

Rezumat

Cuvinte cheie: *camelină, șrot, ulei, ciclu viață carbon, emisii gaze cu efect de seră*

În secolul 21, atenuarea schimbărilor climatice și securitatea energetică sunt aspecte importante ale politicii energetice globale. Potențialul de reducere a emisiilor de gaze cu efect de sera prin înlocuirea combustibililor fosili, cum ar fi petrolul, gazele și cărbunii, cu combustibili derivați din surse de biomasă regenerabilă reprezintă un factor important în promovarea bioenergiei. Impactul emisiilor gazelor cu efect de seră ale sistemelor bioenergetice trebuie să fie comparat cu cel al sistemelor combustibililor fosili sau al altor surse regenerabile de energie, prin evaluarea ciclului de viață al carbonului. Această metodă evaluează impactul asupra mediului înconjurător pe toate etapele obținerii unui produs, de la fabricare până la utilizarea finală, sau parțial, pe un anumit segment din tehnologie, reprezentând o metodă de cuantificare a impactului asupra mediului înconjurător. Industria de transport, inclusiv cea aeronautică, oferă o legătură indispensabilă pentru întreaga lume, incluzând atât transportul public și privat cât și companii mici sau mari. Având în vedere siguranța planetei noastre, precum și securitatea energetică, avem nevoie de a dezvolta noi surse regenerabile de energie cu emisii minime de gaze cu efect de seră, pentru a limita impactul asupra mediului înconjurător. Aceasta face parte dintr-un obiectiv global, care stimulează industria transporturilor în a căuta noi surse de combustibili, din surse regenerabile, folosind tehnologii de obtinere sustenabile.

Prezenta lucrare evaluează și cuantifică emisiile gazelor cu efect de seră din tehnologia agricolă de producție a semințelor de camelină, ce reprezintă sursa uleiului ce va fi transformat în biocombustibili, respectiv biokerosen și biodiesel.

În lucrarea de față, evaluarea ciclului de viață al carbonului din tehnologia agricolă de cultivare a plantei *Camelina sativa*, s-a efectuat în baza datelor înregistrate din **patru locații de exploatare agricolă**, din trei zone diferite ale țării, respectiv Iași, Giurgiu și Ilfov, cu abordări diferite din punct de vedere al managementului agricol și tehnologic: comercial intensiv, comercial și didactic experimental, comparativ cu o altă plantă energetică, rapița.

În scopul eficientizării tehnologiei și implicit pentru reducerea emisiilor de carbon, s-au studiat posibilitățile de valorificare a produsului secundar: șrotul de camelina, generat de extracția uleiului, în condiții comerciale, testare care a confirmat influența pozitivă a șrotului de camelină asupra producției de lapte, caracteristicilor organoleptice și fizico-chimice ale laptelui, fără să afecteze sănătatea animalelor.

Teza de doctorat este structurată în 5 capitole principale. Principalele obiective care au ghidat documentările, cercetările teoretice și aplicațiile practice ale tezei de doctorat au fost:

- Identificarea consumurilor de combustibil și a emisiilor de gaze de seră prin aplicarea tehnologiei agricole, premergătoare obținerii produsului de interes principal, uleiul de camelină;
- Cuantificarea emisiilor dioxidului de carbon, gaz de referință cu efect de seră, pe o unitate de suprafață agricolă de un hectar, din mai multe loturi, ce are potențial de impact pe o perioadă de 100 ani.
- Evaluarea potențialului de valorificare a șrotului de camelină, prin realizarea unui studiu de piață în cele mai mari ferme de bovine de lapte din România privind cantitățile și calitățile suplimentelor energo-proteice consumate în prezent și testarea practică a șrotului privind eficiența și influența acestuia atunci când este introdus în hrana animalelor de fermă.

Capitolul 1 cuprinde o documentare amănunțită a metodei de Evaluare a Ciclului de Viață al Carbonului, cu aprofundare privind structura, obiectivele, analizei de inventar, metoda de calcul, impactul și categoria de impact, interpretarea și valorificarea produșilor tehnologiei agricole a camelinei. Datele bibliografice referitoare la obiectivele tezei sunt de actualitate, atât pentru valorificarea produsilor prin exemplificarea mai multor teste privind proprietățile nutriționale ale șrotului și capacității de transformare a uleiului în biokerosen, cât și din punct de vedere al metodei de cuantificare a emisiei gazelor cu efect de seră.

În acest capitol sunt prezentate ultimele inițiative legislative ale Comisiei Europene, care încurajează atât exploatarea tehnologiilor de obținere a surselor alternative de energie dar și aplicarea evaluărilor ce expun impactul de mediu al tehnologiei respective.

Conform principiului evaluării ciclului de viață al carbonului, în care se pune în balanță resursele energetice consumate pentru obținerea unui produs care va purta de asemenea o amprentă asupra mediului înconjurător, sunt prezentate tipurile de posibile de impact, metodele de alocare pentru valorificarea eficiență a produșilor precum și recenzia critică a informațiilor privind sistemul evaluat. Studiul teoretic al ultimelor cercetări din acest domeniu prin prelucrarea referințelor bibliografice, a permis elaborarea unor obiective realiste și fezabile, ceea ce a condus concentrarea prezentei lucrări asupra unor rezultate ce pot fi aplicate practic, cu efecte pozitive chiar și pe termen scurt, în mai multe sisteme comerciale.

În capitolul 2 sunt descrise metodele și materialele abordate, fiind corelate cu cercetările practice și rezultatele parțiale obținute asupra tehnologiei agricole a camelinei, metodelor de obținere a produșilor din semințele de camelină și randamentele rezultate.

Determinarea caracteristicilor produşilor rezultaţi, în special a şrotului de camelină, pentru care s-au realizat analize fizico-chimice asupra conţinutului în nutrienţi, conţinut determinant în vederea stabilirii speciei zootehnice pentru care se poate testa eficienţa nutriţională precum şi tipurile de tehnologii şi sisteme studiate în paralel, pentru evidenţierea impactului de mediu şi a rentabilităţii economice a acestora.

În cadrul tezei s-au evaluat emisiile gazelor cu efect de seră pentru trei tehnologii de cultivare a camelinei şi o tehnologie de referinţă (rapiţă), respectiv: camelină cu pregătire minimală a solului, în sistem comercial, având la dispoziţie utilaje moderne, în judeţul Giurgiu; camelină cu pregătire minimală a solului, în sistem didactic experimental, cu utilaje specifice activităţilor didactice, asemănătoare celor folosite de către fermele mai puţin dotate cu utilaje moderne, în judeţul Ilfov; camelină cu pregătire specifică a solului, în sistem comercial intensiv, având la dispoziţie utilaje moderne, în judeţul Iaşi; rapiţă, sistem de referinţă, cu pregătire specifică a solului, în sistem comercial intensiv, având la dispoziţie utilaje moderne, în judeţul Iaşi.

Rezultatele experimentale sunt descrise în capitolul 3, fiind structurate pe trei părţi.

În prima parte sunt prezentate rezultatele privind producţia fizică de camelină pentru fiecare lot, urmate de randamentele obţinute după procesul fizic de extracţie al uleiului.

Cea mai bună producţie de seminţe de camelină s-a înregistrat pentru lotul Iaşi, cultivat comercial intensiv, cu pregătire specifică a solului, aceasta fiind de 1670 kg/ha., spre deosebire de lotul Giurgiu care a avut 1500 kg/ha şi lotul Ilfov în care s-a obţinut o producţie de 1000 kg/ha. Datorită faptului că modalitatea de alocare a produşilor finali care rezultă din această tehnologie, este necesară raportarea impactului de mediu la cantităţile fizice a acestora, s-au studiat şi sistemele de extracţie, unul la Iaşi, unde s-a folosit o presă adaptată pentru camelină, cu randament de extracţie al uleiului de 25,5%; un sistem la Bucureşti, care a avut un randament de 31,4%; iar cel de-al treilea sistem folosit la Giurgiu, unul privat, a avut cel mai bun randament, de 32,2%. Raportat la producţia agricolă, cu un conţinut mediu de 38% ulei în seminţe, după alocarea produşilor, lotul Giurgiu a avut cea mai bună productivitate pe segmentul câmp-extracţie, rezultând 484 Kg ulei, depăşind lotul Iaşi, care a avut o producţie de ulei de 426 kg/ha. La polul opus se află lotul Ilfov, din care s-a obţinut o cantitate de 314 kg ulei pentru aceeaşi unitate de suprafaţă.

În partea a doua sunt redate rezultatele privind posibilitatea utilizării şrotului de camelină, în urma centralizării tipurilor şi consumurilor de furaje energo-proteice folosite în alimentaţia animalelor din principalele zone agricole de pe teritoriul ţării.

După obţinerea recoltei şi presării seminţelor de camelină, s-a testat şrotul de camelină în alimentaţia vacilor în fermă comercială, cu măsurarea indicatorilor de performanţă ai fermei pe o perioadă de trei săptămâni. Rezultatele testării aplicate demonstrează faptul că şrotul de camelină

se poate administra în hrana vacilor de lapte, cu rezultate pozitive privind producția și calitatea laptelui, la o rată de includere de 1-2% din ingesta zilnică, iar din punct de vedere economic, returnarea investiției este de minim 1:2.

În partea a treia sunt evidențiate rezultatele evaluării ciclului de viață al carbonului, pentru toate cele trei loturi, cu următoarele rezultate principale:

- emisiile de gaze cu efect de seră, raportate la suprafața cultivată, din loturile de camelină, **sunt cu până la 32% mai mici** decât emisiile generate de lotul cu rapiță.
- datorită utilajelor agricole performante, loturile de la Giurgiu și Iași au realizat producții aproximativ egale (**între 1500 și 2000kg/ha brut**), cu diferențe mici pentru emisiile de gaze cu efect de seră, spre deosebire de lotul Ilfov, care a avut cea mai mică producție de semințe (**cca 1000Kg/ha brut**) și cele mai mari emisii de gaze cu efect de seră dintre cele 3 loturi de camelină: **Giurgiu 905.4, Iași 1044.66 și Ilfov 1104.6 (kg CO₂, eq / ha anuale)**.
- Cel mai mare impact asupra mediului înconjurător, indiferent de performanța echipamentelor și managementul terenurilor agricole, îl generează aplicarea îngrășămintelor pe bază de azot, responsabile de cca. 75% din emisiile de gaze cu efect de seră.
- Îngrășămintele chimice, generează cel mai complex ciclu de viață, cu intercorelări extrem de complexe, pentru evaluarea ciclului de viață al carbonului pe loturile studiate, implică cel puțin 97 de procese tehnologice, până la utilizarea fizică de către fermieri.

În capitolul 14 al tezei sunt prezentate o serie de contribuții originale, cum ar fi:

- În cadrul tezei s-au măsurat emisiile gazelor cu efect de seră din fiecare etapă tehnologică agricolă pentru patru loturi, dintre care unul de rapiță, luat ca și referință
- S-a comparat tehnologia camelinei cu cea a rapiței, pentru cultura de camelină rezultând emisii de gaze cu efect de seră cu până la 32% mai mici, pe aceeași unitate de suprafață.
- S-a făcut un studiu de piață în majoritatea fermelor zootehnice de bovine din țară, cu efective de animale mari, pentru a înregistra ponderea consumului de suplimente proteice și profilul nutrițional al acestora, ca o oportunitate pentru șrotul de camelină
- S-a testat șrotul de camelină în alimentația vacilor într-o fermă comercială, cu măsurarea principalilor indicatori de performanță ai fermei pe o perioadă de trei săptămâni, dovedindu-se efectul pozitiv al șrotului de camelină asupra producției de

lapte, caracteristicilor organoleptice și fizico-chimice ale laptelui, fără a afecta sănătatea animalelor

- Datorită rezultatelor bune înregistrate în fermă, la un preț propus de 1 RON/Kg șrot, rezultă o returnare a investiției de cel puțin 1:2, ceea ce deschide drumul șrotului de camelină spre a fi valorificat economic ca supliment furajer energo-proteic.
- Evaluarea tehnologiei camelinei cu cea a rapiței, pentru cultura de camelină rezultând emisii de gaze cu efect de seră cu până la 32% mai mici, raportată la aceeași unitate de suprafață.

Din punct de vedere al valorificării produșilor, demonstrarea valorii nutriționale a șrotului de camelină va crește valoarea întregului flux tehnologic, prin valorificarea directă a unui co-produs ce are o pondere importantă în această tehnologie. Analiza critică a datelor obținute, care includ și recomandări privind evoluția ulterioară a acestei tehnologii precum și pentru utilizarea fezabilă până la eliminarea co-produsului obținut este folositoare fermierilor din domeniul agricol, procesatorilor de semințe, producătorilor de biocombustibili și fermierilor din domeniul zootehnic.