

ADER 25.3.1 - Tehnologie de valorificare a dejecțiilor din avicultură prin obținerea de biofertilizanți bogați în fosfor

PARTENERI



Conducător proiect: INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE - DEZVOLTARE PENTRU MAȘINI ȘI INSTALAȚII DESTINATE AGRICULTURII ȘI INDUSTRIEI ALIMENTARE - INMA București



Partener 1: INSTITUTUL NATIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU OPTOELECTRONICA INOE2000- Filiala INSTITUTUL DE CERCETĂRI PENTRU HIDRAULICA SI PNEUMATICĂ IHP BUCUREȘTI - INOE 2000-IHP



Partener 2 INSTITUTULUI DE CERCETARE DEZVOLTARE PENTRU PROTECȚIA PLANTELOR BUCUREȘTI



Partener 3 INSTITUTUL NAȚIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU PEDOLOGIE, AGROCHIMIE ȘI PROTECȚIA MEDIULUI - ICPA BUCUREȘTI



Partener 4 INSTITUTUL NATIONAL DE CERCETARE - DEZVOLTARE PT CARTOF ȘI SFECLA DE ZAHAR Brașov

Valoare proiect: 2.400.000 lei

Cofinanțare 0 lei

Anul începerii proiectului: 2023;

Anul finalizării proiectului : 2026;

Durata (nr. luni): 40

Director proiect: Dr. ing. Vasilica STEFAN

Fazele de realizare ale proiectului:

Faza 1. Stadiul actual al tehnologiilor de valorificare a dejecțiilor din avicultură prin obținerea de biofertilizanți - Termen realizare 30.10.2023

Faza 2. Proiectare model experimental (ME) de obținere biofertilizanți bogați în fosfor și realizare parțială ME - Termen realizare 30.10.2024

Faza 3. Realizare finală model experimental (ME) de obținere fertilizanți bogați în fosfor. Metodologie de experimentare. Experimentare ME. Înființare loturi experimentale (seră/câmp) - Termen realizare 30.10.2025

Faza 4. Experimentare tehnologie de obținere biofertilizanți bogați în fosfor. Demonstrare utilitate tehnologie de valorificare a dejecțiilor avicole (biofertilizanți) în cultură. Diseminare pe scară largă a rezultatelor - Termen realizare 30.10.2026

Faza 3/2025: Realizare finală model experimental (ME) de obținere fertilizanți bogați în fosfor. Metodologie de experimentare. Experimentare ME. Înființare loturi experimentale (seră/câmp)

Activitate 3.1. Realizare model experimental (ME) final de obținere fertilizanți bogați în fosfor

Rezultatul activității: Model Experimental echipament tehnic

Activitate 3.2. Metodologie de experimentare model experimental (ME)

Rezultatul activității: Metodologie de experimentare ME

Activitate 3.3. Înființare loturi experimentale (seră / câmp)

Rezultatul activității Loturi experimentale cu soiuri leguminoase

Activitate 3.4. Testare model experimental (ME) și tehnologie (parțial)

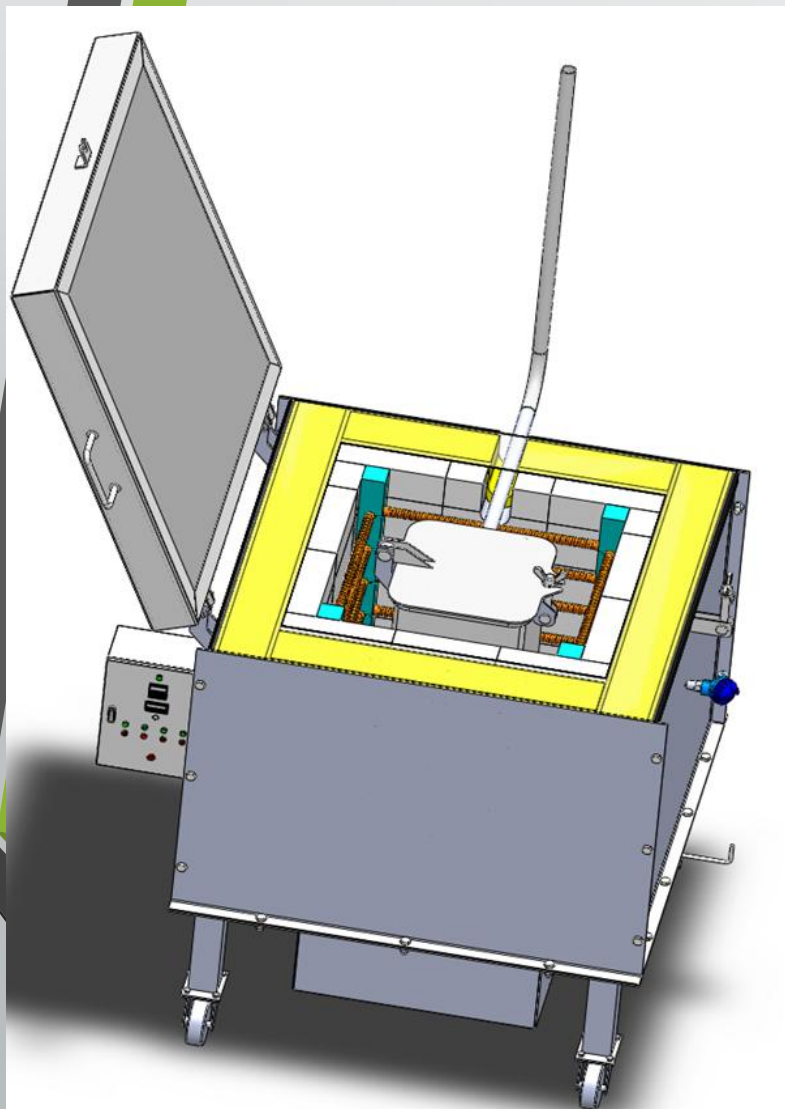
Rezultatul activității: Raport de testare aplicare tehnologie (parțial).

Activitate 3.1. Realizare model experimental (ME) final de obținere fertilizanți bogați în fosfor

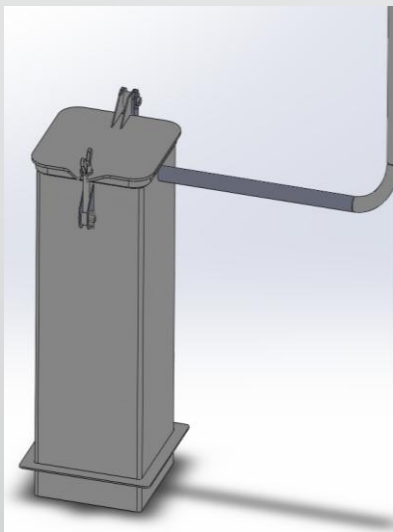
1. Realizare model experimental de echipament pentru obținerea de fertilizanți bogați în fosfor - ME echipament tehnic final. Raportul privind realizarea ME conține informații privind:

- Principiul de funcționare
- Componente constructive (mecanice, electrice, electronice, de automatizare etc.)
- Parametri tehnici proiectați (capacitate, temperatură de lucru, consum energetic, randament etc.)
- Schițe, modele 3D/2D, fotografii ale ansamblului și subansamblelor realizate
- Confirmarea conformității modelului experimental cu specificațiile inițiale
- Performanțe măsurate față de parametrii proiectați
- Gradul de îndeplinire a obiectivelor tehnice
- Fotografii din timpul execuției

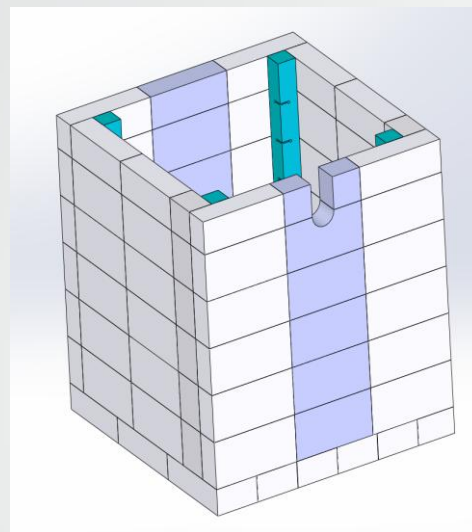
Echipamentul de piroliză, simbolizat EP a fost realizat în totalitate în cadrul etapei 3 a proiectului și are ca scop principal realizarea procesului de piroliză a dejecțiilor avicole, dar și a altor tipuri de materiale (resturi vegetale, în vederea obținerii de biofertilizanți cu un conținut ridicat de fosfor



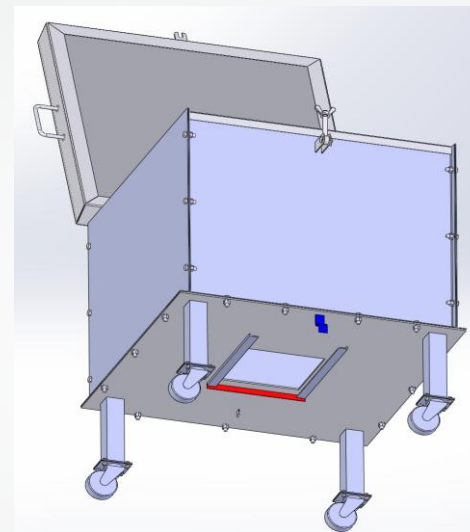
Componentele echipamentului de piroliza - realizări 3D



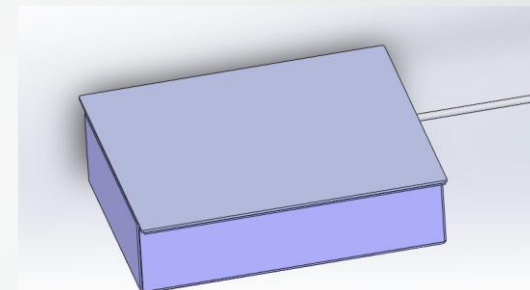
Reactor EP 1.0



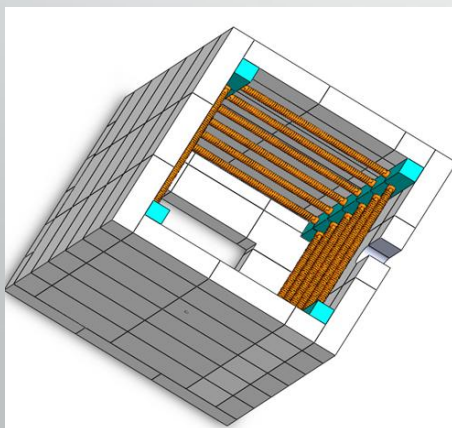
Camera ardere EP 2.0



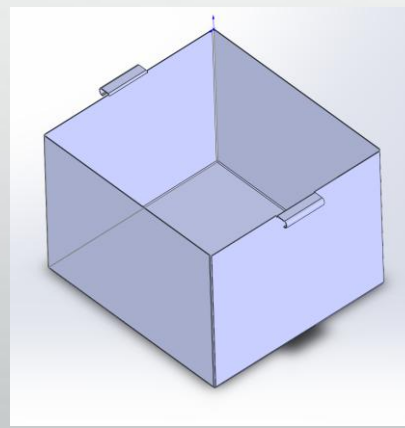
Carcasa exterioara EP 3.0



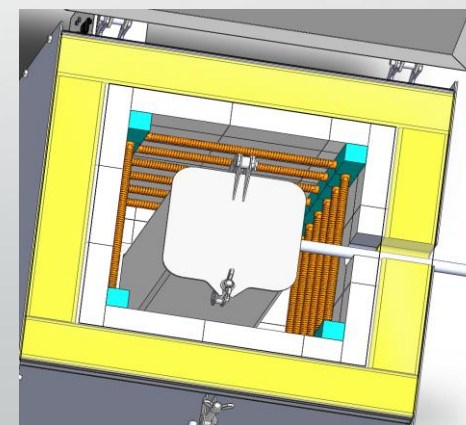
Șuber asamblat EP 4.0



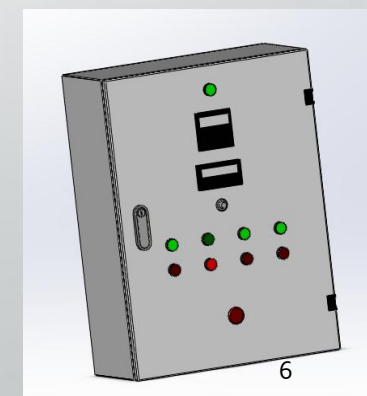
Sistem încălzire EP 5.0



Cutie colectare EP 6.0



Izolație EP 7, EP 8, EP 9



Panou de comanda 10.0

Componentele echipamentului de piroliza - realizări fizice

Reactorul a fost realizat din oțel refractar AISI 310 (X15CrNiSi20, 1.4841), având o grosime de 5 mm, fiind rezistent la temperaturi de până la 1150°C. Dimensiunile interioare ale reactorului sunt $L \times l \times h = 263 \times 263 \times 665$ mm, rezultând un volum util de 0,046 m³. Au fost atașate doua mânere pentru a putea fi introdus sau scos în și din camera de ardere. Sistemul de închidere este de tip șurub – piuliță fluture. Pe Reactor este sudată și țeava de evacuare a gazelor rezultate în procesul de piroliză. Aceasta este realizată din mai multe tronsoane astfel încât să se plieze în mai multe variante de amplasare finală a echipamentului.

Camera de ardere a fost construită din 6 rânduri cărămizi termoizolatoare refractare JM 26 plus încă un rând care constituie baza. Aceasta are un volum de 0,19 m³.

Carcasa exterioră a fost realizată din subansambluri demontabile. Aceasta a fost echipată cu picioare dotate cu roți cu sistem de frânare, pentru a asigura mobilitatea echipamentului, dimensionate corespunzător pentru a susține întreaga greutate a echipamentului (aproximativ 368 kg, fără materialul supus pirolizei).

Sistem de încălzire. A fost realizat sistemul de încălzire care constă în 6 rezistențe electrice organizate pe 6 rânduri, având o putere totală de 19 kW. Rezistențele electrice sunt de tip Kanthal A1 cu un diametru de 2 mm, spirala are 22 mm, rezistența ohmică este de 12.5 ohmi, iar puterea electrică este de 3300W/400V. Rezistențele electrice sunt înfășurate pe tuburi ceramice cu diametru exterior de 20 mm și lungime de 450 mm, cu temperatura de clasificare 1400°C, fiind amplasate pe stâlpii plasați în cele 4 colțuri ale Camerei de ardere.

Tabloul electric a fost echipat cu termoregulator ART 2006 având o putere electrică 19 kW /400 V, dulap plastic ABS 300 X 400 X 165, siguranță automată 32 A , 3 P, siguranță automată 1P+N 10 A, comutator cu came 0-1 32 A, contactor 32 A /230V, lampa semnalizare led verde și comutator limitator. Tabloul electric este prins pe echipament cu ajutorul unui suport special proiectat și realizat.

Izolația camerei de ardere este realizată din 3 straturi diferite de materiale termorezistente pentru asigurarea diminuării pierderilor de căldură. Grosimea straturilor este de 118 mm. Cele trei straturi din care este realizată izolația sunt formate din:

- fibra ceramica (grosime 25 mm)
- placă termoizolatoare superwool Blok 800 (grosime 50 mm)
- placa vata minerala bazaltica, (grosime 50 mm)



Realizare reactor



Realizare camera de ardere



Realizare carcasa exteriora



Realizare panou de comanda



Realizare alimentare rezistente



Rezliizare sistem incalzire



Montaj izolatie termica



Realizare pictograme securitate

Funcționarea echipamentului

Regulatorul de temperatura permite setarea între 1 și 9 etape de încălzire. Pentru fiecare etapă se setează:

- **Temperatura țintă (°C)** - în funcție de caracteristicile materialului, de obicei începând de la 100-150°C pentru uscarea inițială, urmată de etape succesive de 250°C, 350°C, până la 450-800°C, în funcție de tipul biocharul-ui dorit.
- **Rata de creștere a temperaturii (°C/min)** - piroliza lentă necesită o rampă de 5-10°C/min, pentru a evita formarea de gudroane și pentru a permite eliberarea treptată a compușilor volatili.
- **Durata de rampă** - timpul alocat pentru atingerea fiecărei temperaturi intermediare
- După fiecare rampă de încălzire, se poate programa o etapă de menținere, unde:
 - **Temperatura este constantă** (ex. 450°C).
 - **Durata de menținere** este setată între 30 și 90 de minute, în funcție de masa de material și de calitatea dorită a biocharul-ui.
- Aceste etape sunt esențiale pentru descompunerea completă a substanțelor organice volatile și formarea structurii carbonice stabile.

Activitate 3.2. Metodologie de experimentare model experimental (ME)

Metodologia cuprinde pașii pentru:

- Verificarea funcționării echipamentului la regimuri de încălzire de la 100°C până la 1100°C (rampă inițială).
- Evaluarea stabilității și controlabilității la programe de lucru la 400°C, 600°C și 800°C (fiecare cu 3 faze: încălzire 1 h, menținere 1 h, răcire 1 h).
- Măsurarea și înregistrarea temperaturilor în cele 3 zone, consumului electric, debitului și compoziției gazelor, presiunii și randamentelor (biochar, condensat, gaze).
- Identificarea problemelor operaționale și definirea criteriilor de acceptare
- Determinarea proprietăților fizice și chimice ale gunoiului de pasăre supus pirolizei
- Analiza chimică a fertilizantului obținut prin piroliză
- Înființare loturi experimentale
- Testarea eficacității biofertilizantului experimental

Pregătirea pentru încercări a echipamentului

Obiectiv: Asigurarea conformității tehnice și funcționale a modelului experimental înaintea testelor.

Etape principale:

- **Expertiză tehnică inițială:** verificarea asamblării componentelor.
- **Aprecierea execuției:** control vizual – îmbinări, suduri, filete, vopsire, marcaje.
- **Pregătirea utilajului:** racorduri tehnologice, reglaje conform documentației tehnice.
- **Verificări preliminare:**
 - integritate cabluri, funcționare instalație electrică, siguranțe;
 - protecții la suprasarcină/pornire;
 - sisteme de blocare, curățenie, accesibilitate reglaje.
- **Verificarea funcțională și rodajul în gol**
- **Scop:** Testarea funcționalității generale și a stabilității termice.

Procedură:

- Rodaj în gol – **30 min** la **200°C**, creștere lentă a temperaturii.
- **Verificări:**
 - funcționarea senzorilor, controlul temperaturii;
 - rularea programelor de încălzire/răcire;
 - etanșeitate, zgomote, vibrații, pierderi de gaze/lichide;
 - ajustare progresivă până la **900°C**.
- **Obiectiv:** confirmarea integrității structurale și a stabilității la temperaturi înalte.

Metodologie testare echipament de piroliză (400–800°C)

Etape tehnologice:

Încărcare: 4 kg gunoi avicol mărunțit, atmosferă limitată în O₂.

Uscare și încălzire (0–60 min): până la 400°C.

Piroliză izotermă (60–120 min): degajare gaze și compuși volatili.

Răcire lentă (120–180 min): evitarea oxidării biocharului.

Rezultate:

- Produs solid: **biochar** cu conținut ridicat de C și P;
- Frații volatile: bio-ulei și gaze;
- Pierdere în masă: **50–70 %** (apă + volatili);
- Se determină masa biocharului, pierderea materială (%) și fracția lichidă (ml).

Metodologia testării biocharului pe plante

Obiectiv: evaluarea efectului biocharului asupra germinării și creșterii plantelor.

Specii testate: tomate (*Solanum Lycopersicum*), ardei (*Capsicum Annuum*) și cartofi (*Solanum Tuberosum*)

Design experimental:

- Metodă: randomizare completă, 3 repetiții.
- Substrat: sol brun-cenușiu argilos + biochar în proporții variabile.

Variante experimentale:

Variante de tratament la cartof și compoziția substratului (cultivare în ghivece)

Varianta	Denumire/Descriere Tratament	Compoziția Substratului (% Volum)
V1	Control (Martor)	Sol fertil 100% (Fără fertilizant)
V2	Tratament cu fertilizant 15%	Fertilizant 15% + Sol fertil 85%
V3	Tratament cu fertilizant 20%	Fertilizant 20% + Sol fertil 80%
V4	Tratament cu fertilizant 25%	Fertilizant 25% + Sol fertil 75%

Variante și repetiții ale tratamentelor cu biofertilizantul experimental bogat în fosfor, la răsaduri de legume plantate în alveole

Varianta	Compoziția mediului	Cenușă (Temp.)	Repetiții
V1 (Control)	Pământ 100%	N/A	4
V2	Pământ + 5% cenușă	400°C	4
V3	Pământ + 15% cenușă	400°C	4
V4	Pământ + 25% cenușă	400°C	4
V5	Pământ + 5% cenușă	600°C	4
V6	Pământ + 15% cenușă	600°C	4
V7	Pământ + 25% cenușă	600°C	4
V8	Pământ + 5% cenușă	800°C	4
V9	Pământ + 15% cenușă	800°C	4
V10	Pământ + 25% cenușă	800°C	4

Metodologia analizelor chimice

Pregătirea probelor de sol

- Probele sunt primite în laborator însoțite de **borderou de înregistrare** (număr, localizare, adâncime, operator).
 - **Uscare** – la aer, max. **40°C**, în camere ventilate, fără praf sau vapori chimici.
 - **Mărunțire (mojarare)** – în mojar de **agat/porțelan**, urmată de **cernere prin sită de 2 mm**.
 - **Omogenizare** și prelevare **subprobelor (15–20 g)** pentru analize.
 - Evitarea contaminării: fără ustensile din oțel galvanizat, alamă, bronz.
 - Depozitare în **fiole etichetate** sau **pungi de polietilenă** pe rafturi numerotate.

Metoda determinării chimice

Parametru	Metodă / Principiu	Observații
Azot total (N)	Metoda Kjeldahl – mineralizare umedă + titrare	Azot organic → sulfat de amoniu
Carbon organic (C)	Oxidare umedă Walkley–Black–Gogoasă	Determinare titrimetrică
Fosfor (P)	Egner–Riehm–Domingo – colorimetric, „albastru de molibden”	Spectrofotometrie UV-VIS
Potasiu (K)	Egner–Riehm–Domingo – extracție acetat lactat, fotometrie	Flamfotometru
Substanță uscată / apă	Metodă gravimetrică – uscare la $105 \pm 5^\circ\text{C}$	p [%]
pH	Potențiometric în suspensie 1:2,5 (sol:apă)	Electrod de sticlă
Materie organică	Pierdere la calcinare	550°C
Metale grele (Cd, Cu, Ni, Zn etc.)	SR ISO 11047:1999 , digestie în apă regală + AAS	Total / extractabil
Azot nitric (NO_3^-)	Metoda colorimetrică – 543 nm	reducere pe cadmiu
Azot amoniacal (NH_4^+)	Reacția Berthelot – 660 nm	culoare albastru-verde

Activitate 3.3. Înființare loturi experimentale (seră/câmp)

Înființare loturi experimentale de cartofi

În cadrul activităților de cercetare desfășurate la INCDCSZ Brașov, în anul 2025 s-au efectuat lucrări experimentale privind plantarea în seră a tuberculilor de cartof din soiul Darilena, un soi de creație proprie a institutului, rezultat al programului de ameliorare orientat spre obținerea unor genotipuri performante, adaptate condițiilor pedoclimatice specifice țării noastre.

Fosforul este important pentru dezvoltarea incipientă a rădăcinii și foliajului, ajută la alimentarea plantei cu energie, asimilarea și transportul ionilor. Rădăcinile absorb ionii fosfat numai atunci când sunt dizolvați în apa solului. Deficiențele de fosfor pot apărea chiar și în solurile cu P abundent disponibil, dacă seceta, temperaturile scăzute sau boala interferează cu difuzarea P la rădăcină, prin soluția de sol. Aceste deficiențe vor duce la dezvoltarea redusă a rădăcinii și la funcționare inadecvată.

Fosforul are rol principal în calitatea tuberculilor și influențează durata lor de depozitare, astfel un rol remarcabil în producția tuberculilor de sămânță, accelerează maturizarea, crește valoarea biologică a tuberculilor de sămânță și o influență importantă în sinteza amidonului.



Înființare loturi experimentale de cartof

Manifestarea carențelor de fosfor pe frunzele de cartof

Înființare loturi experimentale de tomate și ardei

Semințele au fost puse în camera umedă (vase Petri și hârtie de filtra îmbibată în apă distilată sterilă) și menținute în camera de creștere la temperaturi cuprinse între 22°C și 25°C timp de 10 zile. Evaluarea numărului de semințe germinate s-a făcut la 5 zile pentru tomate și la 10 zile pentru ardei, întrucât ardeii germinează mai lent. Rata de germinare a fost de 100% la ambele specii.



Cenușa obținută la fiecare dintre cele trei temperaturi a fost amestecată cu solul de bază (pământ 100%) în trei concentrații diferite (0% - control, 5%, 15%, 25%/volum sol), rezultând 9 variante de tratament



Experimentul a fost structurat cu 10 variante distincte (V₁ – V₁₀), incluzând un lot de control, fiecare variantă fiind replicată de 4 ori (Repetiția 1-4). Semințele de ardei și tomate au fost semănate în mod standardizat în cele 40 alveole (potrivit structurii V₁-V₁₀ cu 4 repetiții). Toate alveolele au fost menținute în condiții de mediu identice (lumină, umiditate, temperatură ambientală) pentru a izola efectul tratamentului cu fertilizatorul experimental



Răsadurile au fost menținute în condiții de mediu strict controlate, esențiale pentru izolarea efectului tratamentului cu fertilizant și pentru asigurarea unei dezvoltări uniforme. Temperatura a fost gestionată printr-un sistem termostatat, menținând un regim optim (22°C -25°C) pe toată durata fazei de răsad





Pregătirea terenului: Terenul utilizat se afla la sediul INMA București. Substratul de cultură a fost pregătit și finisat uniform în seră. Acesta a fost mărunțit și omogenizat având ca scop eliminarea oricăror discrepanțe în structura și compoziția fizico-chimică a solului



Designul experimental: După încheierea fazei de răsad, plantele au fost transferate în solar. Acestea au fost mutate din alveole direct pe parcela experimentală, împreună cu balotul de substrat, evitând astfel șocul de transplantare

Înainte de transfer, a fost evaluat stadiul de dezvoltare a răsadurilor și influența tratamentului, atât la tomate cât și la ardei, acestea atingând dimensiunile și vigoarea optime (stadiul fiziologic adecvat) necesare pentru transplantarea reușită în condițiile de spațiu protejat (solar).



Sistemul de irigare aplicat în solar a fost cel prin picurare, asigurând astfel o administrare uniformă a apei. S-a acordat o atenție deosebită funcționalității sistemului de picurare pentru a garanta că toate plantele primesc același volum de apă, eliminând astfel variabilitatea hidrică. De asemenea, pentru a izola strict efectul substratului experimental, nu s-a aplicat niciun fel de tratament fitosanitar sau fertilizant suplimentar la momentul plantării

Activitate 3.4. Experimentare Model Experimental

Testarea echipamentului de piroliza EP

Pornirea în gol: Pentru efectuarea pornirii în gol s-a setat temperatura de 200°C și un timp de 30 de minute pentru atingerea ei. Pasul 2 a fost setarea palierului de menținere a acestei temperaturi tot de 30 de minute. Pasul următor a fost mărirea temperaturii progresiv la 400°C, 600°C, 800°C și 1000°C. S-a urmărit funcționarea corectă a echipamentului.

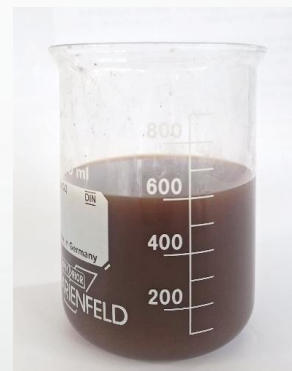
Testele propriu-zise au fost efectuate în 3 variante și anume: 400°C, 600°C, 800°C. Procesul reprezintă o piroliză lentă a dejecțiilor avicole, cu o rată de încălzire moderată până la 400°C, 600°C și 800°C urmată de un timp de menținere izotermă de 1h și o răcire controlată în atmosferă inertă, rezultând preponderent biochar (cenușă).



Gunoi avicol proaspăt.



Biochar obținut prin piroliza



Fracția lichida obținută

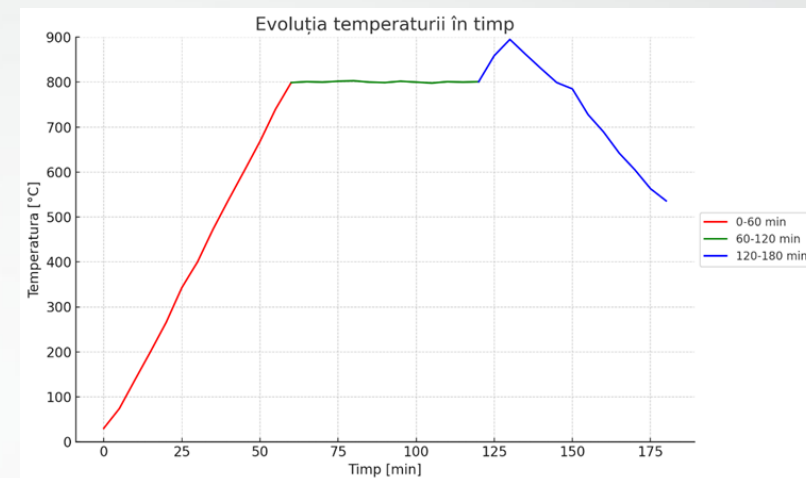
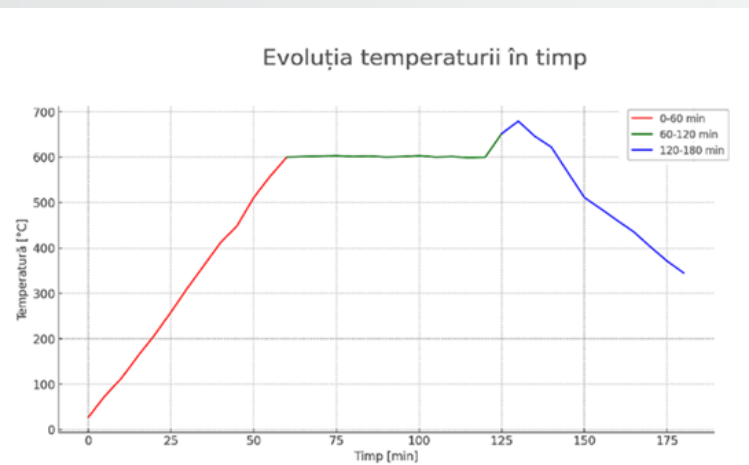
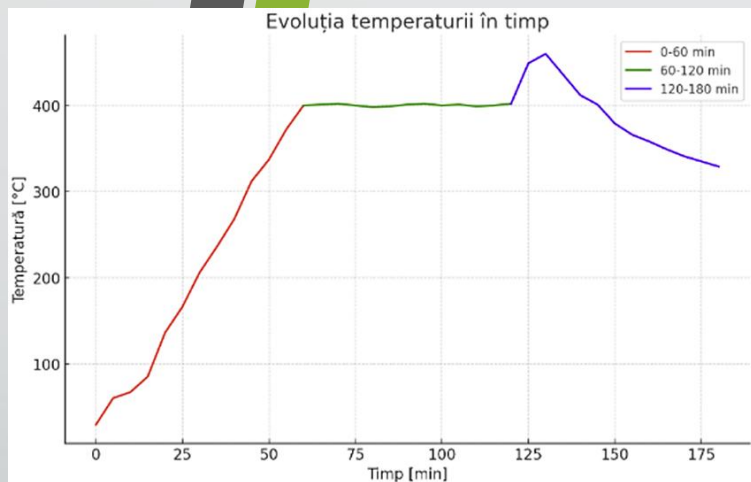


Setare temperatură echipament

Materialul brut (dejecții avicole) este cântărit, mărunțit și pregătit pentru a fi utilizat ca materie primă pentru testarea echipamentului de piroliza.

Produs solid (biochar) obținut în urma pirolizei are potențial de utilizare ca fertilizant pentru sol, adsorbant sau sursă de energie. Se obțin și fracții volatile: **bio-ulei și gaze**, care în instalațiile industriale sunt captate și valorificate energetic sau chimic. Procesul este caracterizat de o pierdere în masă de 50–70% (în funcție de compoziția și umiditatea inițială), cea mai mare parte reprezentând apă și substanțe volatile. Produsul obținut are culoare neagră intensă, asemănătoare cu cărbunele sau cenușa carbonizată, ceea ce indică o concentrație ridicată de carbon fix. Textura este fragilă, poroasă, cu particule care se pot sfărâma ușor la manipulare. Volumul este redus semnificativ comparativ cu materia inițială, datorită eliminării apei și a compușilor volatili în timpul pirolizei.

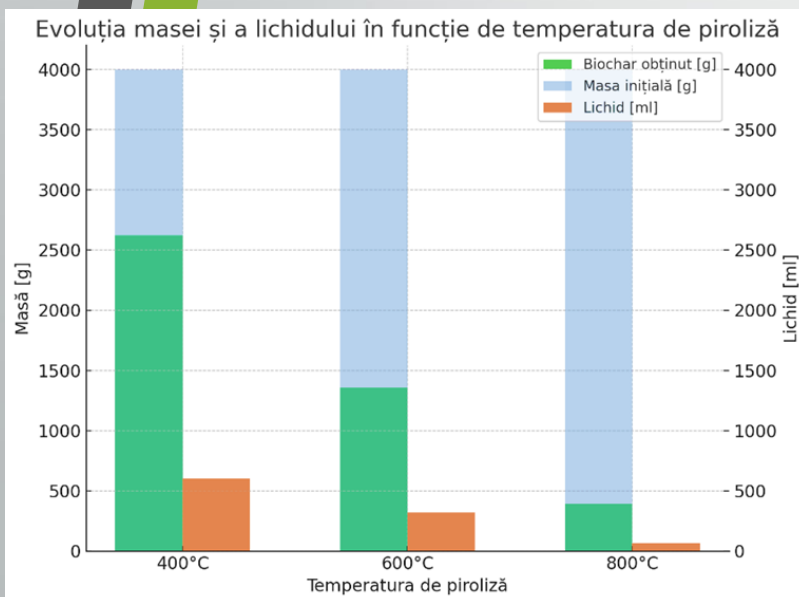
Variația temperaturii în funcție de timp pentru cele 3 experimente



Testare la 600°C

Testare la 800°C

S-au făcut 37 de înregistrări, pe aceeași perioadă de 3 ore urmărind-se în prima ora atingerea pragurilor impuse de 400 – 600 -800 de grade C pornind de la temperatura ambientală de 23°C, apoi menținerea tot timp de 1 oră a temperaturii setate. Răcirea s-a făcut controlat fără a se interveni asupra echipamentului (nu a fost deschis capacul imediat, pentru ca exista pericolul de a se aprinde la contactul cu oxigenul).



Datele obținute din piroliza dejecțiilor avicole la temperaturi de **400°C, 600°C și 800°C**, având aceeași masă inițială de **4000 g** se poate observa:

- La 400°C s-au obținut 2622 g biochar, ceea ce reprezintă un randament de ~65,5% din masa inițială.
- La 600°C masa de biochar scade la 1355 g, echivalent cu un randament de ~33,9%.
- La 800°C biochar-ul obținut este doar 390 g, adică un randament de ~9,8%.

Interpretare generală

- La 400°C: se obține mult biochar și o cantitate semnificativă de lichid. Procesul favorizează randamentul, dar biochar-ul este mai puțin stabil chimic (conține mai mult H și O).
- La 600°C: biochar-ul devine mai stabil și mai poros, dar cantitatea obținută este mult mai mică, iar lichidul scade la jumătate față de 400°C.
- La 800°C: randamentul biochar-ului este foarte mic, iar lichidul aproape dispare. Se produc însă mai multe gaze, iar biochar-ul rezultat are cea mai mare stabilitate și conținut de carbon fix, dar cantitatea este neeconomică.

Testarea chimică a dejecțiilor avicole înainte și după piroliză

Testarea chimică a presupus:

- analiza chimică a solului utilizat pentru experimentele cu plante (răsad roșii și ardei) și a amestecurilor sol-cenușă utilizate în testare;
- analiza chimică a dejecțiilor avicole inițiale și a materialului obținut în urma pirolizei pentru cele trei temperaturi de lucru, teste realizate de partenerul ICPA.

Caracteristicile solului relevă un potențial ridicat de fertilitate al acestuia, potențial exprimat printr-un pH slab alcalin (7,37), un conținut mediu de 21,15 % carbon organic, 1,092% azot total, 140 mg/kg fosfor mobil, 319 mg/kg potasiu mobil și un reziduu conductometric de 434 mg/100 g.

Conținutul de metale grele evaluat în acord cu cerințele Ordinului Ministrului Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului nr.756/1997 se află în limitele normale, și nu ridică riscuri de încărcare cu metale grele a plantelor cultivate pe acest substrat de cultură.

Caracteristicile chimice ale gunoiului de pasăre. Gunoiul de păsări folosit în experiențe a avut o umiditate medie de 51,86% și un conținut de substanță uscată de 48,14%. Conținutul de materie organică este ridicat, în medie 85,26%, are o reacție slab acidă, valorile medii ale pH-ului de 6,45, încadrându-se în clasa slab acid, conținut ridicat de azot (4,89% azot total, 115 mg/kg azot nitric și 11244 mg/kg azot amoniacal), conținut ridicat de fosfor (1,56%) și potasiu (1,81%) și valori ridicate ale reziduiului conductometric, în medie 4369 mg/kg. Aceste caracteristici îl recomandă ca fertilizant organic pentru agricultură și ca material energetic.

Caracteristicile cenușii rezultată din arderea gunoiului de păsări. În urma pirolizei, cenușa are o umiditate foarte redusă de 2,09-9,95% și un conținut de substanță uscată între 90,05 și 97,91%. pH-ul cenușii a crescut odată cu nivelul temperaturii. **Odată cu temperatura au crescut și valorile fosforului, potasiului și reziduului conductometric.**

Procesul de piroliza reduce volumul reziduurilor și elimină totodată pericolele biologice și mirosurile. În medie cenușa rezultată din arderea gunoiului de pasări are un conținut mediu de 2-10% fosfor, 12-32% calciu și 6-15% potasiu, fiind apreciată ca o sursă importantă de nutrienți pentru plante. Analizele chimice ale cenușii au permis tragerea următoarelor concluzii:

- 1) fosforul a fost detectat numai în fracțiile granulelor groiere, atrăgând necesitatea de împărțire a cenușii în fracții și separarea concentratelor de fosfor;
- 2) conținutul în fosfor a componentelor cristaline a fost întotdeauna hidroxiapatita;
- 3) sursa de formă bio-accesibilă de fosfor conținută în cenușa rezultată din arderea gunoiului de pasăre este în faza amorfă.

Studiile efectuate în vase de vegetație au arătat că folosirea ca fertilizant a cenușii rezultată din arderea gunoiului de păsări a condus la rezultate similare cu folosirea fertilizanților cu fosfor.

Rezultatele analizelor chimice ale cenușilor rezultate în urma arderii gunoiului de pasăre

Nr. crt.	Identificare	Umiditate (%)	Substanța uscată (%)	Materie organică (%)	pH unitați de pH	Corg %	N %su	P %	K %	Rez. Cond. mg/100 g
1.	Proba 1 - 400 °C - 150 g	2.81	97.19	46.3	7.99	17.64	2.46	3.23	4.43	3605
2.	Proba 2 - 600 °C - 150 g	9.95	90.05	71.27	7.07	29.10	3.92	1.99	2.88	4116
3.	Proba 3 - 800 °C - 150 g	2.09	97.91	28.8	10.57	15.78	2.04	4.27	5.86	5418

Testarea eficacității biofertilizanților

S-a urmărit efectul unui biofertilizant experimental bogat în fosfor (cenușa de găinaț) obținut în prealabil prin ardere la trei temperaturi, respectiv 400°C, 600°C și 800 °C asupra creșterii și vigorii răsadurilor de legume (tomate și ardei) și asupra dezvoltării rădăcinilor. Substratul experimental a fost formulat prin încorporarea omogenă a cenușii, provenite de la cele trei temperaturi distincte, în solul de bază (martorul). Această procedură a generat 9 variante de tratament (V2–V10), corespunzând celor trei concentrații volumetrice de cenușă: 5%, 15% și 25%. Substratul pentru lotul martor (V1) a constat integral în solul de bază, reprezentând condiția de 0% concentrație de cenușă.

Aceste proceduri de formulare a substratului și de evaluare au fost aplicate identic pentru ambele specii, tomate și ardei.

Testare pe tomate:

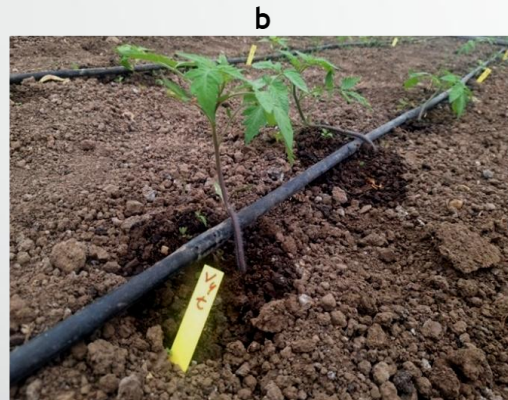
Experimentul a demonstrat că, deși la începutul perioadei de vegetație (21 de zile) nu a existat o diferență semnificativă în dezvoltarea răsadurilor (Înălțime, $P=0.421$), efectul fertilizant al cenușii a devenit evident și semnificativ statistic pe termen mediu (45 de zile), influențând atât creșterea pe înălțime ($P=0.0099$), cât și vigoarea vegetativă (Numărul de frunze, $P=0.0177$). Cea mai eficientă combinație de tratament s-a dovedit a fi Varianta V8 (5% Cenușă obținută la 800°C).

În ceea ce privește numărul de Frunze, V8 a înregistrat cea mai mare medie și a fost semnificativ superioară lotului de control (V1) și altor variante: V8 a obținut cel mai mare număr mediu de frunze, demonstrând o capacitate superioară de a promova dezvoltarea vegetativă comparativ cu multe alte concentrații și temperaturi testate.

Testare pe ardei:

S-a efectuat analiza Post-Hoc pentru a identifica perechile de variante care diferă semnificativ. Concluzii Post-Hoc (Înălțime) V_9 (15% / 800°C) este semnificativ superioară lotului de Control (V_1). V_9 este semnificativ superioară variantei V_8 . V_4 , V_5 , V_6 și V_7 sunt superioare lotului V_1 , dar diferența nu atinge pragul de semnificație HSD. Varianta V_9 este cea mai eficientă în promovarea creșterii pe înălțime.

Ambele analize ANOVA și Post-Hoc demonstrează că tratamentul cu cenușă a avut un efect statistic semnificativ și pozitiv asupra creșterii răsadurilor la 45 de zile, comparativ cu lotul de control. Eficacitatea tratamentului a fost confirmată și prin observații vizuale: plantele tratate s-au dovedit a fi mai viguroase și au prezentat o creștere superioară, ușor de remarcat



Diferențe privind vigoarea între
martor (a) și o variantă tratată
(b) - Tomate



Diferențe privind vigoarea între
martor(a) și o variantă tratată
(b) - Ardei

Testare pe cartofi:

- Numărul tulpinilor principale a fost constant pe toată perioada observată la toate variantele studiate. Înălțimea plantelor a crescut pe măsura înaintării în vegetație. Valorile medii la măsurătorile ulterioare nu s-au diferențiat semnificativ. Nu s-au constatat diferențe semnificative între ritmurile de creștere ale plantelor din diferite variante
- Biomasa proaspătă a variat între 973 g/plantă la varianta martor și un maxim de 1249 g/plantă la (V₄). Partea aeriană a avut valori cuprinse între 617 g masă verde/plantă (V₁ – martor) și 800 g masă verde/plantă (V₂), iar partea subterană a avut valori cuprinse între 55 g masă verde/plantă (V₁) și 77 g masă verde/plantă (V₄). Greutatea tuberculilor la recoltare a variat între 305 g/plantă (V₁) și 461 g/plantă (V₄).
- În acest context, cu cele mai bune rezultate se semnalează **varianta V₄** cu producția de **tuberculi de 1461 g/plantă și biomasa totală de 1249 g m.v./plantă**

Concluzii

Rezultatele planificate pentru Faza 3/2025, au fost realizate în totalitate de către INMA București și parteneri, conform planului de realizare al proiectului și constau în:

- Realizare Model Experimental echipament tehnic - Echipament piroliza
- Metodologie de experimentare model experimental (ME)
- Loturi experimentale cu soiuri leguminoase
- Raport de testare model experimental (parțial)
- Raportul de activitate al fazei (Raportul tehnic al fazei 3 și Documentele pentru raportarea financiară)
- Realizare pagina WEB a proiectului (Faza 3)
- Publicare 1 articol indexat ISI ,1 articol indexat BDI si 5 participări la Simpozionul Internațional ISB INMATEH 2025
- Participare la Târguri si saloane de inventica cu Brevetul/Modelul experimental realizat: 5 participări
- Alte rezultate: Raport de activitate pentru Faza 3; Documente solicitate la decontare.