

Denumirea Programului Nucleu: CERCETĂRI MULTIDISCIPLINARE ÎN DOMENIUL AGRICULTURII DIGITALE PENTRU COMPETITIVITATE ECONOMICĂ ȘI DEZVOLTARE DURABILĂ, ÎN CONTEXTUL SCHIMBĂRILOR CLIMATICE – SUSTAIN-DIGI-AGRI

Denumirea obiectivului: O2. Tehnologii și echipamente inovative pentru dezvoltarea durabilă a culturilor agroecologice, în vederea utilizării acestora în condiții de eficiență energetică, protecția vieții, sănătății și a mediului

Contractul nr.: 9N/01.01.2023

Proiectul: PN 23 04 02 04 „TEHNOLOGIE DE VALORIFICARE A RESTURILOR VEGETALE SUB FORMĂ DE BIOCHAR ÎN VEDEREA ÎMBUNĂTĂȚIRII CALITĂȚII SOLULUI”

Obiectivul proiectului: realizarea unei tehnologii de valorificare a resturilor vegetale din sectorul agricol pentru obținerea de biochar cu rol de amendament organic pentru solul fertil cât și ca soluție pentru terenul mai puțin productiv din diferite cauze (are la bază realizarea unui model experimental „tehnologie inovativă de obținere biochar, iar ca materie primă folosită în vederea obținerii de biochar se vor valorifica resturile vegetale).

Responsabil proiect: *Dr. Ing. Vlăduțoiu Laurențiu Constantin*

REZULTATE OBȚINUTE:

Faza: 1 parțial: Studii privind realizarea unei tehnologii de obținere a biocharului și utilizarea acestuia în vederea îmbunătățirii calității solului corespunzător conceptului de agricultură 4.0. Documentație de execuție model experimental - parțial

Termen de încheiere a fazei: 31.07.2023

Studii tehnologice: 2 buc.

Biocharul (BCH) este un cărbune vegetal cu o foarte mare porozitate, obținut din piroliza controlată a biomasei lemnoase într-un mediu anaerob sau cu o concentrație substoichiometrică. El are un conținut în carbon de 75 - 90%, este steril și are o mare capacitate de adsorbție (McLaughlin, 2009). Un biochar de calitate trebuie să nu conțină materii volatile, să fie steril și cu o putere calorifică $PCI_{bc} \geq 25$ MJ/kg. (Schmidt H.P., 2012).

Utilizarea biocharului a avut ca rezultat îmbunătățirea calității solului și randamentul în agricultură și horticultură. De asemenea, este utilizat pe scară largă ca aditiv pentru hrana animalelor, poate fi folosit în materiale de construcții precum betonul sau asfaltul, pentru curățarea aerului și a apei, ajută la reglarea umidității, la absorbția toxinelor și favorizează viața microbiană benefică.

Potențialul energetic al biomasei din România permite dezvoltarea unor ramuri industriale de valorificare a biomasei prin combustibili regenerabili cu valoare energetică și alte produse adiționale.

Cercetătorii propun ca până în anul 2035, la nivel global, 16% din cererea de energie să provină din surse regenerabile de tip biomasă.

Prin cercetare s-a demonstrat că utilizarea CO₂ ca gaz inert în procesul de piroliză poate deveni o alternativă serioasă la cel mai utilizat gaz inert din sistemele de piroliză - azotul; rezultă astfel, pentru rezultate aproape identice, costuri de operare reduse determinate de prețul mai mic al CO₂ în comparație cu toate celelalte gaze inerte.

Pentru a se obține randamente mari de cărbune în procesul industrial de piroliză, se recomandă o temperatură maximă de 500°C, la o viteză de încălzire de cel mult 10° C.

Rezultatele determinărilor puterii calorifice a cărbunelui de piroliză, diferă în funcție de tipul de biomasă, în principal datorită compoziției chimice elementare.

Producția și exploatarea biocharului necesită utilizarea de echipamente și sisteme specializate, inclusiv cuptoare, reactoare de piroliză, echipamente de pregătire a materiilor prime, sisteme de amendare a solului, sisteme de sechestrare a carbonului și sisteme de producție de bioenergie. Alegerea echipamentelor și sistemelor va depinde de cerințele specifice ale procesului de producție și exploatare a biocharului, precum și de mărimea și amploarea operațiunii.

Faza: 1 final: Studii privind realizarea unei tehnologii de obținere a biocharului și utilizarea acestuia în vederea îmbunătățirii calității solului corespunzător conceptului de agricultură 4.0. Documentație de execuție model experimental - **final**

Termen de încheiere a fazei: 08.12.2023

Desene de execuție Model Experimental: 1 buc.

Memoriu de prezentare a echipamentului tehnic: 1 buc.

Echipamentul proiectat în cadrul fazei (fig. 1) este un model experimental de obținere biochar din resturi vegetale ce va fi prevăzut cu un sistem automatizat de control al procesului de ardere într-o incintă cu O₂ minim, format dintr-un PLC ce va controla procesul de ardere reducându-se astfel timpul de realizare al produsului final – biocharul.

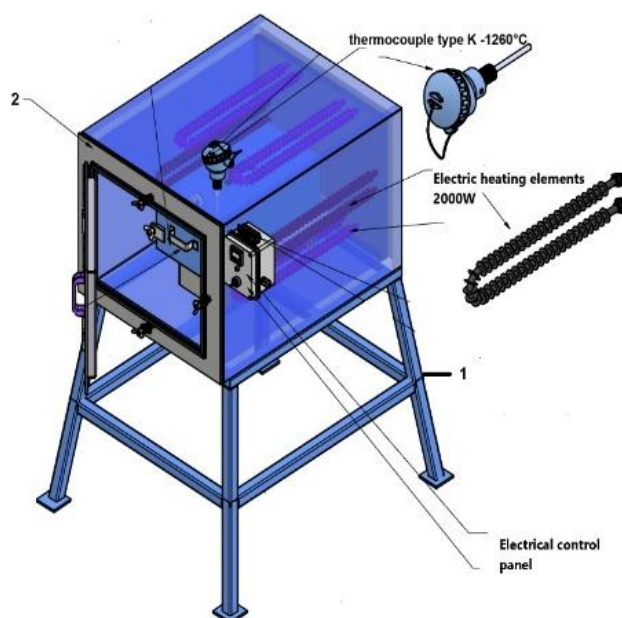


Fig. 1 Echipament producție biochar

Lucrări științifice publicate în jurnale cu factor de impact ISI

- Cristian Sorică, Andrei Pătruț, Gheorghe Șovăială, Elena Sorică, Laurențiu Vlăduțoiu, Gabriela Matache, Ioan Pavel, Research on the dehydration of vegetable products using an experimental model of a convective dryer with total energy independence, INMATEH – Agricultural Engineering, on line ISSN: 2068-2239, print ISSN: 2068-4215, <https://inmateh.eu/>, [Web of Science] – acceptat spre publicare în volumul 72, nr. 1 din 2024

Lucrări publicate în publicații indexate în alte baze de date internaționale:

- Iulian DUMITRU, Laurențiu VLĂDUȚOIU, Florin NENCIU, Valentin VLADUȚ, Alexandru IONESCU, Gabriel NAE, Costin MIRCEA, Iulian VOICEA, Marius OPRESCU, Andreea-Iulia

GRIGORE, CONSIDERATIONS REGARDING CONSTRUCTIVE SOLUTIONS FOR THE REALIZATION OF INSTALLATIONS FOR OBTAINING BIOCHAR, AGRICULTURAL AND MECHANICAL ENGINEERING ISB-INMA TEH, Bucharest 5-6 October 2023, pg. 558-565.

- Iulia GRIGORE, Laurentiu VLADUTOIU, Cristian SORICA, Mario CRISTEA, Robert Dorin CRISTEA, Considerations regarding the importance of soil biology and increasing soil fertility, through the utilization of vegetable waste, Sustainable Agriculture and Environmental Protection AGRI INMA 2023.

Propuneri de brevete de invenție, certificate de înregistrare a desenelor și modelelor industriale și altele asemenea:

- A-00472 / 25.08.2023, Vlăduț Nicolae-Valentin, Voicea Iulian Florin, Olan Mihai, Vlăduțoiu Laurențiu Constantin, Echipam Laborator pt Productie Biochar din Resturi Vegetale.

Faza: 2.1: Execuție model experimental de obținere biochar.

Termen de încheiere a fazei: 30.05.2024

Model experimental: 1 buc.

Tehnologia de valorificare a biocharului (fig. 2) este un model experimental de obținere biochar din resturi vegetale ce este prevăzut cu un sistem automatizat de control al procesului de ardere într-o incintă cu O₂ minim, format dintr-un tablou electric de comanda ce va controla procesul de ardere reducându-se astfel timpul de realizare al produsului final – biocharul.

Echipamentul pentru productie biochar din resturi vegetale este alcătuit dintr-un suport ce susține o carcasă cu elementele de acționare și control al parametrilor importanți pentru producerea de biochar din resturi vegetale. Carcasa este realizată din două cuve din tabla zincată potrivită pentru medii poluate, industriale, datorită faptului că are o rezistență la coroziune mai mare. Cele două carcase sunt montate concentric și sunt izolate între ele cu o pătură din fibră ceramică rezistentă la temperatură foarte înaltă pentru a se elimina pierderile de energie termică din interiorul echipamentului. Pe fundul și tavanul carcasei se afla montate câte două rezistențe electrice iar pe peretii laterali (stanga/dreapta) se afla montată câte o rezistență electrică, folosite pentru aprinderea combustibilului solid. Pe carcasa este montată o supapă pentru suprapresiune și un termocuplu pentru temperatura înaltă. În interiorul carcasei se afla retorta de încălzire și uscare a materiei prime, unde are loc procesul tehnologic de realizare biochar.



Fig. 2 Echipament de laborant pentru biochar

Date tehnice.

- Carcasa este izolata cu placa termoizolatoare din fibra ceramica rezistenta la 1260 °C
- Sistemul de incalzire este realizat din 6 rezistente electrice de 2000 w.
- Volumul retortei pentru productie biochar=22 dm.c.
- Temperatura de lucru -400 grade pentru paie, 600 grade pentru alte resturi de vegetale 800 pentru resturi forestiere.
- Umiditate maxima materie prima-15%.

Acest sistem are în componență principalele subansambluri prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1

Poz.	Denumire	Desen	Buc.	Material
1	Carcasa	EBI-1.0	1	Otel inox 17251
2	Suport	EBI-2.0	1	S235JRH
3	Retorta	EBI-3.0	1	Otel inox 17251
4	Tablou electric de comanda	-	1	-
5	Rezistente electrice pentru incalzire	-	6	-
6	Controler de temperatura E5CB-1300	-	1	-

Faza: 2.2: Realizare biochar din resturi vegetale.

Termen de încheiere a fazei: 30.08.2024

Realizare biochar din resturi vegetale

Biocharul (fig. 3) este un produs organic care rezultă din procesul de piroliză a materialelor vegetale precum rumeguș, paie sau alte deșeuri agricole. Acest proces are loc la temperaturi ridicate, de obicei între 300 și 700 de grade Celsius, într-un mediu cu oxigen limitat. Biocharul rezultat are o structură poroasă și este considerat un amendament valoros pentru sol.



Fig. 3 Biochar din tulpini de bambus

Compoziție și structură. Biocharul conține aproximativ 98% carbon, ceea ce îi conferă stabilitate chimică și capacitatea de a reține nutrienți în sol. Această compoziție îl face un amendament eficient pentru îmbunătățirea calității solului.

In cazul proiectului am folosit ca materie primă pentru obținere biochar, tulpini de cânepă și bambus (fig.4).



Fig. 4 Tulpini de cânepă și bambus

Materia primă tăiată s-a cântărit (fig. 5) și s-a introdus în echipamentul de laborator pentru biochar apoi s-a pornit rezistența electrică. Temperatura a fost reglată la o valoare de maxim 300° C iar arderea materialului s-a realizat într-un timp cuprins între 90-120 min.



Fig. 5 Cântărirea materiei prime din resturile vegetale de cânepă și bambus

După arderea materialului din cuva pentru producție biochar, aceasta a fost scoasă din retortă cu mănuși de protecție pentru temperaturi înalte și s-a lăsat la răcit; biocharul răcit s-a cântărit (fig.6). Din tabelul 2 se poate observa că biocharul obținut din bambus a pierdut 68,89% din greutate iar biocharul obținut din cânepă a pierdut 81,96% din greutate.

Tabelul 2

Nr. Crt	Resturi vegetale	Material neprocesat (kg)	Material procesat (biochar) (kg)	Diferență (%)
1	Tulpini bambus	0,8045	0,2503	68,89
2	Tulpini cânepă	0,4496	0,0811	81,96



Fig. 6 Cântărirea biocharului obținut din resturile vegetale de cânepă și bambus

Importanța biocharului în agricultură

Acesta are multiple beneficii și importanță, atât pentru mediul înconjurător, cât și pentru agricultură. Iată câteva motive pentru care biochar-ul este considerat important:

- Îmbunătățirea fertilității solului: Biochar-ul poate reține substanțe nutritive și apă în sol, ceea ce îmbunătățește fertilitatea acestuia. De asemenea, poate reduce pierderea de nutrienți prin scurgerea apei.
- Reducerea emisiilor de carbon: Procesul de producție a biochar-ului implică captarea și stocarea carbonului din materialele organice, datorită stabilității sale chimice, biochar-ul poate stoca carbon pe termen lung în sol.
- Îmbunătățirea structurii solului: Biochar-ul poate îmbunătăți structura solului, favorizând dezvoltarea rădăcinilor plantelor și îmbunătățind drenajul acestuia.
- Redresarea solurilor degradate: Biochar-ul poate fi folosit pentru a redresa solurile degradate, precum cele sărate sau cele afectate de poluare.
- Promovarea sustenabilității în agricultură: Utilizarea biochar-ului în practicile agricole poate contribui la o mai mare sustenabilitate a sistemelor agricole, reducând dependența de îngrășăminte chimice și pesticide.
- Îmbunătățirea retenției de apă: Biochar-ul are capacitatea de a reține apa în sol, ceea ce poate fi benefic în zonele cu deficit de apă sau în condițiile unor perioade de secetă. Adăugând biochar în solurile nisipoase, se reduce necesarul de irigație cu până la 40%.
- Reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră: Prin captarea carbonului în sol și reducerea emisiilor de metan și oxid de azot, biochar-ul poate contribui la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră din sol.
- Îmbunătățirea sănătății plantelor: Solurile tratate cu biochar pot susține culturi mai sănătoase care sunt mai rezistente la boli și dăunători.

Lucrări științifice publicate în jurnale cu factor de impact ISI

- Laurentiu Vladutoiu, Florin Nenciu, Valentin Vlăduț, Mihai Olan, Iulia Grigore, Cristian Sorica, Mario Cristea, Nicoleta Vanghele, Oana-Diana Cristea, Innovative pyrolysis reactor design for enhanced performance and superior biochar quality, INMATEH – Agricultural Engineering, – în curs de publicare.

Lucrări publicate în publicații indexate în alte baze de date internaționale:

- Florin Nenciu , Iulian Dumitru , Laurențiu Vlăduțiu, Alexandru Ionescu, Gabriel Nae, Valentin Vladut, Costin Mircea, Iulian Voicea, Andreea-Iulia Grigore, Marius Oprescu, TRENDS, IMPACT AND PROSPECTS OF BIOCHAR IN THE CONTEXT OF FIGHTING CLIMATE

CHANGE AND PROMOTING SUSTAINABLE DEVELOPMENT, AGRICULTURAL AND MECHANICAL ENGINEERING ISB-INMA TEH, în curs de publicare.

- Iulia Grigore, Laurentiu Vladutoiu, Cristian Sorica, Elena Sorica, Mario Cristea, Robert Dorin Cristea, Nicoleta Vanghele, CONSIDERATIONS REGARDING THE BEHAVIOR OF SOME TYPES OF BIOMASS IN THE PYROLYSIS PROCESS, Sustainable Agriculture and Environmental Protection AGRI INMA 2024, în curs de publicare.

Faza: 3.1: Experimentări în mediu controlat în vederea îmbunătățirii calității solului

Termen de încheiere a fazei: 30.06.2025

În cadrul fazei 3.1, s-au realizat experimentări în mediu controlat, în vederea îmbunătățirii calității solului prin aplicarea biocharului obținut folosind modelul experimental dezvoltat anterior..

Biocharul (fig. 7) este un produs organic care rezultă din procesul de piroliză a materialelor vegetale, precum rumegușul, paie sau alte deșeuri agricole. Acest proces are loc la temperaturi ridicate, de obicei între 300 și 700 de grade Celsius, într-un mediu cu oxigen limitat. Biocharul rezultat are o structură poroasă și este considerat un amendament valoros pentru sol.

Când este adăugat la un amestec de sol, biocharul poate îmbunătăți natura fizică a sistemului prin schimbarea structurii, texturii, porozității și consistenței solului.

Importanța biocharului în agricultură

- Biocharul poate contribui la menținerea umidității solului pe o perioadă mai lungă.
- Se reduce necesarul de irigare în culturile tratate.
- Biocharul poate contribui la creșterea concentrației de nutrienți în sol și poate îmbunătăți structura acestuia.
- Îmbunătățirea sănătății plantelor: Solurile tratate cu biochar pot susține culturi mai sănătoase care sunt mai rezistente la boli și dăunători.



Fig. 7 Biochar obținut din tulpini de bambus

Biocharul absoarbe mai bine metalele grele atunci când are un pH mai ridicat, datorită interacțiunii electrostatice între biochar și metalul greu.

Obținerea biocharului pentru testare

Pentru testare, s-au folosit ca materii prime pentru obținerea biocharului tulpini de cânepă și bambus.

Procesul de obținere a implicat următorii pași:

Pregătirea biomasei: Tulpinile de cânepă și bambus au fost colectate și uscate pentru a reduce umiditatea.

Prelucrarea materiilor prime: Materia primă, după ce a fost tăiată, a fost cântărită (fig. 8) și introdusă în echipamentul de laborator pentru obținerea biocharului.

Procesul de piroliză: S-a pornit rezistența electrică, iar temperatura a fost reglată la o valoare maximă de 300°C. Arderea materialului s-a realizat într-un interval de timp cuprins între 90 și 120 de minute.



Fig. 8 Cântărirea materiei prime din cânepă și bambus

După carbonizarea materialului din cuva pentru producția de biochar, acesta a fost scoas din camera de ardere folosind mănuși de protecție pentru temperaturi înalte și lăsat la răcit. Biocharul răcit a fost cântărit (fig. 9).



Fig. 9 Biochar obținut din tulpini de cânepă și bambus

Din tabelul 1 se poate observa că biocharul obținut din bambus a pierdut 38,2% din greutate, iar biocharul obținut din cânepă a pierdut 67,4 % din greutate.

Tabelul 3

Nr. Crt	Resturi vegetale	Material neprocesat (kg)	Material procesat (biochar) (kg)	Diferență material neprocesat-procesat (%)
1	Tulpini bambus	1	0,612	38,2
2	Tulpini cânepă	1	0,326	67,4

Pentru testarea proprietăților amelioratoare ale biocharului, s-au ales două loturi experimentale: unul în condiții controlate -seră și unul în condiții de câmp (Fig. 10). Pe fiecare lot (seră și câmp) s-au parcelat trei rânduri experimentale, fiecare cu o lungime de 5 metri. Pentru fiecare rând s-a săpat câte un șanț de 15 cm adâncime, în care s-au înglobat următoarele:

Pe rândul 1: biocharul obținut din cânepă.

Pe rândul 2: biocharul obținut din bambus.

Pe rândul 3: martor (fără biochar).



Fig. 10 Loturi experimentale (seră și în câmp)

Șanțurile au fost acoperite cu solul excavat anterior (Fig. 11), iar ulterior s-au plantat în stratul superficial tomate (același soi pe toate rândurile).



Fig. 11 Acoperirea biocharului în cele 2 loturi experimentale

Înainte de aplicarea tratamentului cu biochar, s-au prelevat probe de sol din fiecare rând pentru a determina următorii parametri (Fig. 12):

- Gradul de compactare a solului
- Umiditatea solului
- pH-ul
- Temperatura solului

Tabel 4 Prelevare probe înainte de aplicarea biocharului în sol

Proba	Rezistența solului la penetrare (kPa)		Umiditate sol (%)		Temperatura °C		PH	
	Seră	Câmp	Seră	Câmp	Seră	Câmp	Seră	Câmp
1	1031	1235	19,1	17,9	22,8	20,6	7,5	7
2	910	1130	22,3	18,2	22,4	20,8	6,5	7
3	965	1179	24,5	17,6	22,9	20,5	7,00	6,5



Fig. 12 Determinarea gradului de umiditate, compactare, temperatura si PH solului

Experimentul este în desfășurare, pe parcursul perioadei de vegetație monitorizându-se următorii indicatori:

- Umiditatea solului (săptămânal)
- Cantitatea de apă utilizată pentru irigare (L/m²/săptămână)
- pH-ul, N, P, K
- stare de vegetație plante
- productivitate

Rezultate intermediare.

Tabel 5 Prelevare probe în prima săptămână de la aplicarea biocharului în sol

Nr. Crt.	Rând experimental	Umiditate sol (%)	Temperatura °C	PH
1	Biochar cânepă - seră	24,3	23,4	7
2	Biochar bambus - seră	23,6	23,5	7
3	Martor - seră	22,8	23,7	6,5
4	Biochar cânepă - câmp	23,9	25,3	6,5
5	Biochar bambus - câmp	23,8	25,4	6,5
6	Martor - câmp	23,4	25,3	6

Tabel 6 Prelevare probe în a doua săptămână de la aplicarea biocharului în sol

Nr. Crt.	Rând experimental	Umiditate sol (%)	Temperatura °C	PH
1	Biochar cânepă - seră	24,4	23,7	7,5
2	Biochar bambus - seră	23,8	23,6	7
3	Martor - seră	23	23,9	6,5
4	Biochar cânepă - câmp	23,8	25,5	7
5	Biochar bambus - câmp	23,8	25,6	6,5
6	Martor - câmp	23,2	25,6	6

Alte rezultate:

Lucrări științifice publicate în jurnale cu factor de impact ISI

- Vladutoiu L.C., Cristea M., Nenciu F., Vlăduț V. , Olan M., Grigore I., Sorica C., Vanghele N., Cristea O.D. (2025), Innovative pyrolysis reactor design for enhanced performance and superior biochar quality, INMATEH - AGRICULTURAL ENGINEERING, vol.75, no.1/2025, pp. 414-422, DOI: <https://doi.org/10.35633/inmateh-75-35>.

În cadrul proiectului a fost utilizată infrastructura de cercetare pentru sisteme tehnice din agricultură, silvicultură și industria alimentară (<https://eertis.eu/errf-2300-000s-0250>).