un impact semnificativ în aclimatizarea culturii de *Aronia*, oferind date și informații esențiale pentru luarea de decizii și optimizarea proceselor agricole. Prin intermediul acestor tehnologii avansate s-a realizat monitorizarea stării de sănătate a plantelor în timp real, evaluarea adaptabilității la mediu, optimizarea resurselor, monitorizarea creșterii și dezvoltării plantelor (foto 20). Partenerii proiectului au monitorizat vizual și în timp real procesului de înrădăcinare – aclimatizare, aclimatizare și fortificare ecologică.

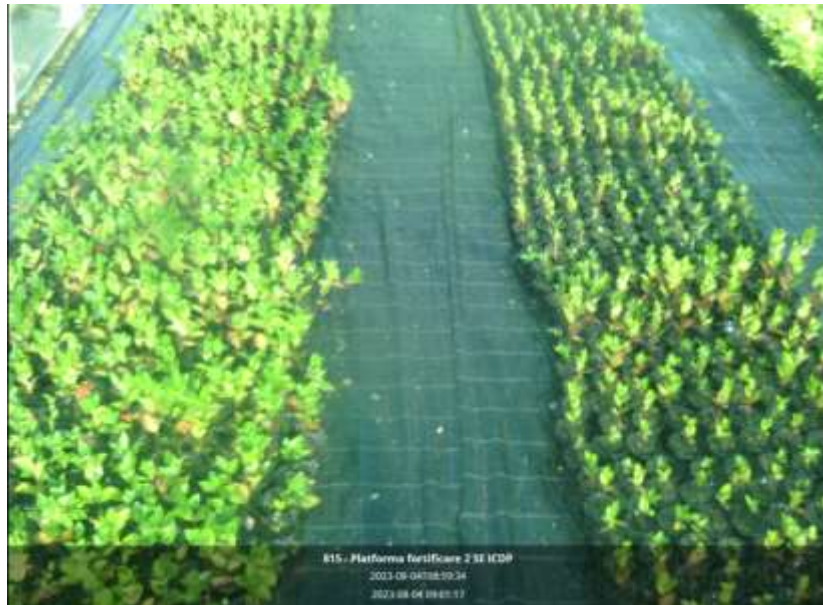


Foto 20. Imagini captate cameră foto (foto original)

V.4. Importanța monitorizării de precizie pe parcursul pentru procesului de înrădăcinare – aclimatizare, aclimatizare și fortificare ecologică

Utilizarea senzorilor de temperatură atmosferică, umiditate aer, presiune atmosferică, umiditate frunză, temperatură sol, umiditate sol, electroconductivitate sol, radiație solară, pluviometru, împreună cu camera foto, a adus contribuții valoroase pentru procesul de înrădăcinare – aclimatizare, aclimatizare și fortificare ecologică prin informațiile pe care le-au furnizat cercetătorilor, cu privire la starea și sănătatea culturii.

Aclimatizarea cu succes a plantelor *in vitro* reprezintă un aspect esențial. În cadrul acestui studiu, s-a analizat cu atenție importanța senzorilor și a camerei foto pentru a asigura condiții optime de dezvoltarea a plantelor și monitorizarea precisă a parametrilor de mediu esențiali.

Rezultatele obținute sunt extrem de valoroase pentru cultivatorii de *Aronia*, oferindu-le o înțelegere mai profundă a impactului condițiilor climatice asupra dezvoltării plantelor.

Monitorizarea parametrilor relevanți prin intermediul senzorilor a permis analiza acestor date prin software specializat și algoritmi de inteligență artificială.

Prin integrarea senzorilor cu tehnologia Internet of Things (IoT), s-a facilitat accesul la date în timp real și de la distanță, ceea ce a permis luarea deciziilor rapide și eficiente pentru procesului de înrădăcinare – aclimatizare, aclimatizare și fortificare ecologică.

VI. BIBLIOGRAFIE

1. Adamchuk, V. I., Hummel, J. W., Morgan, M. T., & Upadhyaya, S. K. (2004). On-the-go soil sensors for precision agriculture. *Computers and electronics in agriculture*, 44(1), 71-91.
2. Balafoutis, A., Beck, B., Fountas, S., Vangeyte, J., Van der Wal, T., Soto, Manuel Gómez-Barbero, Andrew Barnes, and Vera Eory. 2017. Precision agriculture technologies positively contributing to GHG emissions mitigation, farm productivity and economics. *Sustainability*, 9(8), 1339.
3. Brand, M.H., Cullina W.G. 1990. Micropropagation of *Aronia arbutifolia* and *A. melanocarpa*. *HortScience*, 25(9), 1096.
4. Corwin, D. L., Lesch, S. M. 2003. Application of soil electrical conductivity to precision agriculture: theory, principles, and guidelines. *Agronomy journal*, 95(3), 455-471.
5. Gebbers, R., Adamchuk, V. I. 2010. Precision agriculture and food security. *Science*, 327(5967), 828-831.
6. Isac V., Plopa C., 2022, *In Vitro* Propagation Technology for the Black Chokeberry *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot, *Fruit Growing Research*, Vol. XXXVIII. *Fruit Growing Research*, Vol. XXXVIII, 2022 DOI 10.33045/fgr.v38.2022.29
7. Jurendić T., Ščetar ., 2021. *Aronia melanocarpa* Products and By-Products for Health and Nutrition: A Review. *Antioxidants*, 10: 1052.
8. Jurikova T., Mlcek J., Skrovankova S., Sumczynski D., Sochor J., Hlavacova I., Snopek L., Orsavová J., 2017. Fruits of Black Chokeberry *Aronia melanocarpa* in the Prevention of Chronic Diseases. *Molecules*, 22: 944.
9. Liaghat, S., Balasundram, S. K. 2010. A review: The role of remote sensing in precision agriculture. *American journal of agricultural and biological sciences*, 5(1), 50-55
10. Linsmaier, E. M. and F. Skoog, 1965, Organic growth requirements of tobacco tissue cultures. *Physiol Plant*. 18:100-127.
11. Mahlein, A. K. 2016. Plant disease detection by imaging sensors—parallels and specific demands for precision agriculture and plant phenotyping. *Plant disease*, 100(2), 241-251.
12. McKay, S.A. 2008. Demand increasing for aronia and elderberry in North America. Available at <http://www.fruit.cornell.edu/Berries/specialtyfru%20pdf>

/aroniaeldeberrypdf. (Reprinted from: New York Berry News, Vol. 3, No. 11, March 17, 2004).

13. Murashige T., Skoog F., 1962, A revised for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures; *Physiol Plant.*, 15: 473 – 497.

14. Pierce, F. J., & Nowak, P. 1999. Aspects of precision agriculture. *Advances in agronomy*, 67, 1-85.

15. Ruzic D., 1993. *In vitro* rooting and subsequent growth of black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) plants *ex vitro*. *J. Fruit Ornamental Plant Res. I*, 1: 1-8.

16. Stafford, J. V. 2000. Implementing precision agriculture in the 21st century. *Journal of agricultural engineering research*, 76(3), 267-275.

17. Staniene G., Stanys V., Bobinas C., Duchowski P., Merkys A., 1999. *In vitro* propagation of nontraditional horticultural plants (*Actinidia*, *Chaenomeles*, *Aronia*). *Zeszyty Problemowe Postepow Nauk Rolniczych*, 468: 441-443.

18. Szopa A., Kokotkiewicz A., Kubica P., Banaszczak P., Wojtanowska-Krośniak A., Krosniak, M., Marzec-Wróblewska U., Badura A., Zagrodzki P., Bucinski A., Luczkiewicz M., Ekiert H., 2017, Comparative analysis of different groups of phenolic compounds in fruit and leaf extracts of *Aronia* sp.: *A. melanocarpa*, *A. arbutifolia*, and *A. x prunifolia* and their antioxidant activities. *European Food Research and Technology*, (243): 1645–1657.

19. Velchev V., Mladenova, O., 1992. Root formation and adaptation of micropropagated *Aronia* shoots. *Rasteniievdni Nauki*, 29 (5-6):79-83.

20. Zhang, N., Wang, M., & Wang, N. (2002). Precision agriculture—a worldwide overview. *Computers and electronics in agriculture*, 36(2-3), 113-132.

ISBN: 978-606-764-070-0

**Proiect finanțat cu fonduri europene nerambursabile
prin Programul Național de Dezvoltare Rurală (PNDR)**

Autoritatea Contractantă
**AGENȚIA PENTRU
FINANȚAREA
INVESTIȚIILOR RURALE**
din cadrul
Ministerului Agriculturii și Dezvoltării Rurale

