

Evaluarea potențialului stocurilor de  
biomasă solidă non-forestieră din  
România

LIFE BIO-BALANCE







Autori: Lazăr Cătălin, Petcu Elena, Cizmaș George, Petcu Victor,  
Partal Elena

<b>Action</b>	<b>C2.8</b>
<b>Deliverable</b>	<b>1 assessment on the potential of the non-forestry solid biomass stock</b>
<b>Publicity</b>	<b>Public, submitted</b>
<b>Date</b>	<b>January, 2023</b>
<b>Summary</b>	<b>Report on the potential of the non-forestry solid biomass stock in Romania developed by National Agricultural Research and Development Institute</b>

Toate drepturile rezervate. Fotografiiile și textul nu pot fi reproduse sau copiate sub nicio formă și nu pot fi distribuite fără aprobarea prealabilă a WWF România.

Acest raport a fost elaborat în cadrul proiectului LIFE20 GIC/HU/001660. LIFE Bio-Balance este finanțat prin mecanismul LIFE Climate Management and Information Program. Conținutul acestui raport este responsabilitatea WWF România și nu reprezintă poziția oficială a Uniunii Europene sau CINEA.



*Co-funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or CINEA. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.*



## Cuprins

Abrevieri.....	4
Sumar .....	5
Evaluarea disponibilității resurselor de biomasă agricolă solidă .....	5
Estimarea potențialului teoretic al biomasei agricole .....	9
Rolul resturilor vegetale în menținerea fertilității solului și a biodiversității .....	14
Identificarea bunelor practici și a măsurilor care pot consolida gradul de sustenabilitate pentru biomasă agricolă solidă.....	17
Cantitatea minimă de resturi vegetale care ar trebui încorporată în sol .....	17
Folosirea fertilizării cu îngrășăminte regenerabile .....	17
Compostul.....	18
Perdele de protecție și benzi de protecție temporare cu iarba elefantului și anghinare.....	18
Recomandări privitoare la agricultura conservativă pentru sporirea eficienței resturilor vegetale .....	24
Utilizarea culturilor de acoperire și a resturilor vegetale .....	26
Fertilizarea cu cenușa rezultată din arderea resturilor vegetale în microcentrale termice rurale, considerații asupra distanței maxime de transport a resturilor vegetale .....	28
Valorificarea biomasei agricole.....	29
Glosar .....	35
Bibliografie selectivă .....	38



## Abrevieri

**C** - carbon

**CF** – (eng. „carbon footprint”) amprenta de carbon (vezi Glosar)

**COP**, ferme ~ - ferme specializate pe culturi de câmp în principal cereale, plante oleaginoase,

**FESPB** – „Federation of European Societies of Plant Biology” federația societăților europene de biologia plantelor

**Gg** – Giga ( $10^9$ ) grame

**GHG** -gaz cu efect de seră (eng. „greenhouse gas” este un gaz capabil să absoarbă energie radiantă din domeniul infraroșu termal, cauzând un efect de seră  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Greenhouse\\_gas](https://en.wikipedia.org/wiki/Greenhouse_gas)

**GJ** - Giga ( $10^9$ ) jouli

**H** - Hidrogen

**Ha** - hectar ( $10\,000\text{ m}^2$ )

**Hg** - mercur

**INCD** – Institutul Național de Cercetare Dezvoltare Agricolă (eng. NARDI)

**K** - Potasiu

**Kwh** – kilowatt -oră , unitate energetică; echivalentul unei puteri de 1000 watt timp de oră sau 3.6 MJ (<https://en.wikipedia.org/wiki/Kilowatt-hour>)

**MJ** – Mega ( $10^6$ ) jouli

**N** - Azot

**NFR14/19** „Nomenclature For Reporting (CLRTAP)” format de raportare a emisiilor poluante gazease

**NM VOC** - „Non-methane volatile organic compound”

**PAC** – Politica agricolă comună europeană

**PAC Post 2020** - Planul Național Strategic PAC post 2020 (<https://www.madr.ro/planul-national-strategic-pac-post-2020.html>)

**pH** - reprezintă logaritmul zecimal cu semn schimbat al concentrației ionilor de hidrogen dintr-o soluție, indicând caracterul acid sau bazic al acesteia  
(<https://ro.wikipedia.org/wiki/PH>)

**PJ** - Peta Jouli ( $10^{15}$  jouli)

**PM 2.5** – particule materiale cu diametrul de 2,5 micrometri  
([https://www.health.ny.gov/environmental/indoors/air/pmq\\_a.htm](https://www.health.ny.gov/environmental/indoors/air/pmq_a.htm))

**PNS** - Planul Național Strategic 2023-2027 (PNS) al României (<https://apia.org.ro/planul-national-strategic-2023-2027-pns-al-romaniei/>)



**RED II** – este o directivă europeană care prevede un set de măsuri pentru atingerea unui procentaj de 27% de energie regenerabilă din totalul energiei consumate pentru electricitate, climatizare și transport până în 2030 ([https://joint-research-centre.ec.europa.eu/welcome-jec-website/reference-regulatory-framework/renewable-energy-recast-2030-red-ii\\_en](https://joint-research-centre.ec.europa.eu/welcome-jec-website/reference-regulatory-framework/renewable-energy-recast-2030-red-ii_en))

**SOC** - - (eng. „soil organic carbon”) carbonul inclus în substanțele organice din sol

**SU** – (eng. Dry matter) substanță uscată

**UE** – Uniunea Europeană

**UPOV** – (eng. International Union for the Protection of New Varieties of Plants) Uniunea internațională pentru protecția noilor varietăți de plante, elaborează seturile de descriptori pentru fiecare specie folosite pentru caracterizarea varietăților vegetale

**Zn** - Zinc



## Sumar

Aproximativ 40-60% din biomasa aeriană rămasă după recoltarea producției principale ar putea fi utilizată în scopuri industriale (în principal pentru producere de energie și în industria chimică) fără a perturba conținutul în materie organică din sol, nivelul nutrienților și structura solului. Unele categorii de terenuri, mai ales cele expuse la eroziune pot fi mai ușor afectate de reducerea resturilor vegetale încorporate în sol. Zootehnia ar trebui să aibă prioritate față de alte utilizări ale biomasei. Cenușa poate furniza unele elemente nutritive și poate fi utilizată pentru corectarea pH-ului acid al unor soluri, dar este inferioară gunoiiului de grajd. Incendiile care afectează culturile agricole pot deveni, datorită aridizării și încălzirii climatice, o sursă îngrijorătoare de reducere a biomasei disponibile și de creștere a poluării. În afară de utilizările în zootehnie, biomasa non-forestieră poate fi utilizată pentru producerea de căldură și electricitate, sinteza diferiților compuși chimici, biocombustibil și biofertilizanți.

## Evaluarea disponibilității resurselor de biomasă agricolă solidă

Culturile agricole, produc pe lângă producția principală (boabe), paie, frunze, pleavă - bunuri utile - și cantitatea de biomasă ce rămâne în miriște și rădăcini. Acestea pot fi folosite pentru furajarea animalelor sau ca materie primă în sectorul energetic. De asemenea fermierul poate alege să încorporeze paiele în sol, aceasta conducând la creșterea conținutul de carbon al solului, ceea ce are un impact asupra schimbărilor climatice.

În același timp, la ora actuală se pune tot mai mult accent pe valorificarea energetică a producției agricole secundare deoarece criza de energie în care ne aflăm adâncește și obligă civilizația contemporană în mod permanent la ample investigații privind viziunea energetică a proceselor și resurselor. Limitarea valorificării în cadrul unui anumit sistem de producție nu mai satisface actualele cerințe. În acest sens directiva EU 2018/2001<sup>1</sup> a Parlamentului European și a Consiliului promovează folosirea energiei din surse regenerabile (RED II).

Energia din surse regenerabile este energia produsă din surse non-fosile regenerabile care, considerate la o scară de timp umană, se refac în mod natural. Atât producția, cât și consumul de energie din surse regenerabile sunt în creștere în UE, dar este necesară continuarea eforturilor dacă se dorește îndeplinirea obiectivelor UE privind energia din surse regenerabile fixate, și anume ca ponderea acestui tip de energie în consumul final să ajungă la 20 % până în 2020 și la cel puțin 27 % până în 2030.

Agricultura nu numai că furnizează materie primă sectorului energetic, ci trebuie să producă și alimente și furaje și în același timp să și protejeze natura, biodiversitatea, levigarea nutrienților și bazinul de carbon al solului.

Teoretic, utilizarea biomasei vegetale ar trebui să fie cel puțin neutră din punct de vedere climatic deoarece resturile vegetale nu pot elibera mai mult dioxid de carbon în atmosferă de cât au absorbit pe care îl imobilizează pe parcursul sezonului de vegetație.

<sup>1</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=EN>



Desigur, problema este mai complicată deoarece în funcție de destinația resturilor vegetale se eliberează cantități variabile de gaze cu efect de seră (GHG) care pot, sau nu, să fie neutralizate, iar **activitățile agricole în sine se desfășoară cu un consum de energie**, dar pe de altă parte carbonul din rădăcini este sechestrat pentru o perioadă mai lungă de timp dacă procesele de humificare se desfășoară în condiții optime.

Un studiu efectuat în nord-estul Chinei (Song și colab., 2021), pe culturi neirigate de porumb după porumb a arătat că în amprenta de carbon (CF) a activităților agricole a fost raportată o sechestrare a carbonului de 2434–2707 kg CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> fertilizarea cu azot contribuind cu 66–80% la CF. Balanța carbonului a fost totuși pozitivă atunci când resturile vegetale nu au fost îndepărtate deoarece au fost sechestrate 9633 kg CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>.

Referitor la consumurile energetice din agricultura în câmp deschis la nivel european acestea, după o estimare din 2022 (Paris și colab., 2020), depășesc 1435 PJ<sup>2</sup> aproximativ 3,7% din totalul consumului anual de energie din UE, majoritatea provenind încă din resurse neregenerabile.

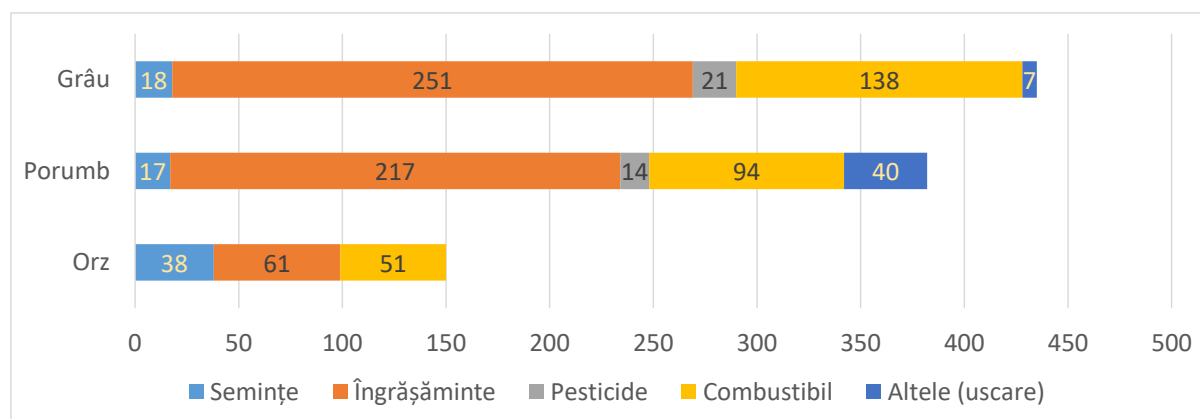


Fig. 1 Energia utilizată pentru cultura principalelor cereale în EU27 în PJ (Paris și colab., 2020)

Din analiza costurilor energetice pentru cultura cerealelor (Fig. 1) la nivel UE 27 se observă că îngrășămintele și combustibilii dețin 84% din energia utilizată, procentaj care se regăsește și în cazul culturilor oleaginoase (Fig. 2). Se estimează că la nivel european pentru producerea unui kilogram de grâu sunt necesari 3,37 MJ iar energia utilizată pentru cultivarea unui hectar de grâu este de 15,08 GJ (Paris și colab., 2020). Este de așteptat ca în România cheltuielile energetice să fie aproximativ la același nivel deoarece marile ferme încearcă să utilizeze o tehnologie comparabilă cu cea vestică iar fermierii cu o putere financiară mai mică deși folosesc utilaje mai puțin performante cu un consum mai mare de combustibil la hectar, nu reușesc (mai ales în ultimul an) să achiziționeze suficiente îngrășăminte anorganice.

<sup>2</sup> Peta Jouli (10<sup>15</sup> jouli)

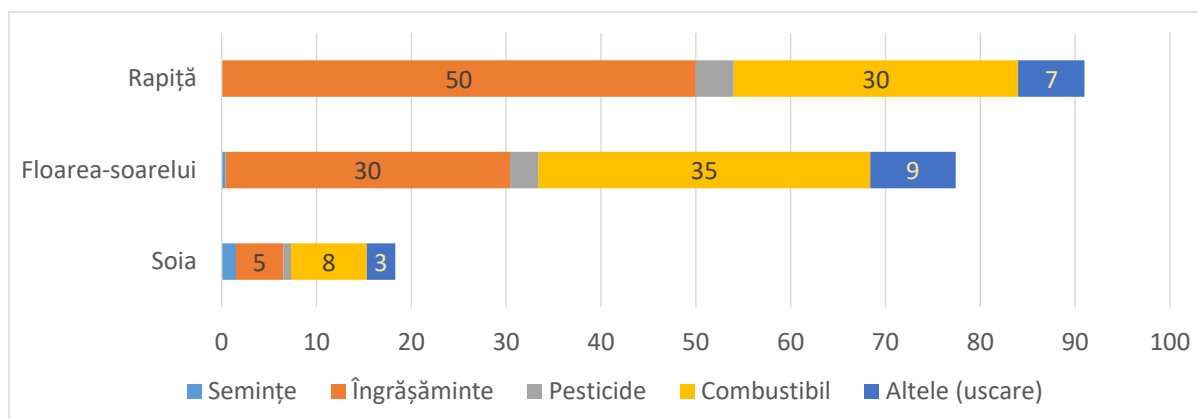


Fig. 2 Energia utilizată pentru cultura principalelor plante oleaginoase în EU27 în PJ (Paris și colab., 2020)

Pentru România câteva informații referitoare la echivalentul energetic al unor produse și activități agricole sunt prezentate în Tabelul 1. Potențialul total al câștigului de biomasă din fermele specializate pe cereale, oleaginoase și plante proteice (ferme de tip COP) din România este estimat la 18121 milioane Kwh, fermele cu dimensiuni medii (200 ha) având o contribuție mai mare decât cele mici (2 ha) sau mari (1000 ha) considerate separat (Cofas și Bălăceanu, 2023).

Tabel 1 Echivalentul energetic al unor produse și activități agricole (Ursu și Nicolescu citați de Cofas și Bălăceanu, 2023)

Specificație	U.M.	Energia echivalentă (kWh)
Muncă fizică	ore-om	0.074
Electricitate	kWh	1.000
Motorină	litri	12.153
Benzină	litri	12.211
Azot (substanță activă)	kg	25.700
Fosfați (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> substanță activă)	kg	5.650
Potasiu (K <sub>2</sub> O substanță activă)	kg	4.125
Gunoși de grajd	kg	0.190
Pesticide și erbicide	kg	30 - 116
Tractoare, camioane, combine	kg	20.000
Mașini agricole de complexitate medie	kg	17.000
Mașini agricole de complexitate mică	kg	15.120
Irigații	kWh	10.320

Tabel 2 Potențialul pentru câștigul net de energie de biomasă pentru ferme de tip COP din România în milioane de kWh (din Cofas și Bălăceanu, 2023)

Mărimea medie a fermei în hectare	20	200	1000	Estimare totală ferme COP din România
Număr de ferme	60000	8000	850	
<b>Câștigul net de energie din biomasă</b>	<b>6231,1</b>	<b>7839,7</b>	<b>4050,8</b>	<b>18121,6</b>





Doar cu câteva decenii în urmă, paiele au fost considerate ca și un reziduu problematic, de care fermierii doreau să scape cât mai repede posibil. Paiele care nu se foloseau la hrănirea animalelor sau ca și strat de așezat sub ele, de obicei se ardeau pe câmp după recoltare. Totuși, din anul 1999 (Ordin 1023/1999<sup>3</sup>) arderea pe câmp a vegetației a fost interzisă. În alte țări s-au căutat modalități de folosire a paielor cu scop energetic, dar în România preocupările sunt de dată recentă. Un bun exemplu este Danemarca, care a devenit lider global cu circa 10% la producția de energie regenerabilă (Venturini și colab., 2019). În acest moment paiele sunt folosite, în primul rând, ca și combustibil la centrale individuale la ferme, ca și centrale termice în districte, și în centrale mari electrice și de cogenerare. Pe viitor odată cu maturarea și eficientizarea costurilor tehnologiilor, o parte din resturile vegetale ar putea fi folosite și la producerea de combustibil lichid „bio” (aproximativ 300 L de etanol pe tonă după datele menționate de Glithero și colab. în 2013) și a gazelor regenerabile ca și precum materie primă pentru diferite produse și materiale „bio”.

În România utilizarea paielor în scop energetic este destul de redusă deoarece punctele de valorificare sunt puțin numeroase și investițiile în domeniu sunt încă timide iar transferul de tehnologie este lent la fel ca și studiile tehnice necesare pentru optimizările locale.

Cu toate acestea, manipularea și transportul paielor poate fi foarte scumpă, așa că, chiar dacă resursele sunt abundente, este posibil să nu se realizeze o economie care să stimuleze folosirea paielor. În timp ce lemnul energetic a devenit astăzi o marfă internațională, paieele sunt în principal comercializate local. În principiu, nimic nu împiedică vânzarea peletelor de paie peste granițe, dar acest lucru nu se întâmplă cu adevărat și în plus cerințele rurale energetice nu sunt pe deplin satisfăcute la nivel local.

Totuși, întrebarea este cât de precis este estimat surplusul de paie și cât de mult poate varia surplusul de la un an la altul. Cu cât este nevoie de mai multe paie pentru producerea de energie, cu atât devine mai important ca predicțiile să se dovedească corecte pentru a asigura aprovizionarea. Consumul de paie pentru furaje și așternuturi poate varia foarte mult de la un an la altul, dar pe o perioadă mai lungă de timp nu există variații mari. O tendință crescută ca paieele să rămână pe câmp poate reduce aprovizionarea cu paie în scopuri energetice - mai ales dacă inițiativele pentru a încorpora paieele în pământ se vor face la nivel politic. Suprafața folosită pentru cereale s-a dovedit a fi relativ constantă, deși pot exista variații semnificative ale producției de la an la an.

---

<sup>3</sup> <https://legislatie.just.ro/Public/DetaliuDocumentAfis/21119>



## Estimarea potențialului teoretic al biomasei agricole

Deși există variații mari în funcție de genotip și condițiile de vegetație, se poate considera că în medie, masa supraterană a plantelor de grâu este reprezentată în proporție de 51% de boabe, 32% de către tulpini (paie), 11% palee și ariste (pleavă) și 6% frunze și lăstari morți<sup>4</sup>.

Metodologia de prelucrare pentru acest raport a constat în extragerea datelor statistice de pe site-ul Institutului național de statistică (INS) pentru producțiile județene de grâu, orz și porumb boabe<sup>5</sup> pentru anii 2012 -2021 și înmulțirea acestora cu coeficienții 0,8 pentru grâu și 0,7 pentru orz (Wieser și colab., 2014). Indicele mediu de recoltă („average harvest index”) pentru condițiile din România este de 0.4, deci coeficientul de transformare este de 1,5.

Media producției totale de paie de grâu pentru 10 ani este 6,71 milioane de tone (Tabel 3), cea de paie de orz este de 0,786 milioane de tone (Tabel 4), iar cea de porumb este 18,65 milioane de tone (Tabel 5) iar trendul este ascendent.

*Tabel 3 Producția estimată de paie de grâu (în mii de tone) pentru diferite UAT-uri din România (prelucrări pe baza datelor INS)*

UAT \ AN	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>TOTAL</b>	4238.2	5837.1	6067.9	6369.9	6744.9	8028.0	8114.9	8237.7	5113.9	8347.0
<b>MACROREGIUNEA UNU</b>	442.3	603.0	648.2	724.0	666.4	788.4	802.4	772.1	751.2	860.1
<b>Reg. NORD-VEST</b>	280.7	364.4	377.9	456.4	391.1	486.4	494.5	474.9	477.9	534.4
<b>Bihor</b>	137.5	194.7	197.1	266.2	192.3	269.6	268.3	294.5	295.5	282.4
<b>Bistrita-Nasaud</b>	7.8	5.5	6.6	7.7	7.8	10.1	9.8	10.6	10.1	11.7
<b>Cluj</b>	21.6	25.5	30.7	31.5	35.2	38.3	35.9	37.7	28.9	43.6
<b>Maramures</b>	5.5	6.0	7.0	7.8	7.9	9.8	11.9	9.9	8.4	10.9
<b>Satu Mare</b>	97.3	118.2	121.9	127.6	130.7	139.5	149.1	103.2	110.3	160.0
<b>Salaj</b>	11.1	14.5	14.6	15.6	17.2	19.1	19.6	19.0	24.6	25.8
<b>Regiunea CENTRU</b>	161.6	238.6	270.2	267.6	275.3	302.0	307.9	297.2	273.3	325.7
<b>Alba</b>	28.1	47.0	55.8	53.5	54.7	53.0	61.3	53.2	40.4	49.0
<b>Brasov</b>	32.7	39.5	42.3	29.7	31.5	29.6	27.2	24.9	19.8	29.7
<b>Covasna</b>	35.6	48.2	52.1	50.0	55.8	87.9	79.6	77.1	61.8	77.6
<b>Harghita</b>	14.0	17.5	21.7	24.9	27.2	27.6	26.9	27.1	29.2	43.8
<b>Mures</b>	39.2	69.4	79.5	92.3	89.3	87.0	96.5	101.5	105.1	104.7
<b>Sibiu</b>	12.1	17.0	18.8	17.1	16.8	16.9	16.4	13.4	17.0	20.9
<b>MACROREGIUNEA DOI</b>	1216.7	1716.1	1837.3	1887.6	2097.2	2347.8	2421.8	2198.5	929.2	2668.9
<b>Regiunea NORD-EST</b>	339.0	387.7	423.2	407.2	484.5	515.1	530.3	515.8	412.6	748.9
<b>Bacau</b>	31.7	39.2	34.9	35.8	43.9	52.8	56.3	47.3	46.5	78.3
<b>Botosani</b>	44.7	58.1	66.5	59.9	66.5	91.4	93.8	95.8	86.0	121.9
<b>Iasi</b>	56.8	78.5	97.9	91.1	111.4	119.8	114.0	117.6	97.3	180.4
<b>Neamt</b>	62.3	63.1	65.1	68.5	81.7	76.2	78.8	77.3	45.6	86.6

<sup>4</sup> <<https://ahdb.org.uk/knowledge-library/the-main-components-of-yield-in-wheat> >

<sup>5</sup> < <http://statistici.insse.ro:8077/tempo-online/#/pages/tables/insse-table>>



UAT \ AN	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Suceava	25.0	30.9	39.8	36.8	47.0	61.0	75.5	64.4	58.8	66.9
Vaslui	118.5	117.9	119.0	115.2	134.0	113.9	111.9	113.5	78.4	214.9
<b>Regiunea SUD-EST</b>	<b>877.7</b>	<b>1328.4</b>	<b>1414.0</b>	<b>1480.4</b>	<b>1612.7</b>	<b>1832.6</b>	<b>1891.4</b>	<b>1682.7</b>	<b>516.6</b>	<b>1919.9</b>
Braila	182.2	272.5	215.5	237.8	289.8	295.4	306.7	269.1	108.4	287.3
Buzau	90.4	234.1	270.3	274.0	183.4	225.0	232.3	234.6	80.8	252.3
Constanta	436.0	410.7	467.9	536.2	595.1	762.0	814.4	689.9	136.3	669.2
Galati	44.2	126.4	159.2	132.0	188.8	148.9	142.2	143.6	57.4	327.0
Tulcea	89.7	210.6	237.1	235.9	287.3	316.2	310.4	263.0	108.6	290.9
Vrancea	35.1	74.0	64.1	64.5	68.4	85.1	85.5	82.6	25.1	93.1
<b>MACROREGIUNEA TREI</b>	<b>1402.8</b>	<b>1868.2</b>	<b>1829.2</b>	<b>1954.6</b>	<b>1994.5</b>	<b>2455.2</b>	<b>2371.5</b>	<b>2489.8</b>	<b>1456.9</b>	<b>2414.5</b>
<b>Regiunea SUD-MUNTENIA</b>	<b>1361.2</b>	<b>1803.5</b>	<b>1769.9</b>	<b>1891.8</b>	<b>1933.4</b>	<b>2388.4</b>	<b>2310.0</b>	<b>2419.6</b>	<b>1408.1</b>	<b>2320.0</b>
Arges	167.7	116.6	102.3	100.8	109.1	151.0	119.8	164.0	116.5	177.1
Calarasi	316.6	444.8	403.6	494.7	490.9	569.5	575.7	567.8	186.5	532.3
Dambovita	54.2	83.3	81.2	72.6	79.7	110.1	93.7	103.5	69.9	84.8
Giurgiu	179.9	270.3	264.5	275.3	231.8	309.5	328.5	333.2	263.6	338.6
Ialomita	230.9	363.8	377.8	421.1	431.7	480.4	464.4	446.1	132.8	438.8
Prahova	65.5	105.1	106.5	109.4	126.0	121.9	102.5	146.1	69.3	127.4
Teleorman	346.3	419.7	434.0	417.9	464.3	646.1	625.4	658.8	569.5	621.0
<b>MACROREGIUNEA PATRU</b>	<b>1176.3</b>	<b>1649.9</b>	<b>1753.3</b>	<b>1803.8</b>	<b>1986.8</b>	<b>2436.6</b>	<b>2519.3</b>	<b>2777.3</b>	<b>1976.6</b>	<b>2403.5</b>
<b>Regiunea SUD-VEST OLTEA</b>	<b>596.7</b>	<b>877.0</b>	<b>977.2</b>	<b>968.0</b>	<b>1060.0</b>	<b>1533.4</b>	<b>1555.8</b>	<b>1549.7</b>	<b>1169.9</b>	<b>1495.1</b>
Dolj	304.0	396.8	442.0	455.4	531.1	715.2	725.3	715.8	529.3	756.1
Gorj	15.7	21.1	22.3	22.1	23.7	34.7	35.1	28.8	29.5	34.0
Mehedinti	43.1	97.2	106.2	102.7	128.8	174.9	177.3	164.8	123.0	154.4
Olt	213.7	331.8	373.8	363.6	352.3	575.6	586.9	602.1	461.8	523.2
Valcea	20.3	30.0	32.9	24.2	24.1	33.0	31.2	38.2	26.2	27.4
<b>Regiunea VEST</b>	<b>579.6</b>	<b>772.9</b>	<b>776.1</b>	<b>835.8</b>	<b>926.7</b>	<b>903.2</b>	<b>963.5</b>	<b>1227.6</b>	<b>806.8</b>	<b>908.4</b>
Arad	174.5	223.9	254.8	258.8	326.1	272.4	312.8	548.9	210.4	333.1
Caras-Severin	26.5	30.3	36.8	29.3	46.9	55.0	62.4	65.6	72.2	53.6
Hunedoara	12.1	16.5	18.8	21.6	25.0	26.5	26.4	25.0	27.4	28.3
Timis	366.4	502.2	465.7	526.2	528.7	549.4	561.9	588.0	496.8	493.4

Tabel 4 Producția estimată de paie de orz (în mii de tone) pentru diferite UAT-uri din România (prelucrări pe baza datelor INS)

UAT \ AN	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>TOTAL</b>	<b>378.7</b>	<b>651.4</b>	<b>759.9</b>	<b>750.9</b>	<b>887.4</b>	<b>890.2</b>	<b>893.6</b>	<b>938.3</b>	<b>593.1</b>	<b>1115.7</b>
<b>MacroReg. UNU</b>	<b>19.4</b>	<b>39.3</b>	<b>41.0</b>	<b>46.6</b>	<b>58.5</b>	<b>61.7</b>	<b>64.1</b>	<b>54.9</b>	<b>36.3</b>	<b>43.3</b>
<b>Reg. NORD-VEST</b>	<b>12.9</b>	<b>29.9</b>	<b>29.2</b>	<b>33.9</b>	<b>42.9</b>	<b>45.9</b>	<b>47.5</b>	<b>40.8</b>	<b>21.3</b>	<b>26.0</b>
<b>Bihor</b>	<b>6.9</b>	<b>22.2</b>	<b>19.5</b>	<b>23.0</b>	<b>30.1</b>	<b>30.7</b>	<b>32.5</b>	<b>26.5</b>	<b>10.8</b>	<b>12.5</b>
<b>Bistrita-Nasaud</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>	<b>0.3</b>	<b>0.2</b>	<b>0.2</b>	<b>0.4</b>	<b>0.2</b>	<b>0.2</b>	<b>0.7</b>





UAT \ AN	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Cluj	1.1	1.7	2.3	1.6	1.9	1.7	2.1	2.7	2.4	3.2
Maramures	0.2	0.7	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2	1.1	0.7	0.7
Satu Mare	4.1	4.5	5.9	7.0	8.0	10.2	9.2	8.8	5.9	6.5
Salaj	0.5	0.8	0.8	1.4	1.9	2.1	2.1	1.5	1.5	2.6
Reg. CENTRU	6.5	9.4	11.9	12.7	15.6	15.8	16.6	14.2	15.0	17.3
Alba	1.8	2.6	2.9	2.3	3.3	2.5	3.4	3.1	2.7	3.6
Brasov	0.9	1.0	1.0	1.3	1.2	1.5	1.6	1.5	2.1	2.5
Covasna	0.6	0.9	1.0	0.9	1.1	1.3	1.3	1.2	1.1	1.2
Harghita	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6
Mures	2.3	4.0	5.2	7.1	8.4	7.8	8.5	7.1	7.8	7.6
Sibiu	0.6	0.7	1.5	0.7	1.2	2.2	1.3	0.9	0.7	1.9
MacroReg. DOI	124.5	202.8	255.8	261.2	331.9	321.2	341.5	348.4	143.8	504.6
Reg. NORD-EST	11.5	14.4	20.7	22.2	27.9	29.2	30.0	29.9	22.9	43.0
Bacau	1.1	0.7	0.7	1.2	1.5	1.5	1.8	2.0	1.3	2.4
Botosani	0.9	1.5	2.4	2.4	2.1	2.8	2.8	2.0	1.5	4.1
Iasi	3.3	3.2	4.4	3.9	6.0	7.0	6.6	9.1	6.8	13.0
Neamt	3.5	5.5	5.3	8.8	11.4	10.7	8.9	9.3	8.1	11.4
Suceava	0.9	0.9	1.4	1.8	1.7	2.0	3.6	3.3	2.9	4.7
Vaslui	1.8	2.6	6.4	4.2	5.3	5.2	6.4	4.2	2.4	7.5
Reg. SUD-EST	113.0	188.5	235.1	239.1	303.9	292.0	311.5	318.5	121.0	461.6
Braila	34.8	66.2	85.5	70.0	103.3	83.1	83.5	73.4	43.5	69.3
Buzau	2.0	13.9	15.5	17.6	11.2	13.9	14.4	15.6	6.6	18.1
Constanta	60.4	63.5	76.7	91.7	108.0	115.9	132.0	150.1	40.8	249.7
Galati	1.5	9.0	17.9	13.9	23.0	22.2	24.2	24.4	9.4	61.5
Tulcea	11.4	30.7	36.9	43.9	55.9	54.0	54.6	49.3	19.2	53.9
Vrancea	2.9	5.1	2.5	1.9	2.5	2.9	3.0	5.7	1.5	9.1
MacroReg. TREI	171.4	296.0	350.6	315.6	339.5	335.3	318.4	349.0	215.1	339.7
Reg. SUD-MUNTENIA	166.4	283.7	340.6	307.8	330.9	326.5	310.6	340.4	209.7	330.0
Arges	2.3	7.9	7.5	5.6	5.6	10.1	10.3	8.2	4.4	5.3
Calarasi	64.5	125.9	130.9	120.7	119.7	110.6	100.7	110.6	46.1	98.1
Dambovita	4.2	6.3	8.0	7.9	10.4	11.1	10.0	10.8	9.7	10.2
Giurgiu	29.5	48.0	63.0	56.0	61.2	71.3	73.4	73.0	66.0	73.3
Ialomita	24.4	41.3	56.5	53.8	58.4	50.0	48.5	51.7	14.1	67.4
Prahova	3.5	7.9	10.9	6.7	13.9	9.9	8.2	14.8	8.0	12.1
Teleorman	38.0	46.3	63.9	57.1	61.7	63.5	59.5	71.3	61.2	63.5
MacroReg. PATRU	63.3	113.2	112.5	127.5	157.5	172.0	169.7	185.9	197.8	228.0
Reg. SUD-VEST OLTENIA	32.0	58.6	76.3	91.4	109.4	128.6	127.9	135.5	124.6	162.8
Dolj	14.9	31.4	42.0	49.0	74.2	82.7	81.2	80.0	76.9	87.8
Gorj	0.7	0.8	0.9	1.0	1.3	1.7	1.8	1.8	1.2	1.2



UAT \ AN	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Mehedinti	2.8	5.7	6.5	6.5	7.5	11.0	10.9	12.3	10.1	18.2
Olt	13.4	20.1	26.4	34.2	25.6	32.2	33.2	40.5	35.5	54.7
Valcea	0.2	0.6	0.5	0.6	0.8	1.0	0.9	1.0	0.9	0.9
Reg. VEST	31.3	54.6	36.2	36.1	48.0	43.3	41.8	50.4	73.1	65.3
Arad	6.8	16.4	18.5	16.0	22.3	20.4	20.0	16.4	25.7	20.5
Caras-Severin	1.0	1.2	1.9	1.3	1.5	4.2	3.5	2.1	1.5	3.2
Hunedoara	0.5	0.7	0.9	0.8	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5
Timis	22.9	36.3	14.9	18.0	23.7	18.4	17.8	31.5	45.5	41.1

Tabel 5 Producția estimată strujeni de porumb (în mii de tone) pentru diferite UAT-uri din România (prelucrări pe baza datelor INS)

UAT \ AN	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>TOTAL</b>	8930.0	16957.6	17982.8	13532.1	16119.6	21489.1	27995.9	26148.3	15145.0	22231.0
<b>MacroReg. UNU</b>	1582.8	2608.6	3023.3	2281.2	2918.1	3660.6	4651.2	4189.9	3971.7	4142.5
<b>Reg. NORD-VEST</b>	972.4	1642.5	1839.4	1310.1	1787.4	2256.0	2930.5	2654.3	2465.5	2598.2
<b>Bihor</b>	345.8	549.3	515.6	441.3	606.5	806.1	996.9	1010.2	901.0	928.6
<b>Bistrita-Nasaud</b>	78.3	99.1	119.6	90.7	109.4	129.6	160.0	147.9	127.2	126.0
<b>Cluj</b>	146.7	203.1	327.9	198.2	299.7	288.4	504.1	382.7	351.9	364.4
<b>Maramures</b>	73.4	102.8	108.8	76.8	103.3	154.2	174.4	131.9	115.5	124.4
<b>Satu Mare</b>	255.8	558.5	640.0	400.4	542.0	696.8	889.3	806.4	767.8	857.7
<b>Salaj</b>	72.3	129.7	127.6	102.6	126.6	181.1	205.8	175.2	202.1	197.2
<b>Reg. CENTRU</b>	610.4	966.2	1183.9	971.1	1130.7	1404.6	1720.7	1535.6	1506.2	1544.3
<b>Alba</b>	125.9	230.1	367.1	314.0	356.6	402.2	489.1	379.1	421.4	415.6
<b>Brasov</b>	25.0	61.4	66.1	51.4	58.5	70.8	84.5	78.4	52.3	100.8
<b>Covasna</b>	23.8	54.8	58.0	41.2	46.4	93.7	114.2	104.4	66.0	72.2
<b>Harghita</b>	5.4	15.8	16.7	10.8	15.1	15.9	24.8	21.2	17.8	18.9
<b>Mures</b>	320.8	445.3	500.3	418.6	493.1	606.5	782.1	746.0	752.7	709.0
<b>Sibiu</b>	109.5	158.9	175.7	135.1	160.9	215.5	226.1	206.4	196.0	227.9
<b>MacroReg. DOI</b>	2725.5	6168.4	6583.6	4594.4	5393.2	7544.7	10284.8	8583.0	3981.1	9658.0
<b>Reg. NORD-EST</b>	1465.8	3085.7	3392.0	2246.1	2568.0	3710.3	4812.0	4024.8	2455.9	4245.5
<b>Bacau</b>	315.9	617.0	624.1	423.1	544.6	632.0	858.7	709.3	496.4	615.2
<b>Botosani</b>	234.5	772.3	853.1	551.9	501.0	800.9	1158.1	985.0	703.4	1110.0
<b>Iasi</b>	206.6	605.9	705.8	419.8	547.8	729.4	886.4	802.5	339.0	950.7
<b>Neamt</b>	300.8	472.1	482.8	348.8	435.9	615.8	701.7	677.4	401.8	572.8
<b>Suceava</b>	203.7	218.1	227.7	134.5	185.5	305.3	449.8	320.2	286.3	302.4
<b>Vaslui</b>	204.2	400.4	498.5	368.0	353.2	627.0	757.1	530.4	229.0	694.3
<b>Reg. SUD-EST</b>	1259.7	3082.8	3191.6	2348.3	2825.2	3834.5	5472.8	4558.2	1525.2	5412.6
<b>Braila</b>	482.2	785.6	799.3	658.1	812.6	937.1	1315.9	1432.0	674.3	1278.3
<b>Buzau</b>	216.9	595.2	667.6	533.2	635.9	825.9	1294.3	1175.9	336.2	996.0



UAT \ AN	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>Constanta</b>	125.1	293.3	336.5	259.8	294.5	503.8	685.7	536.1	114.8	395.1
<b>Galati</b>	201.6	700.5	722.3	421.5	529.2	679.4	959.1	737.3	187.5	2265.7
<b>Tulcea</b>	120.6	403.5	338.5	235.7	244.1	412.2	645.1	273.7	89.9	228.5
<b>Vrancea</b>	113.2	304.7	327.4	240.2	308.9	476.1	572.7	403.2	122.5	248.9
<b>MacroReg. TREI</b>	2101.9	3852.6	3752.6	3120.4	3011.7	4627.7	5634.4	5482.5	2730.5	4751.7
<b>Reg. SUD-MUNTENIA</b>	2083.0	3779.1	3673.9	3049.4	2939.1	4529.9	5511.5	5369.2	2663.0	4620.3
<b>Arges</b>	223.4	371.3	312.3	242.9	242.1	456.5	655.4	401.5	232.3	302.2
<b>Calarasi</b>	606.5	993.0	924.8	876.5	784.2	1066.9	1386.7	1499.1	545.5	1412.1
<b>Dambovita</b>	211.1	391.3	388.2	276.2	267.8	426.2	508.4	437.4	334.7	340.8
<b>Giurgiu</b>	204.6	432.9	421.6	319.8	286.9	446.9	561.4	494.8	317.9	328.4
<b>Ialomita</b>	468.2	806.0	814.6	707.9	649.3	1067.0	1168.7	1252.9	453.7	1438.5
<b>Prahova</b>	187.6	346.8	338.0	278.8	313.8	430.8	488.6	435.5	313.9	365.1
<b>Teleorman</b>	181.7	437.9	474.4	347.2	395.0	635.7	742.4	848.0	464.9	433.2
<b>MacroReg. PATRU</b>	2519.8	4328.0	4623.4	3536.1	4796.6	5656.2	7425.5	7892.9	4461.8	3678.8
<b>Reg. SUD-VEST OLTENIA</b>	906.3	2213.6	2167.5	1599.4	1865.1	3115.2	3543.5	2886.2	2184.1	1674.0
<b>Dolj</b>	239.0	696.0	656.1	490.4	594.2	877.1	991.9	922.9	640.7	560.6
<b>Gorj</b>	172.9	307.5	329.8	226.6	280.9	490.4	546.8	372.5	362.4	289.2
<b>Mehedinti</b>	136.4	262.1	305.6	236.3	301.9	501.1	534.3	460.1	426.1	225.5
<b>Olt</b>	268.6	604.3	586.5	454.0	436.5	878.1	1037.3	738.6	494.8	342.5
<b>Valcea</b>	89.5	343.7	289.5	192.1	251.6	368.4	433.1	392.1	260.1	256.2
<b>Reg. VEST</b>	1613.5	2114.4	2455.9	1936.7	2931.4	2541.0	3882.0	5006.8	2277.7	2004.8
<b>Arad</b>	596.1	697.8	954.1	676.7	975.0	1019.1	1261.9	2115.2	920.3	707.4
<b>Caras-Severin</b>	161.6	166.6	157.1	102.1	178.5	106.9	180.3	146.2	135.8	121.9
<b>Hunedoara</b>	72.4	127.5	142.4	107.9	73.7	107.9	181.2	156.2	108.1	130.6
<b>Timis</b>	783.5	1122.4	1202.3	1050.0	1704.3	1307.1	2258.6	2589.1	1113.5	1044.8





## Rolul resturilor vegetale în menținerea fertilității solului și a biodiversității

În natură, biomasa produsă de vegetația unui ecosistem este adesea recirculată în zona respectivă cu excepția migrației diferitelor categorii de consumatori și a transportului natural. Pentru **menținerea fertilității naturale a solurilor agricole este necesar ca o parte din resturile vegetale să rămână în agrosistemele în care au fost produse**. Contribuția resturilor vegetale la menținerea fertilității solului poate fi explicată prin faptul că ele reprezintă principala sursă de hrană pentru organismele utile din sol care o transformă în **humus** și **substanțe minerale** necesare pentru noile culturi.

**Humusul** este important pentru că asigură o eliberare treptată a azotului necesar plantelor, îmbunătățește structura agregatelor din sol fapt care permite o mai bună reținere a apei și întârzie erodarea solului<sup>6</sup> iar unele substanțe din compoziția humusului (cum ar fi acizii humici și acidul fulvic) pot să limiteze creșterea unor microorganisme dăunătoare (Loffredo și colab., 2007; Siddiqui și colab., 2009; Abdel-Kader și colab., 2022). Unii autori preferă să utilizeze ca indicator de referință carbonul organic din sol (SOC).

Referitor la aportul de **substanțe minerale** pierdut din sol prin utilizarea resturilor vegetale pentru producerea de energie, este posibilă o **compensare parțială** prin încorporarea în sol a cenușii rezultate. Caracteristicile fizice și chimice (Tabel 6) ale cenușii rezultate prin arderea resturilor vegetale sunt foarte importante. Astfel, Wang și colab. (2012) au arătat că cenușa colectată la baza unui cuptor cu grătar pentru arderea unui amestec de biomasă vegetală („grate furnace bottom ash”) și cenușa „zburătoare” obținută din prin combustia aceluiași tip de material în arzătoare cu pat fluidizat circulant („circulating fluidized-bed (CFB) fly ash”) ar putea fi utilizate în agricultură cu condiția unei manipulări corecte), dar cenușa „zburătoare” de la cuptoarele cu grătar nu poate fi utilizată pentru scopuri agricole sau în industria materialelor de construcții. Cenușa poate fi utilizată în loc de ghips ca amendament pentru solurile acide sau în combinație cu gunoiul de grajd, resturi organice sau nămol de la fabricile de hârtie deoarece este o bună sursă de magneziu, fier și mangan (Mittra și colab., 2005).

<sup>6</sup> <<https://education.nationalgeographic.org/resource/humus>>



Tabel 6 Particularități fizico-chimice ale gunoiului de grajd, nămolului de la fabricile de hârtie și cenușii (Mitra și colab., 2005)

Particularități	Gunoi de grajd	Nămol de la fabricile de hârtie	Cenușă "zburătoare"
Densitate volumetrică, g/cc	0.50	0.62	0.96
pH (sol : apă 1:2,5 *sol : apă 1:5)	5.92*	5.45*	8.47
Org. C, %	22.66	20.06	0.34
N %	1.25	0.71	0.05
P %	0.35	0.16	0.03
K %	0.68	0.36	0.18
Ca %	0.20	0.14	0.42
Mg %	0.15	0.14	0.22
Fe %	0.53	0.34	0.92
Mn, ppm	282.60	398.20	288.20
Zn, ppm	135.10	344.90	25.80
Cu, ppm	44.30	126.30	21.50
Co, ppm	15.30	16.30	2.24
Cd, ppm	0.43	0.39	0.21
As, ppm	5.64	6.85	1.23
Ni, ppm	2.56	3.12	1.95
Se, ppm	5.40	6.52	3.18

Pentru restul elementelor minerale benefice și mai ales pentru conținutul în carbon organic și azot, aportul cenușii este insuficient, fapt care justifică, (pe lângă perturbarea activității biochimice din sol, reducerea biodiversității locale și riscul extinderii necontrolate a incendiilor), interzicerea arderii miriștilor (O.U.G. nr. 195/2005 privind protecția mediului, completată și modificată). Dintre cele 15 statele ale Uniunii Europene care au avut raportări oficiale ale emisiilor de gaze (categoria NFR14/NFR19) rezultate din arderea resturilor vegetale (sector 3F) pentru anul 2020, România ocupă locul 9 pentru emisiile de monoxid de carbon (Tabel 7). Din datele de pe site-ul EMEP<sup>7</sup> se observă un volum mai mare al substanțelor volatile poluante eliberate prin arderea culturilor agricole în zonele mediteraneene, unde pericolul incendiere a vegetației (inclusiv culturi agricole,) este mai mare. Spre exemplu în Portugalia (care ocupă primul loc pe listă deși are o suprafață mai modestă) în 2017 au avut loc 21 000 incendii necontrolate („wildfires”) în care au ars 539 920 ha de pădure, zone cu tufișuri și culturi agricole, pagubele provocate agriculturii fiind estimate la peste 209 milioane de euro (San-Miguel-Ayanz et colab. 2020). Având în vedere tendința climatică îngrijorătoare de reducere a precipitațiilor și de mărire a numărului zilelor cu nopți tropicale (temperatura minimă de peste 20°C) în România până în 2050 (Mihaela Caian, ANM-România, Proiect PREPCLIM, 2022, comunicare personală) se impune luarea unor măsuri de reorganizare a infrastructurii agricole (reabilitarea sistemului de irigații, alternarea spațială în cadrul asolamentelor a culturilor cu vulnerabilitate la incendiile estivale, perdele forestiere, structură adecvată a drumurilor de acces, dotare adecvată a dotării echipelor locale de intervenție).

Distribuția mărimilor particulelor rezultate prin arderea paielor de grâu și a tulpinilor de porumb indică un vârf de distribuție pentru diametrele cuprinse în domeniul 0.26-0.38 μm. Analiza compoziției chimice indică o predominanță a carbonului urmat de potasiu și clor pentru categoria PM2.5 rezultată prin ardere. Au fost raportați factorii de emisie pentru arderea

<sup>7</sup> < <https://www.ceip.at/webdab-emission-database/reported-emissiondata> >



paielor de grâu de  $7.6 \pm 4.1$  g/kg și  $11.7 \pm 1.0$  g/kg pentru cocenii de porumb (Li și colab., 2007).

Valorile oficiale (în Gg) ale emisiilor de gaze (categoria NFR14/NFR19) rezultate din arderea resturilor vegetale (sector 3F) din câteva țări europene în 2020 sunt prezentate mai jos (Tabel 7).

*Tabel 7 Valorile oficiale (în Gg) ale emisiilor de gaze (categoria NFR14/NFR19) rezultate din arderea resturilor vegetale (sector 3F) din unele state din UE în 2020 <sup>7</sup>*

Poluant Stat	CO (monoxid de carbon)	NH <sub>3</sub> (amoniac)	NM VOC („Non-methane volatile organic compound”)	NO <sub>x</sub> (ca NO <sub>2</sub> ) (oxizi de azot exprimați ca dioxid de azot)	SO <sub>x</sub> (ca SO <sub>2</sub> ) (oxizi de sulf exprimați ca dioxid de sulf)
AT	0.2198	0.0066	0.0036	0.0173	0.0007
BG	0.0273	0.001	0.0002	0.0009	0.0002
CY	0.1279	0.0046	0.001	0.0044	0.001
DK	3.7985	0.1367	0.0285	0.131	0.0285
ES	19.7446	0.7105	0.148	0.6808	0.148
FI	1.9904	0.0612	0.1138	0.0623	0.0091
FR	37.022	0.5438	1.1718	2.2556	0.1535
GR	19.7818	0.7118	0.1483	0.6821	0.1483
HR	0.0114	0.0004	0.0001	0.0004	0.0001
HU	0.218	0.0089	0.0233	0.0089	0.0011
IT	12.0944	0.493	0.5993	0.4697	0.0777
MT	0.003	0.0001	0	0.0001	0
PL	0.9814	0.0353	0.0074	0.0338	0.0074
PT	29.4758	0.7654	2.4949	0.8956	0.1406
RO	0.2851	0.0146	0.0221	0.0121	0.0017

Pe lângă aceste două roluri esențiale (formarea humusului și aportul de săruri minerale), resturile vegetale sunt importante pentru conservarea apei în sol și mărirea reflectanței solului (albedo) care împreună cu o capacitate sporită de termoizolare pot contribui la scăderea temperaturii stratului superficial de sol (Opoku și colab., citat de Cociu, 2010) în timpul verii. Aceste aspecte sunt tratate cu deosebită atenție de către agricultura conservativă.





Identificarea bunelor practici și a măsurilor care pot consolida gradul de sustenabilitate pentru biomasa agricolă solidă.

## Cantitatea minimă de resturi vegetale care ar trebui încorporată în sol

Datele referitoare la **cantitatea de resturi vegetale care ar trebui să rămână în sol** sunt încă insuficiente pentru fundamentarea unui algoritm de decizie, dar se poate totuși contura o imagine generală care ulterior să fie clarificată prin studii locale. Pe termen scurt (< 10 ani) exportul resturilor vegetale poate să nu fie urmat de modificări vizibile ale producției dar sensibilitatea este foarte diferită în funcție de tipul de sol, condițiile de vreme și irigare, topografie (terenurile în pantă devin mult mai vulnerabile la eroziune după înlăturarea resturilor vegetale) (Blanco-Canqui și Lal, 2009). În condițiile din Nebraska, înlăturarea a până la **50% din resturile rămase după recoltarea porumbului nu a condus la o scădere semnificativă a dimensiunilor agregatelor de sol stabile în apă** mai ales în condițiile în care s-a utilizat o cultură de acoperire târzie (secară de toamnă) (Ruis și colab., 2017). În anii cu umiditate suficientă, înlăturarea a mai mult de 25% din resturile vegetale a condus la sporuri de producție (probabil prin limitarea creșterii microorganismelor facultativ saprofite). Studii anterioare (Sesmero, 2014) au arătat că doar aproximativ 40% din reziduurile rămase în câmp pot fi încorporate în carbonul organic din sol (SOC), cea mai mare parte materia organică a solului provenind din rădăcinile care rămân de regulă în sol după recoltare (Wilhelm și colab., 2004).

## Folosirea fertilizării cu îngrășăminte regenerabile

Producerea amoniacului sau azotaților utilizați în agricultură sunt procese energointensive despre care se estimează că ar contribui cu 2% din emisiile totale globale de CO<sub>2</sub><sup>8</sup> astfel încât găsirea unor alternative sustenabile de fertilizare capabile să asigure cel puțin 30% din necesarul de îngrășăminte<sup>9</sup> este un obiectiv important în strategia de limitarea a cauzelor schimbărilor climatice. În prezent există oferte comerciale de fertilizanți verzi care au o amprentă de carbon cu 80-90% mai redusă<sup>10</sup>.

Categoriile de componente materiale pentru fertilizanții acceptați în UE sunt<sup>11</sup>:

CCM 1: Substanțe și amestecuri de materiale virgine

CCM 2: Plante, părți din plante și extrase din plante

CCM 3: Compost

<sup>8</sup> < <https://bferst.eu/news/agriculture-goes-green-new-bio-fertilisers-to-make-farming-more-sustainable/>>

<sup>9</sup> < [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP\\_18\\_6161](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_18_6161)>

<sup>10</sup> < <https://www.yara.com/sustainability/transforming-food-system/green-fertilizers/what-you-need-to-know-about-green-fertilizers/>>

<sup>11</sup> < <https://www.atriainnovation.com/en/renewable-fertilizers/>>



CCM 4: Produși proaspeți de digestie anaerobă („digestate”) din plante de cultură

CCM 5: Alți produși de digestie anaerobă

CCM 6: produse secundare din industria alimentară

CCM 7: Microorganisme

CCM 8: Polimeri nutritivi

CCM 9: Polimeri alții decât polimerii nutritivi

CCM 10: Produse derivate care specificate în Regulation (EC) n. o 1069/2009

CCM 11: Produși secundari conform Directivei 2008/98 / EC

## Compostul

Detalii tehnologice pentru producerea compostului pot fi găsite în manualul prof. Toncea Ion "Compostarea deșeurilor organice menajere, gospodărești și comunitare (Total Publishing, București 2009).

Pentru obținerea unui compost de calitate este esențial ca diferitele categorii de resturi biologice să fie colectate separat și să se evite riscul contaminării cu materiale nedorite (produse de dezinfecție, resturi greu biodegradabile, etc.). Compostul trebuie să atingă un grad de maturitate suficient pentru inactivarea semințelor de buruieni și a unor microorganisme patogene (Tamaș și colab., 2022).

## Perdele de protecție și benzi de protecție temporare cu iarba elefantului și anghinare

### *Iarba elefantului – Miscanthus sinensis*

Iarba elefantului sau *Miscanthus* este cultura care, din 2018, se ia în considerare pentru plata pe înverzire. În cazul fermelor cu peste 15 hectare și care trebuie să asigure 5% suprafață ZIE, *Miscanthus* a devenit astfel, o soluție de luat în seamă<sup>12</sup>.

*Miscanthus spp.* este o plantă nativă Asiei. A fost preluată în cultură inițial în scopuri decorative, apoi a captat interesul în calitate de cultură energetică. Cultivările din estul Europei sunt în general forme hibride între speciile genului *Miscanthus* (*Miscanthus sinensis*, *M. sacchariflorus*, *M. x giganteus* etc). Se cultivă în special *M. x giganteus*.

*Miscanthus spp.* este o cultură perenă care poate fi cultivată 20-25 (mai rar 30) de ani. Este o plantă cu creștere rapidă cu înălțimea de 3 – 4,0 m, având o productivitate mare la suprafață cultivată de 45– 60 t/ha, cu valoarea netă calorică la biomasa uscată de 17 MJ/kg sau 4,75 kW/kg.

Datorită conținutului mare de siliciu din frunze nu este consumat de animalele erbivore.

Înmulțirea vegetativă prin rizomi dar și faptul că sezonul de vegetație este scurt în Europa, și nu ajunge să producă semințe, dar și pentru că semințele produse sunt sterile datorită faptului că este un hibrid interspecific o face o plantă neinvazivă.

<sup>12</sup> (<https://agrointel.ro/92623/cum-se-cultiva-iarba-elefantului-noua-cultura-eligibila-la-plata-pe-inverzire/>).



Se adaptează la soluri dificile și ierni geroase, arealul de cultură fiind până la altitudinea de 700 m și temperatura medie anuală de 7°C. Preferă în general condiții similare culturii porumbului.

#### **Utilizare:**

- Biocombustibil: peleți, brichete, tocătură, metanol și etanol
- Industria mobilei, celuloză, panouri aglomerate.
- Industria maselor plastice
- Industria materialelor de construcții: panouri pentru pereți, tencuială interioară și exterioară, țigle, placi de izolare, cărămizi
- Utilizare horticola ca mulci (scoarță de copac, înlocuitor de paie în culturile de căpșuni sau legumicole), miscanthusul fermentat și mărunțit poate fi folosit ca substrat pentru flori (are aspect de turbă)
- Miscanthusul tocat se poate folosi ca așternut pentru animale.

### **Tehnologia de cultivare recomandată de INCDA Fundulea**

#### **1. Fertilizare**

Se recomandă pentru exprimarea potențialului productiv al culturii de *Miscanthus* și pentru o bună instalare a culturii, o fertilizare de bază cu 30 % din norma de 80-120 kg s.a. N, 60-80 kg s.a. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> și 40-60 kg s.a. K<sub>2</sub>O, aplicată înainte de lucrarea de bază a solului, cu aplicarea dozele de fosfor și potasiu în întregime și 30% din doza de azot, restul azotului aplicându-se primăvara la pregătirea patului germinativ.

După instalarea culturii, fertilizarea nu mai este necesară, numai în cazuri rare pe terenuri deteriorate sau slabe din punct de vedere al fertilității solului, este posibilă necesitatea aplicării unor doze de îngrășăminte la începutul vegetației plantelor de *Miscanthus* spp, în special cu azot.

#### **2. Pregătirea terenului**

Este important ca înainte de începerea pregătirii terenului în cazul îmburuienării puternice să fie aplicat un tratament cu erbicid total.

Terenul se va ara în toamnă adânc, la 25-30 cm. În cazul solurilor care prezintă hardpan sau tasare excesivă se va aplica o afânare adâncă la 50 cm.

În primăvară se va pregăti patul germinativ cu ajutorul grapelor cu discuri sau combinatoare.

#### **Fertilizarea în primăvară**

Înainte de efectuarea lucrărilor de pregătire a patului germinativ se va aplica 60- 85kg azot.

#### **3. Plantarea**

Înființarea culturii se va face cu rizomi.

Plantarea poate fi făcută manual sau cu ajutorul utilajelor de plantat cartofi.

**Epoca de plantare:** aprilie – mai

**Distanțe de plantare:** rizomii vor fi plantați la 1x1 m

**Densitate:** 10000 buc/ha

**Adâncime de plantare:** în sol mediu: 5-6 cm, în sol ușor 8-10 cm.

#### **4. Întreținerea culturii**

##### **Combaterea buruienilor**

Combaterea buruienilor în special în primul an (uneori și în anul al doilea) este foarte importantă pentru instalarea cu succes a culturii de *Miscanthus* spp.

Combaterea buruienilor poate fi efectuată mecanic cu ajutorul cultivatoarelor sau în cazul suprafețelor mai mici manual.

În cazul în care survine o îmburuienare severă se pot utiliza erbicidele folosite la cultura porumbului. Totuși se recomandă prudență, erbicidele folosite fiind aplicate inițial doar parțial



pe o zonă mică pentru a vedea efectul acestora asupra culturii și numai după un timp de așteptare de minim 20 zile se poate trece la erbicidarea culturii. Este de dorit utilizarea unor doze mici de erbicide.

După instalarea culturii combaterea buruienilor nu mai este necesară. Frunzele care cad la sfârșitul vegetației vor forma un strat de mulci ce va împiedica dezvoltarea buruienilor, iar densitatea foarte mare a culturii va împiedica apariția buruienilor.

La nevoie se va face o completare manuală a golurilor în anul al doilea și al treilea, deoarece în primii trei ani cultura este mai sensibilă la îngheț.

## **5. Recoltare**

### **Perioada de recoltare**

Recoltarea începe când umiditatea a atins valoarea de 20%, din februarie până la mijlocul lunii martie. Recoltatul poate începe în unele cazuri de la mijlocul lunii ianuarie. Este recomandat ca recoltatul să se desfășoare pe solul înghețat.

Recoltarea se efectuează mecanizat cu combine de recoltat specializate pentru culturi energetice sau tocătorul de nutreț de porumb (dispozitiv de tăiere fără rânduri) împreună cu presa de balotat. Recoltatul se poate face în formă tocată în special în cazul combinelor, sau sub formă de baloți în cazul în care se dorește o altă utilizare față de cea energetică.

Deși există voci care se pronunță pentru recoltarea imediat după uscarea culturii în toamnă datorită faptului ca biomasa recoltată este mai mare din cauza prezenței frunzelor pe tulpină, este de dorit ca recoltarea să se facă după scuturarea acestora datorită importanței date de efectul de mulcire a frunzelor căzute pe sol și al efectului pozitiv al acestora asupra fertilității solului. De asemenea cel mai important aspect este dat de faptul că plantele recoltate după căderea frunzelor prezintă o ardere mai eficientă cu cantități de cenușă mai mici.

Se pot obține producții de 10-20 t/ha masă uscată.

### **Avantajele culturii de *Miscanthus spp.***

Prezintă o lungă durată de utilizare după înființare, în medie de 25 de ani.

Costuri mici după ce cultura s-a stabilit bine în teren. Principalele costuri sunt de înființare datorită pregătirii terenului, combaterii buruienilor și de fertilizare. Ulterior cultura nu mai necesită combaterea buruienilor și fertilizare.

Cultura de *Miscanthus* lasă terenul curat de buruieni și dăunători, putându-se înființa culturi de leguminoase precum soia sau de porumb.

*Miscanthus*ul poate proteja solul de eroziune și deteriorare, și este una din cele mai importante culturi care sechestrează carbonul în sol.

Specia nu este invazivă.

Materialul recoltat este ușor de stocat până la prelucrare.

### **Dezavantaje**

Cultura de *Miscanthus spp* poate ocupa un teren pe termen lung. Trebuie luat în calcul acest fapt la înființare dacă este dorită o altă utilizare pe termen scurt sau mediu.

Desființarea culturii poate fi problematică, necesitând arături adânci urmate de treceri repetate cu alte utilaje de prelucrare a solului, precum și metode de combatere chimică.

Este necesară o contractare mai lungă a terenurilor utilizate pentru cultură în cazul arendării.

În cazul în care survine seceta producția de biomasă scade.

Deoarece *Miscanthus* nu face semințe în Europa de Est, înmulțirea este vegetativă, utilizându-se rizomii, ce pot fi plantați fie manual, fie cu ajutorul unei mașini de semănat semi-automată, la o densitate de 10.000 de bucăți pe hectar. INCDA Fundulea dispune de material genetic de *Miscanthus* care ar putea fi multiplicat pentru producerea de rizomi obținuți de la plantația din câmp, care să fie folosiți în vederea înființării de perdele de protecție și/ sau pentru biomasă.





## Anghinarea

Din punct de vedere morfologic anghinarea (familia *Asteraceae*, genul *Cynara*) poate fi divizată în două grupe, ex. cardonul sau anghinarea salbatică (*Cynara cardunculus L.*) caracterizată prin inflorescențe mici și anghinarea (*Cynara cardunculus var. scolimus*) cu inflorescențe mari și frunze penate (Hanelt, 2001). Este originară din sud-estul Europei din jurul bazinului mediteranean și nord-vestul Africii, iar în prezent peste 64% din suprafața mondială este cultivată în Europa (50.383 ha în Italia, 18.792 ha în Spania, 10.294 ha în Franța, 2.595 ha, în Grecia, 200 ha în România) și 36% în America de Sud (în principal în Argentina și Chile), California, China, Africa de Nord (Egipt, Maroc, Tunisia, Algeria), Orientul Mijlociu (Turcia, Israel, Siria), (date FAOStat, 2010). Sunt plante perene care formează semințe în anul al doilea de cultură (20-22% din plante formează sămânță din primul an, Radu Steluța, date nepublicate). În România, anghinarea (*Cynara cardunculus var. scolimus*) a fost introdusă în cultură în anul 1954 ca material adus din Franța iar în 1975 s-a început, la stațiunea de Plante Medicinale și Plante Aromatice de la Fundulea, un program de ameliorare pentru îmbunătățirea adaptabilității la condițiile climatice dar și a calității producției pentru folosirea în scopuri medicale și suplimente alimentare (Murariu et al., 2002, Balomenou et al, 2009). Cardonul (*Cynara cardunculus L.*) a fost introdus în cultura în ultimii 10-12 ani de unii investitori români (Poenaru de la Fetești, societatea Neptun, jud. Călărași) și străini în vederea folosirii în scopuri energetice, cultivându-se pe suprafețe relativ mici. Deși, datele oficiale raportează numai 200 de ha (județele Ilfov, Ialomița, Teleorman, Giurgiu, Călărași), este posibil ca suprafețe cultivate cu cardon să fi fost mai mari (exemplu societatea condusa de D-I. Poenaru din Fetești cultiva 800 ha, în anul 2014).

În Europa se acordă o importanță tot mai mare plantelor care pot fi o alternativă la cerealele utilizate în prezent pentru consum alimentar (Bonafaccia și Fabjan, 2003). Utilizarea culturii de *Cynara cardunculus L.* oferă și avantajul că, spre deosebire de resursele energetice fosile (petrol, cărbuni, gaze naturale) care sunt epuizabile, poate fi practică pe termen lung fără riscul de a fi epuizată, în plus poate contribui la protejarea mediului deoarece are o influență pozitivă asupra diminuării efectului de seră, protejează de eroziune terenurile în pantă, se evită compactarea solului, nu necesită fertilizări suplimentare cu îngrășăminte chimice, evitându-se astfel poluarea chimică a mediului înconjurător (Grammelis et al., 2008). Studiile realizate pentru obținerea biomasei de *Cynara cardunculus L.* (cardon) oferă avantajul că, indiferent dacă va fi sau nu devansată în viitor de o altă sursă energetică, cultivarea acestei plante va aduce beneficii financiare substanțiale prin posibilitățile de valorificare în alte sectoare de producție (zootehnie, industrie alimentară, industrie farmaceutică).

Cardonul are utilizări multiple, cum ar fi:

- obținerea de energie ca alternativă la sursele convenționale (după normele existente în cadrul UE se preconizează utilizarea biomasei pentru obținerea de etanol);
- medicinală- adjuvant în disfuncții hepatobiliare, insuficiență biliară, colecistite, angiocolite;
- oleaginoasă deoarece poate fi folosită pentru fabricarea de ulei;
- alimentară (legumă) - pețiolul, nervura principală a frunzelor și coletul sunt utilizate la prepararea salatelor sau a sosurilor;
- decorativă prin frunzele utilizate pentru aranjamentele florale;
- meliferă - furnizoare de nectar și polen;
- tinctorială pentru obținerea culorii galbene- cu flori folosite în practicile tradiționale portugheze;



- pentru coagularea laptelui [Tiago Van Zeller Machado Teixeira da Silva si António Pedro Louro Martins, 2004] .

Principalele obstacole ale cultivării cardonului în România sunt sensibilitatea culturilor la iernare, cunoștințele limitate ale fermierilor cu privire la tehnologia de cultură și necunoașterea profitabilității acestei culturi netradiționale.

La INCDA Fundulea s-a început în anul 2014 o strategie de valorificare a germoplasmei românești de anghinare și a unei germoplasme străine de cardon în cadrul programului de ameliorare a plantelor medicinale. Primele obiective ale acestei strategii au constat în caracterizarea morfologică a germoplasmei folosind descriptori UPOV, evaluarea variabilității genetice existente în interiorul și între genotipuri și identificarea resurselor genetice cu rezistență la îngheț pentru dezvoltarea de noi genotipuri cu rezistență la îngheț și cu producție mare de biomasă.

S-au început selecțiile în masă și munca de selecție s-a concentrat pe rezistența la îngheț, uniformitate, producția de biomasă și producția de biocompusi. Rezultatele au arătat că unele genotipuri au fost foarte promițătoare pentru obiectivele noastre. Mai mult, gama bună de variabilitate observată între genotipuri este importantă în programele de ameliorare pentru dezvoltarea soiurilor potrivite condițiilor românești. În continuare sunt prezentate câteva aspecte obținute în cadrul programului (prezentate de Petcu Elena la Congresul FESPB, 2013).



*Cynara cardunculus var. scolimus*

Trăsături morfologice evaluate pentru producerea de biomasă a noilor genotipuri de cardon selectate și rezistența la îngheț<sup>13</sup>

Traits	Control	Descendants 1	Descendants 2	Descendants 3	Descendants 4
PH (cm)	156.5	160.5	162	164.3	163.7
Nlv (no)	13	27	28	26	28
PSD (cm)	8	7.5	8.5	8.2	8.7
L lenght (cm)	84	85	92	87	94
L width (cm)	50	52	50	51	53
PD (cm)	75	85	83	80	78
Llob (no)	12.7	12.5	13	14	13
BI (kg dw/ha)	3800	6100	5800	5000	6180
PFW	1887	4267	3900	4100	4425
PDW	0.247	0.675	0.510	0.590	0.681
Frost resistance (% survival)	90	100	95	98	100

<sup>13</sup> < Rezultate (Poster) prezentate la Congresul FESPB, 22-26 Iunie, 2014, Dublin, Irlanda >



\*



#### Conținutul total de ulei și polifenoli pentru genotipurile de cardon selectate

Traits	Control	Descendants 1	Descendants 2	Descendants 3	Descendants 4
Oil content (%)	18	18.5	19	18	18
Total polyphenols in leaves(g/g s.u)	10.2	9.7	10	10.1	9.8
Total polyphenols in steam(g/g s.u)	3.8	3.7	4	3.6	3.8

\*Rezultate (Poster) prezentate la Congresul FESPB, 22-26 Iunie, 2014, Dublin, Irlanda

Rezultatele au indicat descendenți valoroși de *Cynara cardunculus* care se disting prin caracteristici morfologice, fiziologice și biochimice: număr mare de frunze pe plantă (26-28), randament ridicat de biomasă (5,8-6,1 t/ha), rezistență bună la iarnă și menținerea conținutului de ulei și polifenoli în comparație cu controlul.



*Cynara cardunculus* (descendenți)

Din păcate, din lipsa unei finanțări adecvate programul de ameliorare la această plantă nu a mai continuat. S-au păstrat în colecția de plante medicinale atât *Cynara cardunculus* var. *Scolimus* cât și *Cynara cardunculus*, care ar putea fi utilizate de fermieri pentru realizarea unor perdele de protecție. INCDA Fundulea ar putea multiplica și produce sămânță de anghinare pentru a onora eventualele solicitări de la fermierii care ar dori să înființeze o cultură de anghinare sau să înființeze perdele de protecție cu această plantă.



## Recomandări privitoare la agricultura conservativă pentru sporirea eficienței resturilor vegetale

Cele trei principii principale ale agriculturii de conservare: neperturbarea solului, diversificarea culturilor și acoperirea permanentă a solului.

Cercetările efectuate la INCDA Fundulea, în cadrul platformei experimentale de agricultură conservativă (înființată de Cociu Alexandru în anul 2008) recomandă:

- tocarea resturilor vegetale concomitent cu recoltarea plantei premergătoare, minim 30% rămânând la suprafața solului unde îndeplinesc, în principal, rolul de mulci, protejându-l împotriva eroziunii hidrice sau eoliene. Tăierea resturilor vegetale se face, de regulă, toamna, concomitent cu recoltarea plantei premergătoare, dar poate fi făcută și primăvara devreme. Materialele vegetale reținute pe sol reprezintă o sursă de material energetic pentru un număr mare de viețuitoare care trăiesc la suprafața solului sau în sol, contribuind astfel la îmbunătățirea activității biologice, menținerea biodiversității și în acest mod, a echilibrului în cadrul ecosistemelor;

- semănatul direct cu semănători speciale în teren nelucrat (acoperit cu resturi vegetale, mulcit, acoperit cu culturi de acoperire);

- la semănat se efectuează și fertilizarea starter cu ajutorul dispozitivelor speciale montate pe semănători;

- solul se menține curat de buruieni și samulastră prin erbicidare cu erbicide totale.

Prin aplicarea sistemului de agricultură conservativă, datorită resturilor vegetale și reacției acide, se favorizează activitatea biologică din sol și crește activitatea enzimatică. Studiile au arătat că populația microbiană crește în special în straturile apropiate de suprafață, 7-15 cm, care sunt mai sensibile la modificarea activității biologice.

În straturile superficiale activitatea enzimatică este de câteva ori mai intensă în comparație cu sistemul convențional de agricultură, în timp ce în straturile mai profunde diferențele se estompează.

În cadrul acestui sistem este favorizată activitatea rămelor, viermilor plăți și cilindrici, furnicilor etc., toate formând galerii în sol, care fac legătura între stratul arabil și cel subarabil, influențând pozitiv infiltrația apei și dezvoltarea rădăcinilor.

**Fertilizarea rațională cu îngrășăminte minerale și organice** trebuie să fie în acord cu următoarele principii:

- Pentru ca o cultură să producă la un nivel cantitativ și calitativ corespunzător potențialului său, în condiții favorabile de mediu, trebuie să aibă la dispoziție, pe toată perioada de vegetație, o serie de nutrienți minerali (azot, fosfor, potasiu, calciu, magneziu, sulf, fier, mangan, cupru, zinc, bor și molibden), în cantități și proporții adecvate;
- Capacitatea solului de a furniza nutrienții necesari plantelor variază în funcție de tipul de sol, respectiv, de nivelul lui de fertilitate;
- Numai o agricultură de înaltă tehnicitate, care conservă și ameliorează fertilitatea solului și potențialul lui productiv, este capabilă să asigure sustenabilitatea sistemelor de cultură și să protejeze calitatea mediului ambiant;
- Aplicarea de îngrășăminte pentru compensarea exportului de nutrienți în recolte și a altor pierderi ce țin de dinamica naturală a solurilor este o necesitate obiectivă pentru conservarea fertilității acestuia și a capacității lui productive;
- Fertilizarea organică în tehnologiile de cultură a plantelor poate contribui semnificativ la sporirea eficienței agronomice și la diminuarea riscurilor de poluare chimică și de degradare a solului;
- Măsurile agrotehnice, altele decât fertilizarea, care contribuie la obținerea unor recolte mari prin optimizarea condițiilor de vegetație, determină și o creștere a utilizării productive a nutrienților din toate sursele prevenind sau diminuând în acest fel disiparea nutrienților din mediu.





Pentru succesul diferitelor practici conservative, dar mai ales al **semănatului direct**, fermierul trebuie să ia în considerare modul de gospodărire a resturilor vegetale culturii premergătoare, printr-o bună lucrare de mărunțire și împrăștiere uniformă la suprafața solului în perioada de vară - începutul toamnei.

Fermierul are câteva opțiuni în funcție de specificul local, și va alege pe cea care se pretează cel mai bine, și anume:

- tocarea resturilor vegetale și lucrarea superficială doar în benzi, dacă se aplică tehnologia de semănat în benzi;
- tocarea resturilor vegetale simultan cu recoltatul, dacă dispune de o combină dotată și cu echipament suplimentar pentru o astfel de operație;
- în fermele mixte este recomandată practicarea pășunatului controlat (în special pe culturile de acoperire).

În cadrul sistemelor de agricultură conservativă se utilizează o gamă foarte variată de mașini agricole în funcție de destinație, dar și de producător.

Rezultate obținute la Fundulea privind sistemul de cultivare pe teren nelucrat (No-Tillage) deși era mai puțin răspândit în România datorită lipsei mașinilor și echipamentelor specifice utilizate acum a început să fie mai des folosită. De exemplu metoda de semănat direct în teren nelucrat a porumbului prezintă, în comparație cu sistemele clasice de cultură, atât avantaje cât și dezavantaje care pot determina cultivatorii să treacă treptat la schimbarea completă a tehnologiilor.

#### **Dintre avantajele se pot evidenția:**

a) eliminarea completă a lucrărilor solului (mari consumatoare de combustibil) - înființarea culturii făcându-se printr-o singură trecere la care se înregistrează frecvent un consum de motorină de 7-8 l/ha;

b) permite semănatul mai timpuriu și încadrarea în epocile optime;

c) creșterea productivității muncii la înființarea culturii, reducerea cheltuielilor cu manopera.

#### **Dezavantajele sunt:**

a) costul ridicat al echipamentelor;

b) costul mai ridicat al produselor pentru controlul eficient al dăunătorilor și buruienilor;

c) solicită cunoașterea și stăpânirea perfectă a tehnologiilor deoarece apar probleme specifice în controlul bolilor și dăunătorilor precum și la combaterea buruienilor problemă, mai ales a speciilor de buruieni perene.

d) producții mai mici, în special la practicarea monoculturii și nu numai. Una din explicațiile recente fiind, efectul alelopativ datorat resturilor vegetale rămase pe sol, care au ca rezultat atât o răsărire dar și o creștere lentă a plănuțelor cât și compactarea solului în orizontul

Cercetările efectuate de Picu și colab., (1995) recomandă ca aceste tehnologii să fie integrate mai ales pe terenurile irigate pentru asigurarea în optim a apei cunoscându-se preferința porumbului pentru un consum specific mare de apă.

*Rezultate experimentale obținute pentru resturile vegetale rămase în diferite culturi în diverse rotații în anul 2022 la INCDA-Fundulea:*

Grâu de toamnă	Masă inițială (g/m <sup>2</sup> )		SU (%)
	X	Sdev	
Grâu/mazăre	1501.2	734.0	91.1
Grâu/floarea-soarelui	678.8	144.4	89.9
Grâu/porumb	1280.0	707.2	89.9



Mazăre de toamnă	Masă inițială (g/m <sup>2</sup> )		SU (%)
	X	Sdev	
Roțatia			
Mazăre/floarea-soarelui	546.8	155.6	97.3
Mazăre/grâu	770.8	488.8	89.7
Mazăre/porumb	645.2	508.4	93.5

Porumb	Masă inițială (g/m <sup>2</sup> )		SU (%)
	X	Sdev	
Roțatia			
Porumb/mazăre	533.2	75.6	89.2
Porumb/grâu	618.8	310.0	87.6
Porumb/floarea-soarelui	549.2	174.0	98.8

Floarea-soarelui	Masă inițială (g/m <sup>2</sup> )		SU (%)
	X	Sdev	
Roțatia			
Floarea-soarelui/grâu	896.0	329.2	88.4
Floarea-soarelui/porumb	650.8	192.8	76.9
Floarea-soarelui/mazăre	397.2	32.4	80.4

SOIA	Masă inițială (g/m <sup>2</sup> )		SU (%)
	X	Sdev	
Roțatia			
Soia/grâu	757.2	233.6	90.3
Soia/porumb	1112.0	353.6	94.6

## Utilizarea culturilor de acoperire și a resturilor vegetale

Deși, este o practică mai veche, utilizarea culturilor de acoperire s-a reactivat în ultimii ani prin impunerea normelor de ecocondiționalitate, care se referă la atașarea anumitor reglementări (de exemplu, cerințele de mediu) la plățile directe în cadrul politicii agricole (Petcu Elena și colab., 2022). Culturile de acoperire pot fi cultivate din diverse motive, cum ar fi reducerea scurgerii substanțelor nutritive (de exemplu, nitrații și anumite culturi de captură), evitarea eroziunii, îmbunătățirea structurii solului sau eliminarea buruienilor. Se poate face și o utilizare combinată. O cultură poate servi mai întâi ca una de acoperire (de exemplu, pentru combaterea buruienilor), ulterior să fie încorporată ca gunoi ecologic (de exemplu, pentru aportul de nutrienți) (Campiglia et al., 2009) sau așa numitele culturi de captură și acoperire.

De multe ori culturile de acoperire nu sunt considerate culturi valoroase, deoarece nu generează un profit direct, iar efectul nu este vizibil sau simțit/perceput imediat. De aceea, pentru a obține un efect pozitiv asupra sănătății solului, înființarea și managementul culturii trebuie să fie aplicate în mod corespunzător. Prin urmare, trebuie să se folosească semințe sănătoase (conform stasurilor privind germinația), să se facă o pregătire bună a solului pentru semănat, semănatul să se facă în condiții favorabile și, dacă este nevoie să se aplice irigarea de răsărire.

În calitate de cultură de acoperire, poate servi orice plantă cunoscută și cultivată. Fermierii pot semăna culturi de acoperire în cultură pură pentru a soluționa o problemă sau un amestec de culturi de acoperire pentru obținerea unor beneficii combinate. Introducerea culturilor de acoperire într-un asolament nu este un lucru ușor. Fermierii ar trebui să înceapă cu culturi de acoperire semămate în cultură pură, culturi bine cunoscute și care se desființază înainte de semănatul culturii de bază, apoi să continue cu amestecuri simple, din 2-3 specii, ca ulterior



să stăpânească tehnologia și să mărească numărul de specii și frecvența cultivării lor în asolament (Petcu Victor, Partal Elena, Cizmaș George, 2022, Petcu Victor și colab., 2022).

În general, studiile privind efectele culturilor de acoperire cu mai multe specii sunt destul de puține, iar rezultatele obținute sunt oarecum contradictorii. Wortman și colab., (2012), de exemplu, nu au găsit nicio îmbunătățire agronomică pentru un sistem de rotație cu floarea-soarelui (*Helianthus annuus L.*) - soia [*Glycine max (L.) Merr.*] - porumb (*Zea mays L.*) ca urmare a folosirii unui număr mare de specii în cultura de acoperire în timp ce Smith și colab., (2014) au constatat beneficiile cultivării unui amestec de culturi de acoperire în ceea ce privește suprimarea buruienilor, stabilitatea biomasei și recolta comercială ulterioară.

Comparând efectele a 18 culturi de acoperire asupra culturii de porumb (în sistem convențional), Finney și colab., (2016) au demonstrat că, creșterea numărului de specii a avut efect benefic privind suprimarea buruienilor și a redus conținutul de nitrat redus ( $\text{NO}_3$ ), deși efectul asupra randamentului culturii următoare a fost negativ.

având în vedere condițiile din țara noastră, pentru beneficii maxime, culturile de acoperire trebuie semănate timpuriu, îndată după recoltarea culturilor cerealiere păioase, aproximativ în prima jumătate a lunii iulie, începutul lunii august iar, atunci când sunt condiții de secetă se pot semăna mai târziu. Culturile de acoperire, de obicei, sunt semănate cu semănătoarea în rânduri sau prin împrăștiere la suprafața solului. Semințele mici sunt semănate la o adâncime mică. Semințele plantelor leguminoase de mărimi mai mari se seamănă mai adânc. Semănătoarea no-tillage poate gestiona bine resturile vegetale și poate asigura uniformitatea adâncimii și un contact adecvat al seminței cu solul.

Semănatul prin împrăștiere, de obicei, necesită cantități mai mari de semințe în comparație cu alte metode de semănat.

Prin studiile efectuate la INCDA Fundulea s-au evidențiat efectele benefice pe termen scurt ale culturii de acoperire constituită din **mazăre de toamnă (60%) și triticale (40%)** privind suprimarea buruienilor dar și asupra producției de grâu de toamnă. Contribuția culturilor de acoperire constituite din mazăre și triticale, simple sau în amestec la sechestrarea

carbonului organic este redată în tabelul următor

Contribuția culturilor de acoperire la sechestrarea carbonului organic\*

Variante experimentale	Biomasa (g substanță proaspătă)	
	La 10 plante	La mp
Mazăre și triticale	284	4260
Triticale	154	2400
Mazăre de toamnă	102	1650

\*Sursa: Petcu Victor și colab., 2021

### Recomandări tehnologice pentru culturile de acoperire și captare

Pregătirea solului înainte de semănatul culturilor de captare și acoperire constă în: discuire sau o altă lucrare pentru a mobiliza solul și o grăpare. De asemenea, se poate semăna direct în miriște cu sistema de mașini specială.

După semănat, plantele trebuie lăsate să se dezvolte până aproape de semănatul culturii principale, apoi se tăvălugesc sau se taie cu freza rotativă.

O lucrare importantă o constituie desființarea culturii de acoperire. În cadrul proiectului ADER 152 (coordonator INCDA Fundulea) s-au folosit două metode de desființarea culturii, și anume distrugerea mecanică (timpurie, cu 2 săptămâni înaintea semănatului și târziu, cu 3 zile înainte de semănat) și distrugerea culturilor de acoperire prin aplicarea erbicidelor cu acțiune totală.

Rezultatele au arătat că încorporarea culturii de acoperire în sol este bine să se facă la 7-20 cm și nu imediat, acestea trebuie lăsate pe suprafața solului câteva zile după cosire. Acest lucru este acceptat în cazul tehnologiei no-till. În cazul folosirii metodei de desființare a culturii de acoperire prin erbicidare se folosește un erbicid total și recomandă ca acesta să se aplice cu 10-12 zile înainte de înființarea culturii de bază.



Nu este recomandată semănarea culturilor de acoperire/pentru îngrășăminte verzi din aceeași familie cu planta ce va fi semănată drept cultură de bază.

Spre exemplu, dacă se seamănă muștar ca îngrășământ, nu se va semăna rapița drept cultură de bază.

Legat de eficiența economică a culturilor de acoperire, Popescu Gabriel și Simona Bara (2022) au concluzionat că, utilizarea unui sistem de indicatori economici de dezvoltare durabilă în cazul practicării culturilor de acoperire se înscrie prevederile documentului "Utilizarea durabilă a resurselor noastre naturale" lansat în 14 iulie 2021 de CE, referitor la folosirea unor tehnici de gestionare a terenurilor favorabile climei (sechestrarea carbonului în solurile agricole) și, totodată, crearea unor oportunități de generare a unor venituri agricultori.

Adoptarea unui posibil instrument de monitorizare și evaluare din punct de vedere economic a progresului efectelor culturilor de acoperire necesită, pe de o parte, de stabilit tipul de investiții pe care îl reprezintă culturile de acoperire practicate la un moment dat și, pe de altă parte, de a se realiza din datele și informațiile tehnice existente baze de date structurate necesare pentru fundamentarea indicatorilor de eficiență.

De asemenea, opinăm pentru includerea practicii diverselor categorii de culturi de acoperire (culturi anuale, culturi perene, culturi permanente - de exemplu, pășuni și fânețe naturale) în fundamentarea viitoarelor scheme de sprijin pentru veniturile agricultorilor, acestea putând să reprezinte o modalitate eficientă din punctul de vedere al impactului asupra mediului și climei.

Totodată, în scopul susținerii diverselor opțiuni pentru implementarea în PAC Post 2020 (PNS) a practicilor legate de culturile de acoperire va trebui să se demonstreze că opțiunile selectate sunt eficiente și eficiente din punctul de vedere al capacității lor de a conduce la îndeplinirea obiectivelor de dezvoltare durabilă propuse.

## Fertilizarea cu cenușa rezultată din arderea resturilor vegetale în microcentrale termice rurale, considerații asupra distanței maxime de transport a resturilor vegetale

Cenușa rezultată prin arderea diferitelor tipuri de resturi vegetale pentru producerea de energie (prin combustie sau gazeificare) necesită o valorificare diferită în funcție de caracteristicile fizico-chimice. Cenușa rezultată din biomasă poate reprezenta o sursă bună de potasiu (K) deoarece compușii cu fosfor rezultați sunt greu solubili (deci foarte puțin accesibili plantelor) iar azotul este eliberat în procesul de ardere. În solurile acide, solubilitatea fosforului este mai mare sau se poate face un tratament cu o soluție slab acidă. Cenușa provenită din procesele de gazeificare, datorită adaosului de ghips poate fi folosită ca amendament dar în general trebuie să fie evitată o schimbare brutală de pH a solurilor neutre. Locul de administrarea poate fi diferit de locul recoltării. În cenușă se găsesc și multe macro și oligominerale utile pentru plantă dar din păcate uneori și cantități prea mari de metale grele (Hg și Zn) fapt care impune o monitorizare adecvată și eventual limitarea distribuirii doar la locurile de recoltare a biomasei, (Pels et al., 2005).

Aplicarea gunoier de grajd pe soluri cu cenușă vulcanică a dat rezultate foarte bune pentru dezvoltarea microorganismelor utile din sol (Kanazawa et al., 1988).





## Valorificarea biomasei agricole

În natură, biomasa produsă de vegetația unui ecosistem este adesea recirculată în zona respectivă, cu excepția migrației diferitelor categorii de consumatori și a transportului natural. Pentru **menținerea fertilității naturale a solurilor agricole este necesar ca o parte din resturile vegetale să rămână în agrosistemele în care au fost produse**. Contribuția resturilor vegetale la menținerea fertilității solului poate fi explicată prin faptul că ele reprezintă principala sursă de hrană pentru organismele utile din sol care o transformă în **humus** și **substanțe minerale** necesare pentru noile culturi.

Referitor la aportul de **substanțe minerale** pierdut pentru sol prin utilizarea resturilor vegetale pentru producerea de energie, este posibilă o compensare parțială prin încorporarea în sol a cenușii rezultate. Caracteristicile fizice și chimice (Tabel 6) ale cenușii rezultate prin arderea resturilor vegetale sunt foarte importante. Astfel, Wang și colab. (2012) au arătat că cenușa colectată la baza unui cuptor cu grătar pentru arderea unui amestec de biomasă vegetală („grate furnace bottom ash”) și cenușa „zburătoare” obținută din combustia aceluiași tip de material în arzătoare cu pat fluidizat circulant („circulating fluidized-bed (CFB) fly ash”) ar putea fi utilizate în agricultură cu condiția unei manipulări corecte, dar cenușa „zburătoare” de la cuptoarele cu grătar nu poate fi utilizată pentru scopuri agricole sau în industria materialelor de construcții. Cenușa poate fi utilizată în loc de ghips ca amendament pentru solurile acide sau în combinație cu gunoiul de grajd, resturi organice sau nămol de la fabricile de hârtie deoarece este o bună sursă de magneziu, fier și mangan (Mittra și colab., 2005).

Un camion mediu de 20 de tone de paie de grâu este echivalent cu 8000 de litri de petrol pentru încălzire<sup>14</sup>. Este interesant de văzut măsura în care se poate extinde și la alte categorii de resturi vegetale un procedeu *in-situ* de piroliză (400–600 °C) rapidă în prezența pulberilor metalice și care a fost testat cu succes pentru obținerea unui gaz combustibil de înaltă calitate din trestie cu un randament sporit cu 14.2% față de procedeele anterioare (Wu și colab., 2022).

<sup>14</sup> <<http://www.agropower-energy.ro/index.php?page=agro-biomasa>>

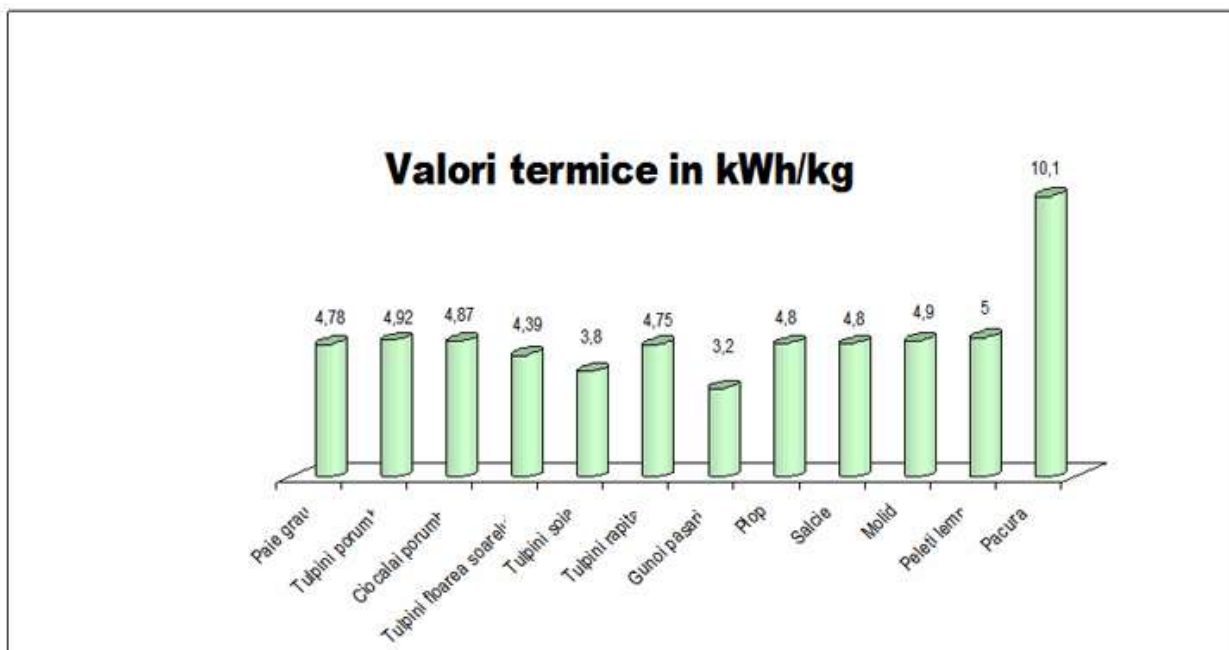


Fig. 3 Puterea calorică pentru diferite tipuri de biomasa<sup>15</sup>

Tabel 8 Particularități fizico-chimice ale gunoiului de grajd, nămolului de la fabricile de hârtie și cenușii (Mittra și colab., 2005)

Particularități	Gunoi de grajd	Nămol de la fabricile de hârtie	Cenușă "zburătoare"
Densitate volumetrică, g/cc	0.50	0.62	0.96
pH (sol : apă 1:2,5 *sol : apă 1:5)	5.92*	5.45*	8.47
Org. C, %	22.66	20.06	0.34
N %	1.25	0.71	0.05
P %	0.35	0.16	0.03
K %	0.68	0.36	0.18
Ca %	0.20	0.14	0.42
Mg %	0.15	0.14	0.22
Fe %	0.53	0.34	0.92
Mn, ppm	282.60	398.20	288.20
Zn, ppm	135.10	344.90	25.80
Cu, ppm	44.30	126.30	21.50
Co, ppm	15.30	16.30	2.24
Cd, ppm	0.43	0.39	0.21
As, ppm	5.64	6.85	1.23
Ni, ppm	2.56	3.12	1.95
Se, ppm	5.40	6.52	3.18

Pentru restul elementelor minerale benefice și mai ales pentru conținutul în carbon organic și azot, aportul cenușii este insuficient, fapt care justifică, (pe lângă perturbarea activității biochimice din sol, reducerea biodiversității locale și riscul extinderii necontrolate a incendiilor), interzicerea arderii miriștilor (O.U.G. nr. 195/2005 privind protecția mediului,

<sup>15</sup> <<http://www.agropower-energy.ro/index.php?page=agro-biomasa>>



completată și modificată). Dintre cele 15 statele ale Uniunii Europene care au avut raportări oficiale ale emisiilor de gaze (categoria NFR14/NFR19) rezultate din arderea resturilor vegetale (sector 3F) pentru anul 2020, România ocupă locul 9 pentru emisiile de monoxid de carbon (Tabel 7). Din datele de pe site-ul EMEP<sup>16</sup> se observă un volum mai mare al substanțelor volatile poluante eliberate prin arderea culturilor agricole în zonele mediteraneene, unde pericolul incendiere a vegetației (inclusiv culturi agricole,) este mai mare. Spre exemplu în Portugalia (care ocupă primul loc pe listă deși are o suprafață mai modestă) în 2017 au avut loc 21 000 incendii necontrolate („wildfires”) în care au ars 539 920 ha de pădure, zone cu tufișuri și culturi agricole, pagubele provocate agriculturii fiind estimate la peste 209 milioane de euro (San-Miguel-Ayanz et colab. 2020). Având în vedere tendința climatică îngrijorătoare de reducere a precipitațiilor și de mărire a numărului zilelor cu nopți tropicale (temperatura minimă de peste 20°C) în România până în 2050 (Mihaela Caian, ANM-România, Proiect PREPCLIM, 2022, comunicare personală) se impune luarea unor măsuri de reorganizare a infrastructurii agricole (reabilitarea sistemului de irigații, alternarea spațială în cadrul asolamentelor a culturilor cu vulnerabilitate la incendiile estivale, perdele forestiere, structură adecvată a drumurilor de acces, dotare adecvată a dotării echipelor locale de intervenție).

Distribuția mărimilor particulelor rezultate prin arderea paielor de grâu și a tulpinilor de porumb indică un vârf de distribuție pentru diametrele cuprinse în domeniul 0.26-0.38 μm. Analiza compoziției chimice indică o predominanță a carbonului urmat de potasiu și clor pentru categoria PM2.5 rezultată prin ardere. Au fost raportați factorii de emisie pentru arderea paielor de grâu de  $7.6 \pm 4.1$  g/kg și  $11.7 \pm 1.0$  g/kg pentru cocenii de porumb (Li și colab., 2007).

Valorile oficiale (în Gg) ale emisiilor de gaze (categoria NFR14/NFR19) rezultate din arderea resturilor vegetale (sector 3F) din câteva țări europene în 2020 sunt prezentate mai jos (Tabel 7).

*Tabel 9 Valorile oficiale (în Gg) ale emisiilor de gaze (categoria NFR14/NFR19) rezultate din arderea resturilor vegetale (sector 3F) din unele state din UE în 2020*<sup>16</sup>

Poluant \ Stat	CO (monoxid de carbon)	NH <sub>3</sub> (amoniac)	NMVOC („Non-methane volatile organic compound”)	NO <sub>x</sub> (ca NO <sub>2</sub> ) (oxizi de azot exprimați ca dioxid de azot)	SO <sub>x</sub> (ca SO <sub>2</sub> ) (oxizi de sulf exprimați ca dioxid de sulf)
AT	0.2198	0.0066	0.0036	0.0173	0.0007
BG	0.0273	0.001	0.0002	0.0009	0.0002
CY	0.1279	0.0046	0.001	0.0044	0.001
DK	3.7985	0.1367	0.0285	0.131	0.0285
ES	19.7446	0.7105	0.148	0.6808	0.148
FI	1.9904	0.0612	0.1138	0.0623	0.0091
FR	37.022	0.5438	1.1718	2.2556	0.1535
GR	19.7818	0.7118	0.1483	0.6821	0.1483
HR	0.0114	0.0004	0.0001	0.0004	0.0001
HU	0.218	0.0089	0.0233	0.0089	0.0011
IT	12.0944	0.493	0.5993	0.4697	0.0777
MT	0.003	0.0001	0	0.0001	0
PL	0.9814	0.0353	0.0074	0.0338	0.0074

<sup>16</sup> < <https://www.ceip.at/webdab-emission-database/reported-emissiondata> >



Poluant Stat	CO (monoxid de carbon)	NH <sub>3</sub> (amoniac)	NMVOC („Non-methane volatile organic compound”)	NO <sub>x</sub> (ca NO <sub>2</sub> ) (oxizi de azot exprimați ca dioxid de azot)	SO <sub>x</sub> (ca SO <sub>2</sub> ) (oxizi de sulf exprimați ca dioxid de sulf)
PT	29.4758	0.7654	2.4949	0.8956	0.1406
RO	0.2851	0.0146	0.0221	0.0121	0.0017

Pe lângă aceste două roluri esențiale (formarea humusului și aportul de săruri minerale), resturile vegetale sunt importante pentru conservarea apei în sol și mărirea reflectanței solului (albedo) care împreună cu o capacitate sporită de termoizolare pot contribui la scăderea temperaturii stratului superficial de sol (Opoku și colab., citat de Cociu, 2010) în timpul verii. Aceste aspecte sunt tratate cu deosebită atenție de către agricultura conservativă.

Datele referitoare la **cantitatea de resturi vegetale care ar trebui să rămână în sol** sunt încă insuficiente pentru fundamentarea unui algoritm de decizie, dar se poate totuși contura o imagine generală care ulterior să fie clarificată prin studii locale. Pe termen scurt (< 10 ani) exportul resturilor vegetale poate să nu fie urmat de modificări vizibile ale producției, dar sensibilitatea este foarte diferită în funcție de tipul de sol, condițiile de vreme și irigare, topografie (terenurile în pantă devin mult mai vulnerabile la eroziune după înlăturarea resturilor vegetale) (Blanco-Canqui și Lal, 2009). În condițiile din Nebraska, înlăturarea a până la 50% din resturile rămase după recoltarea porumbului nu a condus la o scădere semnificativă a dimensiunilor agregatelor de sol stabile în apă mai ales în condițiile în care s-a utilizat o cultură de acoperire târzie (secară de toamnă) (Ruis și colab., 2017). În anii cu umiditate suficientă, înlăturarea a mai mult de 25% din resturile vegetale a condus la sporuri de producție (probabil prin limitarea creșterii microorganismelor facultativ saprofite). Studii anterioare (Sesmero, 2014) au arătat că doar aproximativ 40% din reziduurile rămase în câmp pot fi încorporate în carbonul organic din sol (SOC), cea mai mare parte materia organică a solului provenind din rădăcinile care rămân de regulă în sol după recoltare (Wilhelm și colab., 2004).

O problemă care trebuie rezolvată local este analiza costurilor economice și ecologice pentru transportul biomasei către punctele de utilizare – în mod evident distanța de transport ar trebui redusă cât mai mult, dar randamentul de utilizare al instalației de prelucrare ar putea să crească odată cu creșterea capacității de prelucrare, fapt care presupune o arie de aprovizionare mai largă. Aria de aprovizionare poate varia de la 8,6 km<sup>2</sup> în cazul centralelor termice la peste 10 mii km<sup>2</sup> în cazul fabricilor de etanol (distanța medie 101,8 km) (Wieser și colab., 2014).

Porumbul poate furniza o cantitate de biomasă de 1,7 ori mai mare decât cerealele păioase, soia, sau floarea-soarelui (Wilhelm și colab., 2004) și ar putea fi preferat ca materie primă dar caracterul sezonier al disponibilității impune și utilizarea complementară a biomasei rezultate din culturile de toamnă.

În afara zootehniei care ar trebui să aibă prioritate datorită complementarității cu culturile de câmp și importanței pentru o alimentație umană echilibrată utilizările biomasei non-forestiere includ (Fig. 4):

- Generarea de căldură și energie electrică;
- Obținerea de compuși biochimici;
- Combustibili pentru transport;
- Biofertilizatori



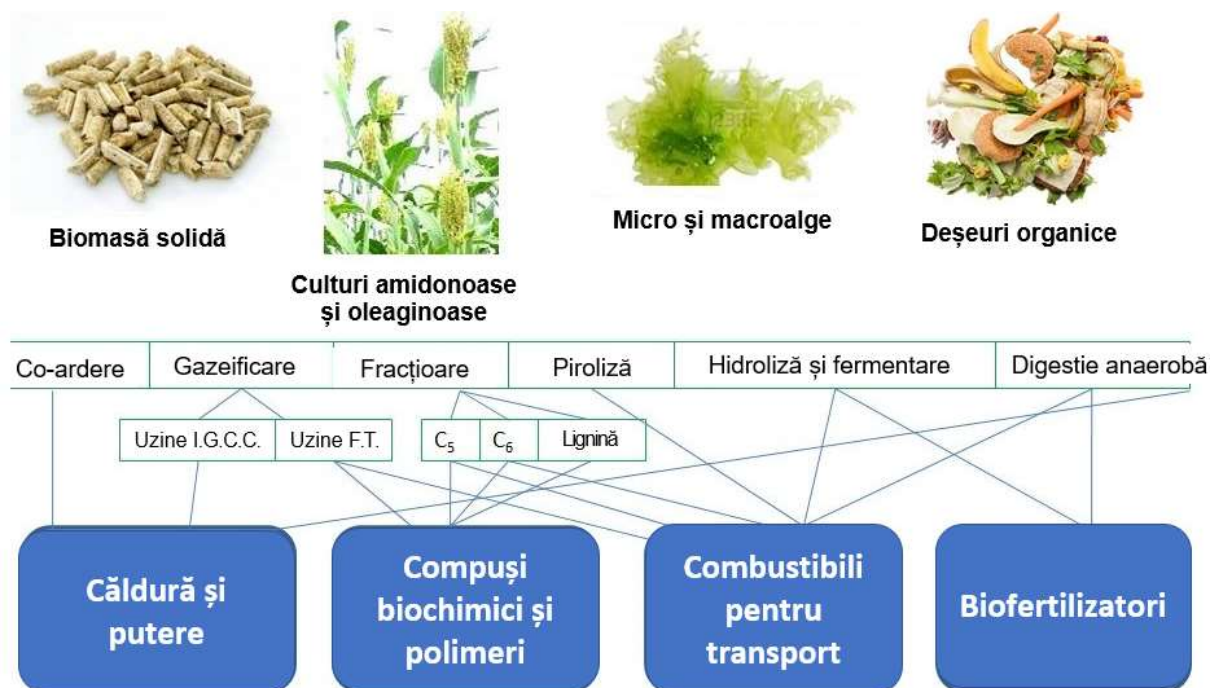


Fig. 4 Modalități de tilizare a biomasei <sup>17</sup>

Tehnologii pentru valorificarea energetică a biomasei folosite pot fi împărțite în șase categorii generice (Fig. 5):

- Arderea directă (pentru căldură și electricitate);
- Digestia anaerobă (pentru producerea unui amestec gazos bogat în metan);
- Hidroliză și fermentare (pentru obținerea de alcool din zaharuri);
- Extracția uleiurilor pentru biodiesel;
- Piroliza (pentru obținerea de cărbune pentru utilizare agricolă - „biochar” care reprezintă o modalitate foarte bună de imobilizare a carbonului în sol , gaz și uleiuri);
- Gazeificarea (pentru obținerea gazului de sinteză -un amestec de monoxid de carbon și hidrogen).

<sup>17</sup> < <https://www.eubia.org/cms/wiki-biomass/biomass-processing-technologies/> >

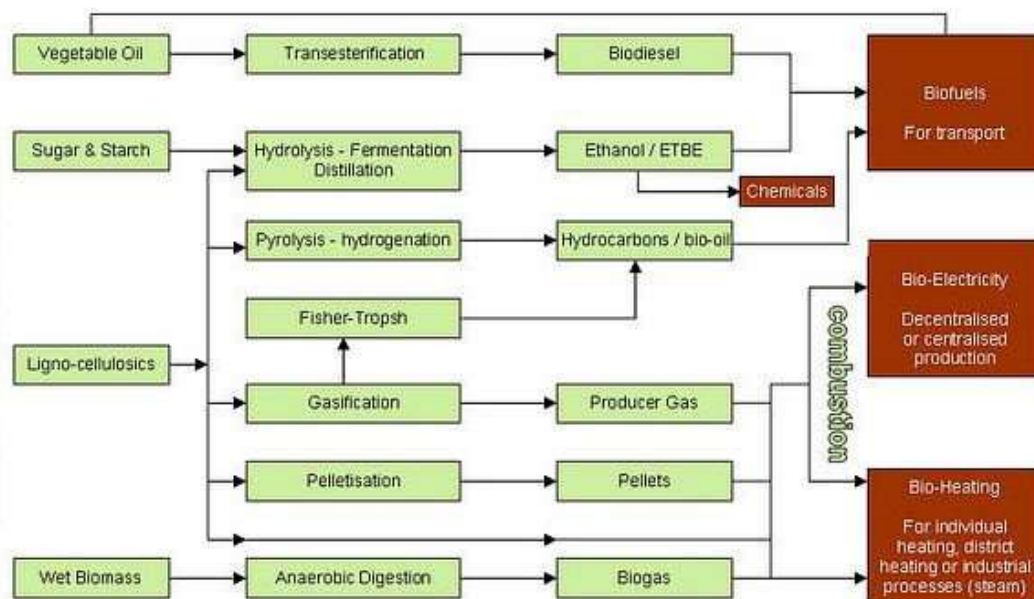


Fig. 5 Schema principalelor fluxuri tehnologice utilizabile pentru valorificarea biomasei < <https://www.eubia.org/cms/wiki-biomass/biomass-processing-technologies/> >

Pentru condițiile din Germania, în cadrul unui studiu care a inclus testarea diferitelor tehnologii de prelucrare a biomasei s-au obținut reduceri ale emisiilor de gaze cu efecte de seră pentru toate variantele testate dar impactul maxim a fost raportat pentru instalațiile de cogenerare și biogaz (Wieser și colab. 2014).

Referitor la extragerea uleiurilor pentru **biodiesel**, la INCDA-Fundulea (prof. Ion Toncea) a fost obținut un soi de camelină (Toncea și colab., 2013) care poate să fie folosit atât pentru furajarea animalelor (cu șroturile rezultate din presarea la rece pentru extragerea uleiurilor) cât și pentru folosirea pentru obținerea de kerosen pentru aviație<sup>18</sup>. Deoarece procesul de obținere a kerosenului din uleiul de camelină este încă dificil și costisitor au fost inițiate studii care au demonstrat posibilitatea de utilizare directă a uleiului de camelină preîncălzit la 75-90°C (Mangra și colab., 2018)

Conform datelor publicate în comun de Joint Research Center și Institutul Nova, în 2019 erau în România 874 de angajați în sectorul biodiesel și 80 în producția de bio-etanol, valoarea adăugată nedepășind 31 de milioane de euro. Din aceeași sursă și pentru același an, numărul angajaților din domeniul producerii de electricitate bazată pe resurse biologice era de 231 iar valoarea adăugată era de 14.5 milioane de euro, dar nu există valori separate pentru biomasa lemnoasă și ce provenită din culturile agricole.<sup>19</sup>

Din actorii implicații în transferul tehnologiilor agro-energetice către fermierii din România se numără Agropower<sup>20</sup>, Wieser Consult<sup>21</sup>, diferite institute și stațiuni de cercetare.

Din datele prezentate reiese posibilitatea extinderii utilizării biomasei non forestiere în România pentru producerea de energie din resurse regenerabile.

<sup>18</sup> <<https://agrointel.ro/51274/cum-se-cultiva-camelina-planta/>>

<sup>19</sup> <<https://datam.jrc.ec.europa.eu/datam/mashup/BIOECONOMICS/index.html>>

<sup>20</sup> <<http://www.agropower-energy.ro/>>

<sup>21</sup> <<https://www.wieserconsult.ro/solutii-integrate-pentru-energie-regenerabila/>>



## Glosar

**Agricultură conservativă** – (eng. „Conservation Agriculture (CA)”) este un sistem de agricultură care previne degradarea terenurilor arabile și regenerarea terenurilor agricole degradate pe baza unor principii care includ menținerea în permanență a acoperirii terenului, minimizarea perturbării solului și diversificarea speciilor cultivate (<https://www.fao.org/conservation-agriculture/overview/what-is-conservation-agriculture/en/>).

**Agrosistem** – un ecosistem agricol (<https://dexonline.ro/definitie/agroecosistem>)

**Amprentă de carbon** – (eng. „carbon footprint”) este un instrument pentru contabilizarea cu efect de seră a emisiilor de gaze exprimat într-o cantitate echivalentă de dioxid de carbon (CO<sub>2</sub>) ([https://ro.frwiki.wiki/wiki/Bilan\\_carbone](https://ro.frwiki.wiki/wiki/Bilan_carbone))

**Aristă/-e** – (eng. „awn”) formație alungită, țepoasă, cu care se termină frunzele sau unele piese florale la graminee (<https://dexonline.ro/definitie/arist%C4%83>)

**Biochar** – este un material rezidual al pirolizei (arderea biomasei în atmosferă cu conținut redus de oxigen) compus din carbon și cenușă. Acest material poate imobiliza carbonul în sol pentru mii de ani. (<https://en.wikipedia.org/wiki/Biochar>)

**Biocombustibil** – Combustibil obținut din materii prime vegetale. (<https://dexonline.ro/definitie/biocombustibil>)

**Biodiversitate** – Existența, la un anumit nivel geografic, a unei multitudini de ecosisteme cu caractere distincte (<https://dexonline.ro/definitie/biodiversitate> , modificat)

**Biofertilizant** – Un biofertilizant este o substanță care conține microorganisme care aplicate pe sol, semințe sau pe suprafața plantei stimulează creșterea vegetală prin mărirea cantității de nutrienți care devin disponibili pentru planta gazdă. (<https://en.wikipedia.org/wiki/Biofertilizer>)

**Biomasă (în context energetic)** – este materia provenită din organisme care au decedat recent (non-fosile) și care sunt utilizate pentru producerea de bioenergie ([https://en.wikipedia.org/wiki/Biomass\\_\(energy\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Biomass_(energy)))

**Brichetă/-e** – Produs obținut prin brichetarea materialului mărunț sau pulverulent, în forme geometrice regulate (paralelipipedice, ovoidale etc.), în vederea transportului, a folosirii sau a prelucrării lui ulterioare. (<https://dexonline.ro/definitie/brichet%C4%83>)

**Cogenerare, centrală de** – o centrală de cogenerare produce simultan energie electrică și energie termică prin utilizarea căldurii reziduale eliminată în momentul producerii energiei electrice pentru încălzirea apei menajere ( <https://www.viessmann.ro/ro/Ce-este-cogenerarea-si-ce-presupune-ea.html>)

**Compost** – un amestec deșeuri organice și sol care furnizează bacteriile care descompun materia organică în compuși care mai simpli care au rol de fertilizant (<https://www.eea.europa.eu/help/glossary/eea-glossary/compost>)

**Cultivar** – o varietate (= un tip) de plantă produsă prin ameliorare și selecție (<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/cultivar>)

**Cultură de acoperire** – este o cultură agricolă (de regulă foarte deasă) înființată nu atât pentru un beneficiu economic direct ci pentru protejarea și refacerea solului și pentru



evitarea degradării solului necultivat (<https://ecoferma.ro/alegerea-corecta-a-culturilor-de-acoperire-pentru-protejarea-solului/#:~:text=Culturile%20de%20acoperire%20sunt%20plante,pentru%20a%20%C3%AEmpiedica%20scurgerea%20lor.>)

**Cultură pură** – o cultură cu o singură specie agricolă, termen folosit în cazul speciilor care se pot cultiva și în amestec cu alte specii agricole

**Fertilitate** – „este însușirea globală a solului de a furniza elementele nutritive în cantități și proporții corespunzătoare pentru creșterea acelor categorii de culturi pentru care temperatura și ceilalți factori ai mediului sunt favorabili.”  
(<https://www.madr.ro/docs/agricultura/imbunatatiri-funciare/2020/Ordin-nr-278-din-2011-aprobare-Program-National-Sistem-de-monitorizare.pdf>)

**Fischer-Tropsch** – este un procedeu industrial de obținere a hidrocarburilor combustibile din monoxid de carbon și hidrogen ([https://ro.wikipedia.org/wiki/Proces\\_Fischer-Tropsch](https://ro.wikipedia.org/wiki/Proces_Fischer-Tropsch))

**Hardpan** – strat compact de pământ care se formează pe solurile argiloase, imediat sub adâncimea de lucru a plugului și care stânjenește creșterea în adâncime a rădăcinilor.  
(<https://dexonline.net/definitie-hardpan>)

**Hectar** – unitate de suprafață egală cu 10 000 m<sup>2</sup>

**Humus** – „un amestec de substanțe organice amorfe aflate în sol, de obicei până la o adâncime de 20-30 cm. Humusul reprezintă 85-90% din materia organică a solului și este un criteriu important în evaluarea fertilității sale. Humusul este un amestec complex, format din produși de transformare avansată a resturilor organice și produși de resinteză microbiană și din substanțe humice propriu-zise, cum ar fi acizi humici, acizi fulvici și humina”.  
(<https://ro.wikipedia.org/wiki/Humus>)

**Indice de recoltă** – (eng. „Harvest index”) raportul dintre masa producției utile a unei culturi și masa totală a părții aeriene (<https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/harvest-index>)

**Leguminoase**, plante – specii sau plante din familia *Fabaceae* denumită în trecut *Leguminosae* care cuprinde și specii cultivate mazăre, fasole, soia, năut, lucernă, trifoi. Au drept fruct păstăi iar boabele lor sunt bogate în proteine. A nu se confunda cu termenul popular de legume (<https://ro.wikipedia.org/wiki/Fabaceae>)

**Levigare** – Transportare în apa freatică a substanțelor din sol în cazul când un exces de apă s-a infiltrat vertical (<https://dexonline.net/definitie-levigare>)

**Miriște** – teren după recoltare (<https://dexonline.net/definitie-Miriste>)

**Model** (de simulare, multisectorial) – Un model este un sistem simplificat (de regulă virtual) care încearcă să reproducă componentele esențiale și funcționalitatea unui sistem mai complex, astfel încât prin studierea sistemului mai simplu să fie posibilă elaborarea de predicții pentru sistemul real

**Mulci** – (din eng. mulch) un strat de materie organică cum ar fi paie, frunze, resturi vegetale, rumeguș etc. care acoperă terenul agricol (<https://ro.wikipedia.org/wiki/Mulci>)

**Oleaginoase**, plante – plante din care se poate extrage ulei





**Pat germinativ** – reprezintă stratul de sol de la suprafața terenului care este prelucrat și în care urmează să fie așezată sămânța (<https://finantariagricole.ro/sfaturi-utile/pregatirea-patului-germinativ>)

**Pelet**, -e – combustibil solid din resturi vegetale livrate sub formă de mici cilindri alungiți (<https://ro.wikipedia.org/wiki/Pelet>)

**Perdea de protecție** – „Perdeaua de protecție, numită și perdea forestieră de protecție, perdea anti-vânt sau antivânt, este o asociație vegetală creată de om reprezentând o fâșie îngustă și lungă de teren plantată cu specii lemnoase (arbori și arbuști) amplasată la marginea unor obiective de protejat, cu rolul de a apăra culturile agricole”. ([https://ro.wikipedia.org/wiki/Perdea\\_de\\_protect%C8%9Bie](https://ro.wikipedia.org/wiki/Perdea_de_protect%C8%9Bie))

**Perene, plante** – „O plantă perenă este o plantă care trăiește mai mult de doi ani. Termenul este adesea folosit pentru a o diferenția de o plantă anuală sau biennială care are o viață mai scurtă.” ([https://ro.wikipedia.org/wiki/Plant%C4%83\\_peren%C4%83](https://ro.wikipedia.org/wiki/Plant%C4%83_peren%C4%83))

**Pleavă** – Resturi de spice sau de păstăi rezultate din treieratul cerealelor sau al leguminoaselor. (<https://dexonline.ro/definitie/pleav%C4%83>)

**Proteaginoase, plante** - plante capabile să aducă un aport proteic ridicat în nutriția umană sau a animalelor, multe plante leguminoase stochează proteine în semințe ca substanțele de rezervă. La nivel european există un deficit de producție de plante proteice. (<https://www.sanatateaplantelor.ro/pentru-stimula-fermierii-sa-infiinteze-culturi-proteice-comisia-europeana-vrea-sa-majoreze-sprijinul-cuplat/>)

**Polimeri** – „este o substanță compusă din molecule cu masă moleculară mare, formate dintr-un număr mare de molecule mici identice, numite monomeri, legate prin legături covalente” (<https://ro.wikipedia.org/wiki/Polimer>)

**Rizom** – „este o tulpină subterană geofilă, simplă sau ramificată, de obicei cărnosă, cu noduri și internoduri, la plantele erbacee perene, lipsită de clorofilă și piloriză, uneori cu frunze rudimentare (scvame), în formă de solzi”. (<https://ro.wikipedia.org/wiki/Rizom>)

**Rotația culturilor** – „Asolamentul sau rotația culturilor presupune împărțirea unui teren agricol în mai multe sole, fiecare dintre acestea fiind însămânțate anual cu un anumit tip de plantă, iar în următorii ani agricoli, fiecare tip de plantă va fi repartizat, succesiv, pe o solă diferită” (<https://www.agro.basf.ro/ro/stiri/basf-in-camp/rotatia-culturilor-asolament-ce-presupune.html>)

**Sechestrarea carbonului** – absorbția dioxidului de carbon și înmagazinarea acestuia (<https://www.europarl.europa.eu/news/ro/headlines/society/20190926STO62270/ce-este-neutralitatea-emisiilor-de-dioxid-de-carbon>)

**Semănat direct** – semănat efectuat în solul nearat, în miriște (<https://www.kws.com/ro/ro/consultanta/semanat/arat/>)

**Sustenabilitate** – „este capacitatea de a exista și de a dezvolta fără a epuiza resursele naturale pentru viitor. Organizația Națiunilor Unite a definit dezvoltarea durabilă în Raportul Brundtland ca fiind o dezvoltare care răspunde nevoilor prezentului fără a compromite capacitatea generațiilor viitoare de a-și satisface propriile nevoi. Presupune ca resursele sunt finite și, prin urmare, ar trebui folosite în mod conservator și atent pentru a se asigura că sunt suficiente pentru generațiile viitoare, fără a scădea calitatea vieții actuale. O societate durabilă trebuie să fie responsabilă social, concentrându-se pe protecția mediului și echilibrul dinamic



în sistemele umane și naturale”. (<https://www.twi-global.com/locations/romania/ce-facem/intrebari-frecvente-faq/ce-este-sustenabilitatea>)

## Bibliografie selectivă

- Abdel-Kader, M.M., Khalil, M.S.A. and El-Mougy, N.S., 2022. Efficacy of fungicide alternatives against late wilt disease of maize and their influence on plant morphogenesis and yield characters. *Hellenic Plant Protection Journal*, 15(2), pp.57-71.
- Balomenou, E. 2009. Research concerning the cultivar influence on the productive potential and biochemical content of *Cynara ssp.* Inflorescences, *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj Napoca, Print*, vol 66 (1), pag. 383.
- Blanco-Canqui, H. and Lal, R., 2009. Crop residue removal impacts on soil productivity and environmental quality. *Critical reviews in plant science*, 28(3), pp.139-163.
- Cociu, A.I., 2010. Tillage system effects on input efficiency of winter wheat, maize and soybean in rotation. *Romanian Agricultural Research*, 27, pp.81-87.
- Cofas, E. and Bălăceanu, C.T., 2023. Evaluation of the biomass energy production potential in agricultural holdings in relation to their size. Case study for COP farms in Romania. *Romanian Agricultural Research*, 40, first online.
- Glithero, N.J., Wilson, P. and Ramsden, S.J., 2013. Straw use and availability for second generation biofuels in England. *Biomass and Bioenergy*, 55, pp.311-321.
- Ion, V., Dicu, G., Dumbravă, M., Temocico, G., Alecu, I.N., Bășa, A.G. and State, D., 2015. Harvest index at maize in different growing conditions. *Romanian Biotechnological Letters*, 20(6), p.10951.
- Kaltschmitt, M., Hartmann, H. and Hofbauer, H., 2009. Biomass based energy. Fundamentals, technologies and procedures. 2. new rev. and enl. ed.; Energie aus Biomasse. Grundlagen, Techniken und Verfahren.
- Kanazawa, S., Asakawa, S. and Takai, Y., 1988. Effect of fertilizer and manure application on microbial numbers, biomass, and enzyme activities in volcanic ash soils: I. Microbial numbers and biomass carbon. *Soil Science and Plant Nutrition*, 34(3), pp.429-439
- Li, X., Wang, S., Duan, L., Hao, J., Li, C., Chen, Y. and Yang, L., 2007. Particulate and trace gas emissions from open burning of wheat straw and corn stover in China. *Environmental science & technology*, 41(17), pp.6052-6058.
- Loffredo, E., Berloco, M., Casulli, F. and Senesi, N., 2007. In vitro assessment of the inhibition of humic substances on the growth of two strains of *Fusarium oxysporum*. *Biology and Fertility of Soils*, 43, pp.759-769.
- Mangra, A.C., Porumbel, I. and Florean, F.G., 2018. Experimental measurements of *Camelina sativa* oil combustion. *Energy for Sustainable Development*, 44, pp.109-116.
- Mittra, B.N., Karmakar, S., Swain, D.K. and Ghosh, B.C., 2005. Fly ash—a potential source of soil amendment and a component of integrated plant nutrient supply system. *Fuel*, 84(11), pp.1447-1451.
- Murariu, D., Străjeru, S. and Radu S. 2002. Status of Romanian medicinal and aromatic plants collection”, Meeting of the ECPGR Medicinal and Aromatic Plants Working Group, p: 109-113. Gozod Martulijek. Slovenia.
- Paris, B., Vandorou, F., Balafoutis, A.T., Vaiopoulos, K., Kyriakarakos, G., Manolakos, D. and Papadakis, G., 2022. Energy use in open-field agriculture in the EU: A critical review recommending energy efficiency measures and renewable energy sources adoption. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 158, p.112098.
- Pels, J.R., de Nie, D.S. and Kiel, J.H., 2005, October. Utilization of ashes from biomass combustion and gasification. In 14th European Biomass Conference & Exhibition (Vol. 17, pp. 17-21).



- Ruis, S.J., Blanco-Canqui, H., Jasa, P.J., Ferguson, R.B. and Slater, G., 2017. Can cover crop use allow increased levels of corn residue removal for biofuel in irrigated and rainfed systems?. *BioEnergy Research*, 10, pp.992-1004.
- San-Miguel-Ayanz, J., Oom, D., Artes, T., Viegas, D.X., Fernandes, P., Faivre, N., Freire, S., Moore, P., Rego, F. and Castellnou, M., 2020. Forest fires in Portugal in 2017. *Science for disaster risk management*.
- Sesmero, J.P., 2014. Corn residue supply in the irrigated Corn Belt. *BioEnergy Research*, 7, pp.728-743.
- Siddiqui, Y., Meon, S., Ismail, R., Rahmani, M. and Ali, A., 2009. In vitro fungicidal activity of humic acid fraction from oil palm compost. *Int. J. Agric. Biol*, 11, pp.448-452.
- Song, Q., Zhu, J., Gong, Z., Feng, Y., Wang, Q., Sun, Y., Zeng, X. and Lai, Y., 2021. Effect of straw retention on carbon footprint under different cropping sequences in Northeast China. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(39), pp.54792-54801.
- Tamaş, A., Duşa, E.M., Ignat, G.A., Vrînceanu, N. and Stan, V., 2022. Effects of compost on plant and soil: study case in successive crops. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, Vol. LXV, No. 2,
- Toncea, I. 2009. *Compostarea deşeurilor organice menajere, gospodăreşti si comunitare*, Total Publishing, Bucuresti
- Toncea, I., Necseriu, D., Prisecaru, T., Balint, L.N., Ghilvacs, M.I. and Popa, M., 2013. The seed's and oil composition of Camelia—first Romanian cultivar of camelina (*Camelina sativa*, L. Crantz). *Romanian Biotechnological Letters*, 18(5), pp.8594-8602.
- Venturini, G., Pizarro-Alonso, A. and Münster, M., 2019. How to maximise the value of residual biomass resources: The case of straw in Denmark. *Applied Energy*, 250, pp.369-388.
- Wang, G., Shen, L. and Sheng, C., 2012. Characterization of biomass ashes from power plants firing agricultural residues. *Energy & Fuels*, 26(1), pp.102-111.
- Weiser, C., Zeller, V., Reinicke, F., Wagner, B., Majer, S., Vetter, A. and Thraen, D., 2014. Integrated assessment of sustainable cereal straw potential and different straw-based energy applications in Germany. *Applied energy*, 114, pp.749-762.
- Wilhelm, W.W., Johnson, J.M., Hatfield, J.L., Voorhees, W.B. and Linden, D.R., 2004. Crop and soil productivity response to corn residue removal: A literature review. *Agronomy journal*, 96(1), pp.1-17.
- Wu, L., Ma, H., Mei, J., Li, Y., Xu, Q. and Li, Z., 2022. Low energy consumption and high quality bio-fuels production via in-situ fast pyrolysis of reed straw by adding metallic particles in an induction heating reactor. *International Journal of Hydrogen Energy*, 47(9), pp.5828-5841.