



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2010 01274

(22) Data de depozit: 06.12.2010

(41) Data publicării cererii:
29.06.2012 BOPI nr. 6/2012

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
POMICULTURĂ, STR. MĂRULUI NR. 402
COMUNA MĂRĂCINENI, PITEȘTI, AG, RO

(72) Inventatori:
• SUMEDREA DORIN IOAN,
BD. REPUBLICII, BL. D5A, SC. D, AP. 18,
PITEȘTI, AG, RO;
• CHIȚU EMIL, STR. CRINULUI NR. 36,
BL. D7, SC. A, ET. 3, AP. 9, PITEȘTI, AG,
RO;
• SUMEDREA MIHAELA, BD. REPUBLICII,
BL. D5A, SC D, AP. 18, PITEȘTI, AG, RO;

• TĂNĂSESCU NICOLAE, STR. CRINULUI
BL. D30, SC. D, AP. 7, PITEȘTI, AG, RO;
• CRISTIAN MARIN FLORIN, SAT
ARGEȘELU, MĂRĂCINENI, AG, RO;
• CHIȚU VIORICA, STR. CRINULUI NR.36,
BL. D7, SC. A, AP. 9, PITEȘTI, AG, RO;
• NICOLA CLAUDIA, BLOC SCDA, ALBOTA,
AG, RO;
• CĂLINESCU MIRELA, STR. FĂGĂRAȘ,
BL. E9, SC. C, AP. 10, PITEȘTI, AG, RO

(74) Mandatar:
BROJBY PATENT INNOVATION,
STR.REPUBLICII, BL.212, SC.D, AP.11,
PITEȘTI, JUDEȚUL ARGEȘ

(54) TEHNOLOGIE DE PRODUCERE A CĂRBUNELUI NEGRU
PRIN CARBONIZAREA RESTURILOR VEGETALE ȘI DE
ADMINISTRARE A ACESTUIA ÎN CULTURILE POMICOLE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu de obținere a cărbunelui negru și la utilizarea acestuia în agricultură. Procedeu conform invenției constă din carbonizarea unor resturilor vegetale, provenite din cultura porumbului, cuprinzând următoarele etape: mărunțirea mecanică a acestora la dimensiuni de 10...15 cm, uscarea naturală sau în cuptoare la 175°C, încărcarea în cuptor a 0,6...0,7 mc de biomasă, și carbonizarea în atmosferă controlată de CO₂, la 1,1...1,25 bari și 330...365°C, timp de 3...3,5 h, rezultând cărbune negru vegetal cu un

randament după uscare de 23...32%. Cărbunele negru se administrează în sol, la înființarea plantațiilor pomicele, prin arătură adâncă de 30...40 cm sau, în cazul plantațiilor pomicele pe rod, prin discuire la o adâncime de 15...20 cm, în scopul ameliorării proprietăților fizice, chimice și biologice ale solului.

Revendicări: 7
Figuri: 8



TEHNOLOGIE DE PRODUCERE A CĂRBUNELUI NEGRU PRIN CARBONIZAREA RESTURILOR VEGETALE ȘI DE ADMINISTRARE A ACESTUIA ÎN CULTURILE POMICOLE

Invenția se referă la o tehnologie de producere a cărbunelui negru prin carbonizarea resturilor vegetale și de administrare a acestuia în culturile pomicole, în scopul ameliorării proprietăților fizice, chimice și biologice ale solului

Este cunoscut faptul că în procesul de creștere al plantelor, azotul este principalul element fertilizant de care depinde nivelul cantitativ și calitativ al producției de fructe, fiind extras din sol în diverse cantități în funcție de specie

Astfel în tabelul 1 sunt exemplificate diverse concentrații de elemente nutritive continute în frunze la diverse specii pomicole, unde azotul este elementul cel mai important

Tabelul 1

Elementul	Măr	Păr	Piersic	Cireș
N%	1,5 – 3,0	1,8 – 2,6	2,5 – 3,5	1,7 – 3,5
P%	0,11 – 0,3	0,12 – 0,25	0,15 – 0,4	0,16 – 0,4
K%	1,2 – 2,0	1,0 – 2,0	1,5 – 2,5	1,0 – 3,0
Ca%	1,5 – 2,0	1,0 – 3,7	1,5 – 2,0	0,7 – 3,0
Mg%	0,2 – 3,5	0,25 – 0,9	0,25 – 0,6	0,4 – 1,0
Mn mg/kg	25 – 150	20 – 170	20 – 300	20 – 300
Fe mg/kg	40 – 400	100 – 800	100 – 200	20 – 250
B mg/kg	20 – 50	20 – 60	20 – 80	20 – 60
Zn mg/kg	15 – 200	20 – 60	12 – 50	15 – 75
Cu mg/kg	5 – 20	6 – 25	6 – 15	5 – 25

Sursa Iancu M., 1997

Pentru prevenirea sărăcirii solului este obligatorie aplicarea anuală a unor tratamente de îmbogățire/fertilizare cu principalele substanțe nutritive, în special cu azot. Dozele orientative anuale de îngrășăminte chimice cu azot pentru plantațiile pe rod depind de indicele de azot, conținutul de argilă și potențialul de producție al livezii. În general, la speciile pomicole se recomandă doze anuale de 80-160 kg N s.a./ha, în funcție de condițiile concrete ale fiecărei parcele

O problemă importantă însă o reprezintă ciclicitatea acestui proces de aprovizionare anuală a solului cu cantități mari de îngrășăminte chimice, care poate duce la poluarea solului și a apelor freatice, mai ales la speciile pomicole cu monocultură îndelungată de 20-25 de ani. Un procedeu cunoscut de asigurare a necesarului de îngrășăminte inclusiv pe bază de azot este aplicarea de îngrășăminte organice în doze de 40-50 t/ha, odată la 3-4 ani. Odată cu scăderea utilizării îngrășămintelor organice, datorită scăderii drastice a șeptelului de animale din România, a apărut necesitatea găsirii unei soluții de stocare și eliberare lentă a azotului în forme accesibile plantelor, în scopul evitării fenomenului de poluare a solului și a apelor freatice.

În scopul eliminării acestui neajuns, s-a constatat experimental că, o soluție este cărbunele negru care are un rol reglator, în sensul că acesta fixează azotul și îl eliberează treptat în timp, printr-un proces cunoscut în chimia organică, de adsorbție-desorbție

În literatura de brevete acest aspect de tratare al solului cu carbon sub forma de cărbune îl regăsim în diverse patente.

Astfel în brevetul US 5.472.475, cărbunele este utilizat pentru îmbogățirea solului dar în combinații cu alte substanțe, neavând ca scop fixarea azotului.

În brevetul US 3.960.763 este prezentată o metoda de tratare a solului utilizând niște spume economice conținând diverse substanțe solide din zer, clei de animale și carbune activ.

Patentul US 5.127.187 prezintă un mod de realizare a unor substraturi de sol artificial pentru plantele ornamentale utilizând carbonul sub forma de cărbune activ, înglobat în poliacrilamine.

În patentul US 6.273.927 este prezentată o metoda de fabricație a îngrășămintelor realizate din deșeurile organice, unde cărbunele este o componentă secundară, principalul component fiind nămolul orășenesc, și este utilizat la pepeni.

În brevetele US 6.302.936 și 6.419.722 sunt prezentate câteva soluții de obținere de soluri artificiale în care cărbunele reprezintă doar 0,1-5%, respectiv 0,01 – 10%, din amestec.

Toate aceste soluții au în general următoarele dezavantaje:

- nu îndeplinesc condițiile ecologice actuale.
- aproape toate utilizează cărbunele activ, care este energofag și implicit mai scump (cărbunele negru 0,06 lei/kg după calculele noastre, adică cca 0,02 euro/kg, comparativ cu cărbunele activ care are un pret de cca. 0,5 euro/kg), având și o influență nefastă în procesul de emisie de CO₂.
- procesele de obținere ale cărbunelui activ sunt mai complexe.
- aceste soluții nu reprezintă o alternativă pentru pomicultura.

Diverse studii privind aplicarea cărbunelui le regăsim atât la nivel internațional, dar și la nivel național, dar numai sub forma activă.

Astfel, la nivelul SUA, care este cel mai mare producător de cărbune activ pentru decontaminarea de pesticide a solului, cele mai cunoscute produse comerciale fiind Gro-Safe (American Norit Co., Inc.), NuChar S-A (Westvaco), Clean Carbon (Aquatrols), 52 Pickup (Parkway Research Corp).

În Europa ultimilor ani s-au obținut unele rezultate privind transformarea resturilor organice în cărbune vegetal activat, încorporarea acestuia în calitate de fertilizator și cu rol în degradarea reziduurilor de pesticide din sol și în ameliorarea proprietăților fizico-chimice implicit fertilității naturale a solurilor (Schmidt M. W. I., et al., 2001, Glaser B., et al., 2002, Zech W., 2007). După derularea primelor etape de lucru, în prezent sunt necesare cercetări care să stabilească valoarea diferitelor tipuri de resturi organice ca sursă de cărbune vegetal activ, rolul diferitelor microorganisme în oxidarea particulelor de cărbune activ până la acizi humici, efectul cărbunelui vegetal asupra comunității microbiene a solului (Curl, E.A., and Truelove E., 1982, Pieta et al., 2001 et al., Hertenberger G., 2002, Birk J., et al., 2009), capacitatea de fixare și eliberare a nutrienților în solurile ameliorate prin tratare cu cărbune vegetal activ, evaluarea eficacității agronomice a solurilor ameliorate cu cărbune activ și a stării fiziologice și fitosanitare, a potențialului productiv și a calității recoltei (Curl, E.A., and Truelove E., 1982, Rímando et al., 2001).

În procesul de carbonizare se formează radicalii liberi. Ajungând în sol odată cu administrarea cărbunelui, radicalii liberi declanșează reacții în lanț și modifică macromoleculele organice ale pesticidelor absorbite, ceea ce înseamnă dezactivarea lor prin degradare. Cărbunele activ poate suporta o comunitate microbiană mică, dar mai activă decât cea din humus, micropori săi constituind o structură de protecție contra prădătorilor. Microorganismele din sol transformă și reciclează materia organică și nutrienții plantelor și pot fi rezervor (în timpul imobilizării) cât și sursă (în timpul mineralizării) de nutrienți (Dobbelaere S., et al., 2001, Dakora, 2003, Kang Sanghoon and Mills Aaron L., 2004).

Până la această dată metodele și procesele tehnologice de carbonizare a biomasei s-au diversificat, punându-se accent pe tehnici de piroliză. Se cunoaște, de asemenea, transformarea biomasei, în cărbune activ în prezența vaporilor de apă, la o temperatură cuprinsă între 150-350°C, care este baza carbonizării hidrotermale (Titirici Maria-Magdalena, 2007).

Biomasa utilizată pentru producerea cărbunelui negru și a cărbunelui activ este formată din masa vegetală de origine forestieră. În domeniul forestier, în climat tropical se produce cca. 220 tone/ha biomasă, iar în climat temperat - continental cca. 120 tone/ha. 100 tone de biomasă are un echivalent de 50 tone carbon, ceea ce înseamnă convertirea a 183 tone CO₂ emis [14].

Tehnologiile standard de carbonizarea a biomasei urmăresc obținerea de produse care să valorifice capacitatea energetică a carbonului existent în biomasă. În acest caz dioxidul de carbon convertit de vegetație este recirculat, iar câștigul este dat de faptul că se obține energie fără a se aduce un aport nou de CO₂ în atmosfera terestră (Kuhlbusch, T.A.J. and P.J. Crutzen, 1995).

În România, Institutul de Cercetări Metalurgice ICEM SA, în parteneriat cu Primăria Motru, SNLO Târgu Jiu și IPROCHIM SA, derulează, din iulie 2002, proiectul de obținere a cărbunelui activ, prin valorificarea xilitului, folosind tehnologii nepoluante.

Indiferent de performanțele tehnologiei de obținere a cărbunelui activ aceasta este o tehnologie energofagă datorită unor condiții strict obiective necesită o cantitate ridicată de energie pentru reconfigurarea structurilor spațiale.

Dacă parametrul de bază care determină eficiența utilizării cărbunelui, ca o verigă tehnologică în tehnologiile agricole, este dat de posibilitatea obținerii rezultatelor pozitive în direcția reducerii gazelor cu efect de seră, atunci utilizarea cărbunelui activ trebuie reconsiderată.

Invenția de față înlătură aceste dezavantaje prin aceea ca tehnologia propusa permite obținerea de cărbune negru prin carbonizarea resturilor vegetale și administrarea acestuia în solul culturilor pomicole prin metode similare aplicabile fertilizării organice, cu câteva particularități.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unei tehnologii de producere a cărbunelui negru prin carbonizarea resturilor vegetale și de administrare a acestuia în solul culturilor pomicole în scopul obținerii unei eliberări lente azotului în forme accesibile către plante, având ca efect îmbunătățirea proprietăților fizico-chimice și biologice ale solului, inclusiv a producției pomicole.

În urma studiilor experimentale comparativ cu parcele martor, s-a constatat ca la doi ani după aplicarea cărbunelui negru, în solul tratat cu 10 kg cărbune/m², nu s-au mai izolat specii patogene de fungi din genul *Verticillium*.

Creșterea ponderii fungilor din genul *Penicillium* spp. de la 12.5% în 2009 la 25.5% în 2010, indică faptul că, în variantele în care s-a aplicat cărbune negru vegetal în doză de 10 kg/m² are loc stimularea dezvoltării fungilor cu proprietăți antagoniste împotriva genurilor patogene precum *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp. și *Fusarium* spp. ș.a.

Cărbunele negru permite adsorbția azotului la suprafața și în pori, cât și eliberarea lentă a compușilor cu azot accesibili plantelor. Acesta funcționează ca rezervor sau suport pentru nutrienți și apă, evitându-se dezavantajele legate de pierderea azotului prin levigare și poluarea solului și a apelor freatice cu nitrați și nitriți. În urma aplicării tratamentului a avut loc o creștere a azotului total de 0.2 – 3.5 ori și o creștere a acidității, datorită adsorbției de azot nitric și amoniacal, în cazul dozelor de 5-10 kg/m².

Reacția neutră a cărbunelui a devenit acidă datorită adsorbției de azot nitric și amoniacal

Avantajele invenției sunt următoarele:

- permite utilizarea resturilor vegetale și a culturilor realizate în parcelele în „odihnă”, specifice culturilor perene;
- administrarea în sol a cărbunelui negru asigură fixarea azotului și eliberarea constantă sau cvasiconstantă a acestuia către plante pe o perioadă de până la 10-15 ani;
- se evită pierderea unor cantități mari de azot prin levigare și, ca urmare se evită poluarea solului cu nitriți și nitrați, frecventă la fertilizarea cu îngrășăminte chimice și chiar cu îngrășăminte organice, mai ales în cazul culturilor perene;
- permite ameliorarea proprietăților fizice ale solului (textură, structură, grad de aeratie, etc)
- asigură stimularea dezvoltării fungilor cu proprietăți antagoniste împotriva genurilor patogene;

- permite îmbunătățirea proprietăților chimice și biologice ale solului.
- permite asigurarea unei producții de fructe ridicate, cu sporuri de cca 20-30% și de calitate superioară.
- asigură limitarea emisiilor de CO₂

În continuare se dă un exemplu de realizare a invenției în legătura cu fig.1-10, unde:

Fig. 1- reprezintă o vedere din fata a cuptorului de obținere a cărbunelui negru, vegetal, unde:

- 1- tabla de inox.
- 2- strat termoizolant din vata minerala;
- 3- cărămida termoizolanta ușoara;
- 4- cărămida refractara;
- 5- mortar;
- 6- bare de silită;
- 7- termocuplu TC;
- 8- șubar;
- 9- țeava de injecție CO₂.

Fig. 2- reprezintă o vedere laterală a cuptorului .

Fig. 3- reprezintă textura inițială a resturilor vegetale pomicole;

Fig. 4- reprezintă textura după carbonizare a resturilor vegetale pomicole;

Fig. 5- reprezintă textura inițială a resturilor vegetale uscate și mărunțite din porumb;

Fig. 6- reprezintă textura după carbonizare a resturilor din porumb;

Fig. 7- diagrama corelației dintre producția de fructe și doza administrată de cărbune negru;

Fig. 8-Schema fluxului tehnologic, conform invenției.

Tehnologia de producere a cărbunelui negru prin carbonizarea resturilor vegetale și de administrare a acestuia în culturile pomicole este etapizată astfel:

- pregătirea materiei prime vegetale, reprezentată de biomasa provenită din cultura de porumb și care constă în tocarea mecanică pe utilaje tip TCU, la dimensiuni de 10-15 cm, ulterior fiind uscate natural sau în cuptorul electric prezentat în fig. 1 și 2, la o temperatură de cca. 175°C.
- încărcarea în cuptor a unei cantități de cca 0,6-0,7 m³, distribuite uniform pe 4 tăvi etajate;
- carbonizarea în cuptor în atmosfera controlată de CO₂ la o presiune de 1-1,25 bar, la o temperatură de cca. 330-365°C, timp de cca. 3 – 3,5 ore;
- răcirea și evacuarea cărbunelui negru vegetal;
- împrăștierea mecanizată cu utilaje specializate uzuale, tip MIG 5, pe toată suprafața înainte de înființarea plantațiilor noi, în doze de 60-80 t/ha, în funcție de specia pomicolă, portaltol și tipul de sol, sau,
- împrăștierea semimecanizată, în cazul plantațiilor pe rod, prin aruncare manuală, pe ambele părți, simetric de-a lungul rândului de pomi pe o bandă de cca. 1-1,2 m, într-o doză de 20-40t/ha, o dată la 5-6 ani;
- administrarea în sol la o adâncime de 30-40 cm, prin lucrarea de arătura adâncă, în cazul terenurilor pe care se înființează culturile pomicole, sau;
- administrarea în sol la o adâncime de max. 15-20 cm, în cazul plantațiilor pe rod, toamna, mecanizat, cu ajutorul secției universale cu discuri pentru lucrarea solului în vecinătatea rândului, tip SUD 4.

Având în vedere scăderea cantităților de resturi vegetale specifice culturilor intensive și cantitatea mare de biomasa necesară obținerii cărbunelui negru se utilizează porumb cultivat la densități mari de 120000 plante/ha pentru biomasă. Cultura de porumb se realizează pe parcelele în „odihnă”, care respectă timpul de pauză de 3-5 ani între defrișarea și înființarea unei noi culturi pomicole pe același amplasament, pentru a se evita consecințele negative ale fenomenului de oboseală a solului.

S-a ales cultura porumbului pentru biomasă deoarece:

- cantitatea de biomasă la unitatea de suprafață la cultura de porumb este de peste 10 ori mai mare decât cea obținută din resturile vegetale din cultura pomicolă;
- randamentul de obținere a cărbunelui negru este mai mare cu 26% la cultura de porumb față de resturile vegetale pomicole;
- chiar dacă prin ambele metode de obținere a cărbunelui negru costurile totale sunt sensibil egale, metoda obținerii din porumb este net superioară, obținându-se de 20 ori mai mult cărbune decât în varianta obținerii din resturi vegetale pomicole, așa cum rezulta din tabelul 2, 3, 4 și 5 prezentate în continuare.

Astfel, în tabelul 2 sunt prezentate randamentele de obținere a cărbunelui negru din resturile vegetale provenite din culturile de măr, având o densitate de 3076 pomi/ha, imediat după recoltare și după uscare.

Tab. 2

Biomasă	Randamentul de obținere a cărbunelui negru
La recoltare	23%
După uscare	32%

Este evident, că după uscare, randamentul de obținere a cărbunelui negru din biomasă obținută din resturi vegetale pomicole uscate, crește până la 32%

De precizat faptul că resturile vegetale din cultura mărului, în momentul secvenței tehnologice tăieri de întreținere, au un conținut de cca. 60% apă, iar după uscarea naturală sau artificială, conținutul de apă ajunge la 20-30%.

Tab. 3

Biomasă	Randamentul de obținere a cărbunelui negru
La recoltare	23%
După uscare	32%

În urma prelevărilor din cultura pomicolă de măr, uscare în aer liber și laborator până la umiditate de 27%, a rezultat o masă vegetală uscată cuprinsă între 0,300 kg pom și un maxim de 1,500 kg pom, cu o medie de 0,820 kg/pom.

Tab.4

Biomasă	Cantitatea medie de biomasă (Kg)	Cărbune negru obținut (Kg)	Randamentul de obținere a cărbunelui negru (%)
La un pom	0,820	0,262	32
La hectar (3076 pomi)	2522	807	32

În cazul biomaselor obținute din cultura de porumb, cu o densitate de 120000 plante/ha randamentul de obținere al cărbunelui negru variaza în funcție de momentul recoltării și de conținutul de boabe. La recoltarea în câmp biomasă totală obținută are un conținut de 58% apă

Tab.5

Biomasă- cultura porumb	Randamentul de obținere a cărbunelui negru
Boabe. la recoltare	30%
Boabe. după uscare	70%
Biomasă totală minus boabe. la recoltare	19%
Biomasă totală minus boabe. după uscare	45%

În tabelul 6 sunt prezentate randamentele de obținere al cărbunelui negru din biomasa uscată provenită din cultura porumbului, pentru diverse forme de prezentare ale acesteia: numai boabe, biomasa totală fără boabe și biomasa totală.

Se remarcă în mod evident randamentul superior de obținere al cărbunelui negru de 58%, în cazul biomasei totale uscate provenite din cultura porumbului, un randament net superior celui de 32% obținut în cazul biomasei uscate provenite din resturile vegetale pomicole, ceea ce reprezintă o creștere este de peste 82%.

Tab. 6

Biomasă după uscare	Cantitatea medie de biomasă (Kg/ha)	Cărbune negru obținut (Kg/ha)	Randamentul de obținere a cărbunelui negru (%)
Boabe	14570	10200	70
Biomasă totală minus boabe	13130	5900	45
Biomasă totală	27690	16060	58

Acest argument al randamentului de obținere al cărbunelui negru din cele două biomase a stat la baza tehnologiei de producere a cărbunelui negru prin carbonizarea resturilor vegetale și de administrare a acestuia în culturile pomicole, având ca materie primă biomasa totală provenită din culturile de porumb, special înfrîntate, cu o densitate de 120 000 plante/ha.

Conform invenției, materia primă reprezentată de biomasa totală provenită din cultura porumbului, este uscată de preferință în aer liber sau în cuptorul electric prezentat în fig. 1 și 2, la 175 °C, apoi este mărunțită în fragmente cu lungimea de 10-15 mm, așa cum s-a menționat mai sus, în vederea menținerii texturii inițiale poroase a organelor vegetale componente și după ardere, așa cum sunt prezentate în fig. 5 și 6. În felul acesta se poate realiza un material carbonic cu o porozitate și o suprafață specifică ridicată, comparativ cu materia primă vegetală provenită din resturile culturilor pomicole, prezentate în fig. 3 și 4.

Cuptorul electric utilizat, conform figurii 1, este compus dintr-o carcasa exterioară de oțel inox (1), un strat termoizolant din vată minerală (2), din captuseli din cărămidă ușoară (3) și refractara (4), fixate cu ajutorul mortarului (5). Încălzirea se realizează prin intermediul barelor de silita (6), temperatura fiind controlată prin intermediul unui termocuplu TC (7) adecvat domeniului de până la 1300°C. În timpul procesului subarul (8) este închis, astfel încât să poată fi injectat dioxidul de carbon la o presiune de 1,1-1,25 bar, care permite arderea fără flacără a materiei prime. Temperatura se reglează manual, prin variația unghiului de comandă al tiristoarelor. Capacitatea cuptorului este de 1m³ și o putere instalată de 22 kw/380V.

O șarjă de aproximativ 0,6-0,7 m³ de resturi vegetale provenite din cultura porumbului se realizează în aproximativ 3 – 3,5 ore.

De menționat ca pentru accelerarea procesului de răcire al cărbunelui negru rezultat, coșul cuptorului nu mai este obturat de subarul (8)
In tabelul 3 sunt prezentate datele privind timpul de carbonizare optim a biomasei vegetale provenind din cultura de porumb, recolta 2009.

Tab.7

Condiții de lucru

- Masă initială luată în lucru pentru fiecare determinare thiomasă necarbonizată: 1000 g
- Presiunea de lucru: 1,25 atm
- Mediul de lucru: CO₂

250°C											
	15 min	20 min	25 min	30 min	35 min	40 min	45 min	50 min	55 min	60 min	
	890 g	840 g	750 g	610 g	520 g	430 g	400 g	370 g	350 g	350 g	
275°C											
	15 min	20 min	25 min	30 min	35 min	40 min	45 min	50 min	55 min		
	880 g	820 g	710 g	580 g	500 g	400 g	380 g	350 g	350 g		
300°C											
	10 min	15 min	20 min	25 min	30 min	35 min	40 min				
	860 g	800 g	610 g	420 g	390 g	350 g	330 g				
325°C											
	10 min	15 min	20 min	25 min	30 min	35 min					
	840 g	730 g	550 g	390 g	350 g	340 g					
350°C											
5 min	10 min	15 min	20 min	25 min							
880 g	790 g	530 g	350 g	330 g							
375°C											
5 min	10 min	15 min	20 min								
860 g	710 g	410 g	310 g								
400°C											
5 min	10 min	15 min	20 min								
800 g	590 g	360 g	300 g								

In tabelul 8 sunt prezentate intervalele de timp optime de carbonizare, corespunzătoare unei mase de 1 kg de biomasa vegetala provenind din porumb , după cum urmează:

Tab. 8

Temperatura	250°C	300°C	350°C	400°C
Interval de timp	38-39 min	24-25 min	17-18 min	12-13 min

Analizele de laborator au confirmat faptul ca, produsul obținut, cărbunele negru, are o densitate de 0,4 g/cm³, fiind fragil și poros, cu un conținut de peste 80 % carbon, cu o suprafață specifică de 35 cm²/g și un indice pH de 6,4 - 7,0.

În timpul procesului de carbonizare a biomasei , în faza de început se evaporă apa, apoi substanțele ușor volatile urmate de devolatizarea gazelor ușoare și a gudronului. Aceste substanțe volatile, care sunt compuse în principal din hidrocarburi, au un conținut ridicat de azot. În timpul procesului de

carbonizare nu se formează compuși de tipul NO_x.

Din constituenți chimici ai biomasei procesate pentru producerea cărbunelui negru sunt de interes: celuloza din resturile vegetale pomicole, amidonul și celuloza din biomasa obținută din cultura de porumb. Celuloza reprezintă cca. 50% din masa lemnoasă a pomilor maturi și cca. 25-30% din masa lemnoasă a ramurilor vegetale care constituie biomasa cu titlul de resturi vegetale rezultate din culturile pomicole. Biomasa totală obținută din cultura intensivă de porumb cuprinde:

- boabe cu un conținut de 65-70% amidon ;
- tulpini și alte resturi vegetale cu un conținut de cca. 45% celuloză.

Randamentul tehnologic de conversie a celulozei sau a amidonului în carbune vegetal este aproximativ egal.

Cărbunele obținut din resturi vegetale rezultate din culturile pomicole prezintă un randament variabil în funcție de tipul de lemn, conținutul de apă, de temperatură. Lemnul proaspăt are un conținut de 40-60% apă și de aceea, înainte de carbonizare, trebuie uscat fie în aer, sau prin alte procedee, până la înjumătățirea conținut de apă. Dacă se pleacă de la lemn uscat, se poate atinge un randament de carbonizare de 25 - 35%. Practic, cărbunele vegetal poate fi considerat un produs grosier, având în vedere faptul că fracțiunile 5-20 mm reprezintă peste 60%. Cărbunele negru, obținut conform invenției, se poate administra pe toată suprafața înainte de plantarea pomilor odată cu pregătirea terenului pentru înființarea plantației sau în livezile pe rod de-a lungul rândului de pomi pe o bandă cu lățimea de 1 – 1.2 m. La înființarea plantațiilor se recomandă doze de 60-80 t/ha, în funcție de specie, portaltioiul ce se vor planta și de tipul de sol, aplicate cu mașina de împrăștiat gunoi tip MIG 5, prin împrăștiere pe suprafața solului și se încorporează în sol prin arătură adâncă, la 30-40 cm adâncime.

În livezile pe rod se aplică doze de 20-40 t/ha odată la 5-6 ani, în funcție de specie, portaltioi și tipul de sol, în mod identic cu aplicarea gunoiului de grajd, semimecanizat. Se recomandă administrarea toamna, de-a lungul rândului de pomi pe o bandă cu lățimea de 1-1.2 m, prin aruncarea manuală din remorcă, urmată de încorporarea mecanizată prin lucrarea solului pe rândul de pomi cu secția universală cu discuri pentru lucrat solul în vecinătatea rândului tip SUD 4, la 15-20 cm adâncime. Aplicarea cărbunelui are ca efect creșterea conținutului de azot total față de martorul netratat de 1.5 – 3.5 ori în funcție de doză și adâncimea de plantare. De asemenea, la doi ani de la aplicarea tratamentului producția de fructe a înregistrat creșteri de 11.7 – 14.2 t/ha respectiv, sporuri de 24 – 28% la dozele experimentale cuprinse între 5-10 kg m⁻², față de martorul netratat.

În tabelul 9 sunt prezentate rezultatele analizelor efectuate în ceea ce privește influența dozelor de cărbune asupra conținutului de carbon organic din sol, din care rezulta în mod evident o creștere a conținutului de carbon organic din sol cu 56-92 %, fata de solul martor și în funcție de adâncimea de administrare.

Tab. 9

Nr. crt.	Adâncimea (cm)	Varianta	Carbon organic total (%)	Creșterea carbonului față de martor (%)
1	0-20	Sol Martor 1	1.22	-
2		Sol+1 Kg cărbune/m ²	1.90	56
3		Sol+5 Kg cărbune/m ²	2.07	69
4		Sol+10 Kg cărbune/m ²	2.19	79
5	0-40	Sol Martor 2	1.20	-
6		Sol+1 Kg cărbune m ²	1.91	59
7		Sol+5 Kg cărbune/m ²	2.04	70
8		Sol+10 Kg cărbune m ²	2.30	92

În tabelul 10 sunt prezentate rezultatele analizelor efectuate în ceea ce privește influența dozelor de cărbune asupra conținutului de azot total din sol din care rezulta în mod evident o creștere a conținutului de carbon total din sol cu 17-250 %, fata de martorul și în funcție de adâncimea de administrare.

Tab. 10

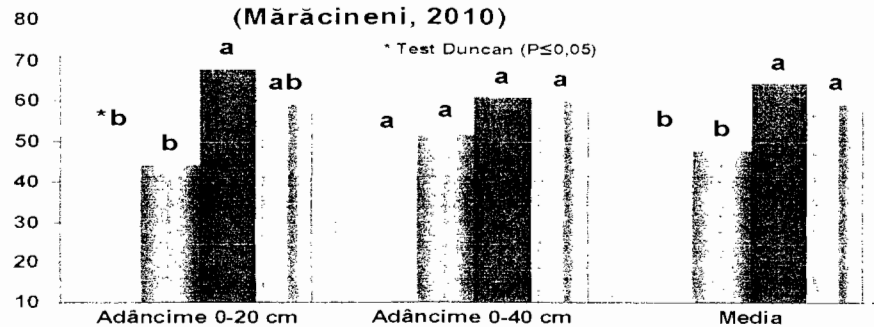
Nr. crt.	Adâncimea cm	Varianta	Azot total total %	Creșterea azotului total față de martor %
1	0-20	Sol Martor 1	0.12	-
2		Sol+1 Kg cărbune/m ²	0.14	17
3		Sol+5 Kg cărbune/m ²	0.20	67
4		Sol+10 Kg cărbune/m ²	0.42	250
5	0-40	Sol Martor 2	0.19	-
6		Sol+1 Kg cărbune/m ²	0.40	111
7		Sol+5 Kg cărbune/m ²	0.40	111
8		Sol+10 Kg cărbune/m ²	0.48	153

Dacă analizăm variația producției de fructe în funcție de doza de aplicare, prezentată în tabelul 9, se observa că, la doi ani de aplicarea cărbunelui negru, la ambele adâncimi de administrare ale acestuia exista tendința de creștere a producției odată cu creșterea dozei de cărbune. Astfel, fenomenul este mai evident în cazul aplicării cărbunelui pe adâncimea 0-20 cm, producția înregistrată la doza de 10 kg/m² (67,65 t/ha) este diferită din punct de vedere statistic fata de doza cea mai mică și martorul netratat (44,02 – 50,38 t/ha). În cadrul adâncimii de administrare 0-40 cm dozele de cărbune negru au indus producții mai mari, dar acestea nu sunt asigurate statistic, pentru un nivel de asigurare statistică de 5%.

Pe media adâncimii de aplicare s-au înregistrat creșteri ale producției de fructe de 11,7 - 14,2 t/ha (spor de 24 – 28%) la dozele experimentale de 5 și 10 kg m² cărbune negru, față de martorul netratat.

Tab.11

Variația producției de fructe (t/ha) în funcție de doza de aplicare a cărbunelui negru la diferite adâncimi (Mărăcineni, 2010)



Doza	Adâncime 0-20 cm	Adâncime 0-40 cm	Media
0 kg/m ²	50,38	49,56	49,97
1 kg/m ²	44,02	51,33	47,68
5 kg/m ²	67,65	60,68	64,16
10 kg/m ²	58,99	59,79	59,39

Dacă analizăm corelația dintre producția de fructe și doza de cărbune negru, la 2 ani de la aplicarea tratamentului se observă că cel mai mare coeficient de corelație a fost obținut în cazul cuantificării fenomenului într-o ecuație de regresie de tip polinom de gradul II. După cum se știe acest tip de funcție polinomială de gradul II prezintă un punct de maxim în punctul în care se anulează derivata de ordinul I. Acest punct reprezintă, din punct de vedere biologic, producția de maxim tehnic, care corespunde unei anumite doze de cărbune. Ca urmare, creșterea dozei de cărbune peste această valoare nu induce sporuri de recoltă

Calculând derivata de ordinul I se obține o ecuația de gradul I:

$$(y = -0.3556x^2 - 4.9722x - 4.5919)' = 0 \quad (1)$$

$$- 0.7112x + 4.5919 = 0$$

$X = 6.45 \text{ kg/m}^2$, care reprezintă doza de maxim tehnic

Unde,

$X =$ doza de cărbune negru, kg/m^2

$Y =$ producția de fructe, t/ha

Ca urmare putem afirma că, doza optima de cărbune negru administrat este până în doza de maxim de $6,45 \text{ kg/m}^2$, așa cum se vede în fig. 9, dar în practica se recomandă doze cuprinse între 6 și 8 kg/m^2 , în funcție de specia cultivată și de condiții pedoclimatice, în special în funcție de sol, și anume indicele de azot și conținutul în argilă. În acest intervalul recomandat doza crește la indici de azot scăzuți (sub 1,5 - 2 %) și conținut ridicat de argilă (intervalul optim privind conținutul de argilă al solului, care asigură creșterea și dezvoltarea normală a pomilor diferă în funcție de specie, de exemplu, 40 % la prun, 20-40 % la măr și 20-25 % la păr).

REVENDICARI

1. Tehnologie de producere a cărbunelui negru prin carbonizarea resturilor vegetale și de administrare a acestuia în culturile pomicele, **caracterizata prin aceea ca**, materia prima o reprezinta biomasa provenita din cultura porumbului cu o densitate de 120000 plante/ha, care comporta urmatoarele etape de prelucrare:

- pregătirea materiei prime vegetale, care consta in tocarea mecanica pe utilaje in sine cunoscute la dimensiuni de 10-15 cm, ulterior fiind uscate natural sau in cuptoare la o temperatura de cca. 175⁰C;
- încărcarea in cuptor a unei cantități de biomasa de cca. 0,6-0,7 m³, distribuite uniform pe tăvi etajate;
- carbonizarea in cuptor in atmosfera controlata de CO₂ la o presiune de 1,1-1,25 bar, la o temperatura de cca. 330-365⁰C, timp de 3 – 3,5 ore;
- răcirea si evacuarea cărbunelui negru vegetal;
- împrăștierea mecanizata cu utilaje specializate uzuale sau semimecanizata;
- administrarea in sol la o adâncime de 15-40 cm.

2. Tehnologie de producere a cărbunelui negru prin carbonizarea resturilor vegetale și de administrare a acestuia în culturile pomicele, conform revendicarii 1, **caracterizata prin aceea ca**, împrastirea carbunelui negru se efectueaza pe toata suprafata, inainte de înființarea plantațiilor noi, in doze de 60-80 t/ha, in funcție de specia pomicola, portaltol si tipul de sol.

3. Tehnologie de producere a cărbunelui negru prin carbonizarea resturilor vegetale și de administrare a acestuia în culturile pomicele, conform revendicarii 1, **caracterizata prin aceea ca**, împrastierea carbunelui negru se efectueaza in cazul plantațiilor pe rod, manual, pe ambele părți, simetric de-a lungul rândului de pomi, pe o banda de 1-1,2 m, intr-o doza de 20-40t/ha, o data la 5-6 ani

4. Tehnologie de producere a cărbunelui negru prin carbonizarea resturilor vegetale și de administrare a acestuia în culturile pomicele, conform revendicarii 1, **caracterizata prin aceea ca**, administrarea in sol a carbunelui negru, prin lucrarea de artura adanca, la o adâncime de 30-40 cm, in cazul terenurilor pe care se înființează culturile pomicele.

5. Tehnologie de producere a cărbunelui negru prin carbonizarea resturilor vegetale și de administrare a acestuia în culturile pomicele, conform revendicarii 1, **caracterizata prin aceea ca**, administrarea in sol carbunelui negru se efectueaza toamna, cu ajutorul secției universale cu discuri pentru lucrat solul în vecinătatea rândului, la o adâncime de 15-20 cm, in cazul plantațiilor pe rod.

6. Tehnologie de producere a cărbunelui negru prin carbonizarea resturilor vegetale și de administrare a acestuia în culturile pomicele, conform revendicarii 1, **caracterizata prin aceea ca**, carbunele negru obtinut din biomasa provenita din culturile de porumb are o densitate de 0,4 g/cm³, fiind fragil și poros, cu un conținut de peste 80 % carbon, cu o suprafată specifica de 35 cm² g si un indice pH de 6,4 - 7,0.

7. Tehnologie de producere a cărbunelui negru prin carbonizarea resturilor vegetale și de administrare a acestuia în culturile pomicele, conform revendicarii 1, **caracterizata prin aceea ca**, este aplicabila oricarei culturi agricole perene.

Fig. 1

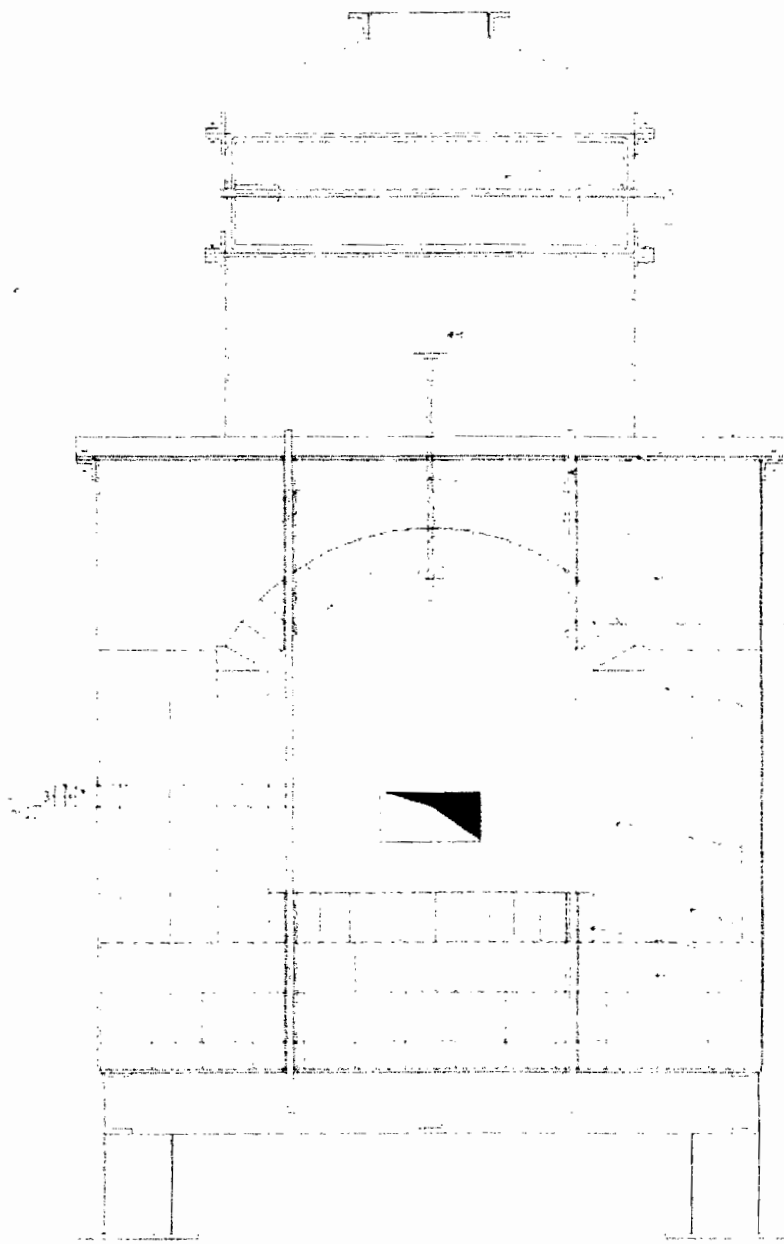


Fig. 2

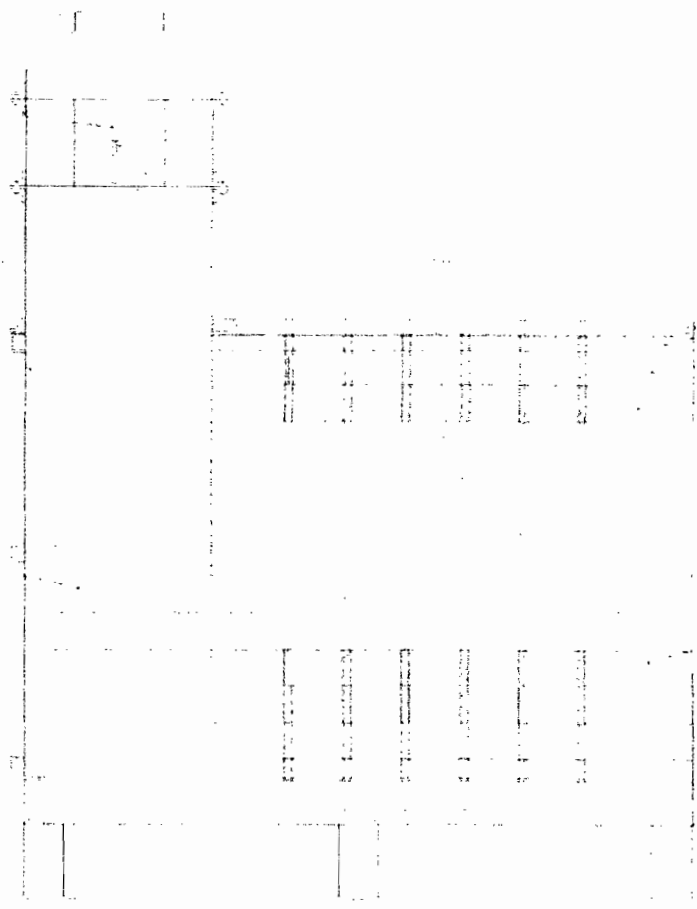


Fig.3



Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6



Fig. 7

Corelația dintre producția de fructe și doza de cărbune negru

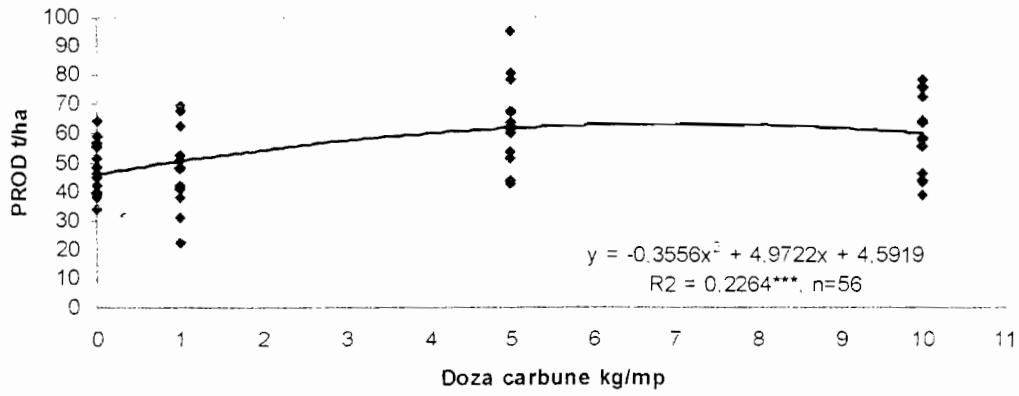


Fig. 8

