

UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRONOMICE  
SI MEDICINĂ VETERINARĂ BUCUREȘTI  
Facultatea de AGRICULTURĂ

Ing. MARIA DUMITRAȘCU

CERCETĂRI PRIVIND UTILIZAREA BIOCOMBUSTIBILILOR  
ÎN MECANIZAREA AGRICULTURII

Researches regarding the use of biofuel in the mechanization  
of agriculture

TEZA DE DOCTORAT

CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC:  
Prof. univ. dr. ing. ADRIAN MITROI

BUCUREȘTI  
2007

---

## CUPRINS

1	CONSIDERAȚII GENERALE PRIVIND IMPORTANȚA UTILIZĂRII	
	BIOCOMBUSTIBILILOR.....	12
1.1	Importanța utilizării biocombustibililor și producția la nivel mondial de biocombustibil .....	1
1.1.1	Importanța utilizării biocombustibililor în mecanizarea agriculturii...	12
1.1.2	Producția de biocombustibili la nivel mondial.....	19
1.2	Parametrii calitativi ai biocombustibililor și tehnologii de obținere .....	23
1.2.1	Parametrii calitativi ai biocombustibililor.....	23
1.2.2	Standardul uleiului presat la rece obținut din semințe de rapiță .....	26
1.2.3	Tehnologii de obținere a biocombustibililor .....	29
1.3	Scopul lucrării .....	38
2	STADIUL ACTUAL PRIVIND CERCETĂRILE TEORETICE ÎN DOMENIUL UTILIZĂRII BIOCOMBUSTIBILILOR ÎN MECANIZAREA AGRICULTURII .....	39
2.1	Considerații generale .....	39
2.2	Strategiile privind politicile țărilor producătoare și utilizatoare de biocombustibil .....	48
2.2.1	Germania .....	48
2.2.2	Italia .....	49
2.2.3	Olanda .....	50
2.2.4	Statele Unite ale Americii.....	51
2.2.5	China .....	52
2.2.6	Brazilia .....	52
2.2.7	România .....	52
2.3	Implicații ecologice, economice și tehnice ale utilizării biocombustibililor.....	53
2.3.1	Implicații ecologice ale utilizării biocombustibililor.....	53
2.3.2	Implicații economice ale utilizării biocombustibililor.....	54
2.3.3	Implicații tehnice ale utilizării biocombustibililor .....	56
2.3.4	Politica Uniunii Europene în sectorul energiilor regenerabile .....	58
2.3.5	Directiva Electricității „curate”(„Verzi”) .....	58
2.3.6	Directiva biocombustibililor .....	59

3	CERCETĂRI ȘI APLICAȚII PE PLAN MONDIAL ÎN DOMENIUL	
	BIOCOMBUSTIBILILOR.....	61
3.1	Istoricul cercetărilor pe plan mondial în domeniul biocombustibililor.....	61
3.2	Etape semnificative din politica internațională a mediului .....	75
4	STADIUL CERCETĂRILOR ȘI AL APLICAȚIILOR ÎN ȚARA NOASTRĂ ÎN	
	DOMENIUL BIOCOMBUSTIBILILOR.....	85
5	CERCETĂRI PROPRII PRIVIND UTILIZAREA BIOCOMBUSTIBILILOR ÎN	
	MECANIZAREA AGRICULTURII.....	94
5.1	Obiectivele cercetarilor experimentale .....	94
5.2	Material și metodă.....	94
5.2.1	Material.....	94
5.2.1.1	Echipamentul utilizat in cadrul cercetarilor .....	95
5.2.2	Metodă.....	103
5.2.2.1	Mărimile măsurate în timpul experiențelor .....	103
5.2.2.2	Etapetele desfășurării experiențelor.....	104
5.2.2.3	Determinarea puterii efectiva a motorului si a consumului specific	
	de combustibil .....	107
5.2.2.4	Corectarea datelor experimentale .....	107
5.2.2.5	Prelucrarea statistică a datelor.....	110
5.2.2.6	Analiza formală a eficienței energetice a folosirii	
	biocombustibilului drept combustibil pentru motoarele Diesel.....	111
5.2.2.7	Experimentari privind influenta amestecului motorina-	
	biocombustibil asupra starii tehnice a motorului.....	114
5.2.2.8	Evaluarea stării tehnice finale a motorului folosit la experiențe	
	.....	115
5.3	Rezultate și discuții .....	116
5.3.1	<i>Grupa A:</i> Determinarea comportării de referință a motorului de test	
	in conditiile alimentarii acestuia cu motorina .....	116
5.3.2	<i>Grupa B:</i> Determinarea comportarii motorului in conditiile alimentarii	
	acestuia cu amestec motorina-biocombustibil (5% biocombustibil).....	133
5.3.3	<i>Grupa C:</i> Determinarea comportarii motorului in conditiile alimentarii	
	acestuia cu amestec motorina-biocombustibil (10% biocombustibil).....	144
5.3.4	<i>Grupa D:</i> Determinarea comportarii motorului in conditiile alimentarii	
	acestuia cu amestec motorina-biocombustibil (15% biocombustibil).....	155

---

5.3.5 Analiza comparativă a comportării motorului de test la alimentarea cu amestec motorină - biocombustibil. ....	166
5.3.5.1 Analiza performanțelor de moment motor .....	166
5.3.5.2 Analiza performanțelor de putere .....	169
5.3.5.3 Analiza performanțelor de consum specific de combustibil .....	171
5.3.5.4 Analiza performanțelor privind fumul din gazele de evacuare ..	173
5.3.6 Stabilirea proporției optime de preparare a amestecurilor motorină – biocombustibil .....	176
5.3.7 Cercetari privind influența amestecului motorina-biocombustibil asupra stării tehnice a motorului .....	179
5.3.7.1 Regimul de duranță .....	179
5.3.7.2 Comportarea motorului alimentat cu motorina în duranță ....	180
5.3.8 Evaluarea efectelor funcționării în duranță asupra stării tehnice a motorului .....	186
6 CONCLUZII FINALE .....	195
Rezumat .....	197
BIBLIOGRAFIE .....	206
Anexa 1 .....	213
Anexa 2 .....	225
Anexa 3 .....	229
Anexa 4 .....	233
Anexa 5 .....	237

## Rezumat

Direcția actuală a politicii energetice europene are la bază asigurarea securității energetice a statelor membre UE și urmărește facilitarea utilizării surselor regenerabile în sectorul de producție și distribuție a energiei precum și creșterea eficienței și utilizării surselor regenerabile în toate sectoarele. România în contextul european a devenit preocupată de cercetarea diferitelor resurse regenerabile pe care le-ar putea utiliza pentru asigurarea securității energetice.

Scopul principal al acestei lucrări este utilizarea biocombustibililor în mecanizarea agriculturii, determinarea proporției optime de amestec motorină-biocombustibil capabil să păstreze performanțele motorului alimentat cu acest amestec cât mai apropiat de performanțele de referință.

Lucrarea prezintă o analiză teoretică a importanței utilizării biocombustibililor în mecanizarea agriculturii bazată pe interpretarea datelor referitoare la: producția mondială de biocombustibil, parametrii calitativi și tehnicile de obținere a biocombustibililor, în special standardul uleiului obținut prin presarea la rece a rapitei.

O parte importantă a tezei poate fi considerată un studiu cu privire la stadiul actual al cercetărilor teoretice în domeniul utilizării biocombustibililor în mecanizarea agriculturii bazat pe: date teoretice referitoare la tehnologia obținerii uleiului de rapită; strategiile politice ale țărilor producătoare și utilizatoare de biocombustibil (Germania, Italia, Olanda SUA, China, Brazilia, România); implicațiile ecologice, economice și tehnice de utilizare a biocombustibililor; politica UE în sectorul energiilor regenerabile și pe legislația care reglementează utilizarea biocombustibililor.

Acest studiu teoretic este întregit de o vastă prezentare a stadiului actual al cercetărilor și aplicațiilor pe plan mondial și în România referitor la utilizarea biocombustibililor în mecanizarea agriculturii.

Obiectivele cercetărilor experimentale proprii au constat în stabilirea performanțelor „de motor” ale biocombustibilului în condițiile folosirii acestuia ca

substituit pentru o parte din motorina folosită la alimentarea motoarelor cu aprindere prin comprimare. În cadrul experiențelor s-au urmărit : parametrii motorului (moment, consum , putere, indice de fum) și influența amestecului motorina-biocombustibil asupra stării tehnice a motorului. Principalul obiectiv a constat în stabilirea proporției optime de preparare a amestecului motorina-biocombustibil astfel încât să se păstreze performanțele motorului alimentat cu amestec motorina-biocombustibil la valori cât mai apropiate de performanțele de referință (motorina) ale motorului.

Cercetările experimentale din această lucrare au fost efectuate pe parcursul a doi ani în perioada 2004-2006, în laboratorul specializat din Departamentul de Încercări al INMA București, folosind biocombustibil obținut din ulei vegetal de rapita.

Materiale utilizate au constat în: motorul cu aprindere prin comprimare, model D - 115, produs de Uzina "Tractorul" Brașov pentru echiparea standard a tractoarelor pe roți din gama 445, acest motor a fost instalat în cadrul unui stand destinat experiențelor la priza de putere. Standul a avut în componență o frână hidraulică funcționând pe principiul laminării , ce putea fi cuplată la priza de putere a tractorului și care putea fi controlată continuu prin comenzi electrice guvernate de operatorul de încercare. Aparatele de măsură din componența standului au fost: un aparat pentru măsurarea consumului orar gravimetric de combustibil, care a fost înseriat în instalația de alimentare a motorului și un aparat independent pentru determinarea opacității gazelor de evacuare ale motorului, echipament pentru determinarea parametrilor de stare ai atmosferei (presiunea atmosferică, temperatura atmosferică și umiditatea atmosferică relativă) în zona prizei de aer a motorului de test (barometru Brüel&Kjaer, termohidrometru Hottinger), standul a beneficiat de funcționarea integrată, controlată cu ajutorul unui calculator numeric.

În timpul experiențelor au fost folosite pentru măsurarea mărimilor (coeficient de absorbție a luminii în gazele de ardere evacuate de motor, consumul orar de combustibil, turația, momentul efectiv) următoarele aparate: aparat de măsurare „indice de fum” (tip Motorscan), aparat de măsurare consum (tip DMCC 2000), linie măsurare turație (tip AMTRD - 2), linie măsurare moment (tip Hottinger MVD 2510).

Combustibilii utilizați în experimente au fost: motorina Euro Diesel 5 produsă de Petrom și biocombustibilul (obținut prin transesterificarea uleiului de rapiță în cadrul unui proces industrial) produs de S.C. Viromet S.A.

Metoda a constat în determinarea performanțelor unui motor de test în condițiile alimentării cu amestec de motorina - biocombustibil conținând 5%, 10% și 15% biocombustibil, compararea acestor performanțe cu performanțele de referință ale motorului de test, obținute în condițiile alimentării acestuia cu motorină, analiza criterială pentru determinarea proporției optime de preparare a amestecului motorina-biocombustibil și desfășurarea unui test sumar de durabilitate la funcționarea motorului alimentat cu mixtura astfel preparată.

Mărimile măsurate în timpul experimentelor: turația  $n_p$ , momentul efectiv  $M_{ep}$ , consumul orar de combustibil  $C$ , indicele de fum  $k$ .

Cercetările experimentale au constat în efectuarea a 4 grupe de experimente:

*Grupa A:* determinarea comportării de referință a motorului de test în condițiile alimentării acestuia cu motorină;

*Grupa B:* determinarea comportării motorului în condițiile alimentării acestuia cu amestec motorina-biocombustibil (5% biocombustibil);

*Grupa C:* determinarea comportării motorului în condițiile alimentării acestuia cu amestec motorina-biocombustibil (10% biocombustibil);

*Grupa D:* determinarea comportării motorului în condițiile alimentării acestuia cu amestec motorina-biocombustibil (15% biocombustibil).

În cadrul grupei A au fost efectuate 22 de experimente, iar în cadrul grupelor B, C și D au fost efectuate 6 experimente, în fiecare experiență au fost urmărite: parametrii motorului: moment, consum, putere, indice de fum, influența amestecului motorina-biocombustibil asupra stării tehnice a motorului.

Pe baza valorilor parametrilor motorului obținute în urma efectuării celor 4 grupe de experimente s-au realizat analize comparative pentru fiecare parametru.

---

Principalele concluzii desprinse prin analiza rezultatelor au fost:

- Rezultatele experimentelor efectuate indică faptul ca amestecul motorină – biocombustibil conținând 5%, 10% și 15% biocombustibil ca poate fi folosit la alimentarea motoarelor cu aprindere prin comprimare, fara modificari ale motorului și cu obtinerea valorilor normale ale parametrilor functionalii.
- Alimentarea cu amestec nu modifică duratele de pornire ale motorului, în condițiile folosirii instalației de pornire conformă standardului de echipare a acestuia.
- În condițiile alimentării cu amestec, motorul prezintă pierderi minore de moment și putere în vecinătatea imediată a turației minime de încercare (3,1 ... 3,6 %) și pierderi mai mari de moment și putere la turația maximă de încercare (cca. 10 %).
- La alimentarea cu amestec, motorul prezintă creșteri minore ale momentului și puterii în zona turațiilor medii de funcționare (1,2 ... 2,7 %).
- Eficiența energetică a biocombustibilului folosit în amestec, ilustrată prin cantitatea formală de energie livrată de motor pe seama arderii a 1 kg de biocombustibil, este comparabilă cu aceea a motorinei la toate regimurile de funcționare a motorului. Valoarea medie a acestui indicator, calculată pentru evoluția pe toată caracteristica de funcționare la sarcină totală, este chiar ușor superioară valorii corespunzătoare motorinei (3,356 kWh/kg față de 3,170 kWh/kg, corespunzător unei creșteri de 5,87 %);
- Funcționarea motorului alimentat cu amestec în anduranță, pe durata a 200 de ore, nu a produs efecte asupra stării tehnice globale a acestuia, deci se poate afirma că biocombustibilul folosit nu prezintă aspecte de agresivitate față de motor;
- La funcționarea cu amestec, coeficientul de absorbție a luminii în gazele de evacuare („indicele de fum”) manifestă o evoluție cu alură asemănătoare celei corespunzătoare funcționării cu motorină, dar cu valori substanțial crescute.
- Evaluarea acestui parametru, prin calcularea valorilor medii corespunzătoare evoluției pe întreaga caracteristică la funcționarea cu



---

motorină și cu mixtură, evidențiază o creștere a ponderii fumului în evacuare cu 50 % în cazul folosirii mixturii. Acest aspect este singurul dezavantaj al alimentării cu mixtură și indică o perturbare a secvențelor finale ale procesului de ardere din motor.