



A XVII-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”
SEBEȘ, 2017

CONSIDERAȚII DESPRE PRODUCȚIA DE PORUMB ȘI CALCULUL BILANȚULUI ENERGETIC AL ACESTEI CULTURI

Alexandru ARDELEAN, Ioan Aurel CHERECHEȘ

CONSIDERATIONS ON CORN CROP PRODUCTION AND ENERGETIC EFFICIENCY

Current context of energy production, the overall situation of the environment affected by hazardous emissions generated by internal combustion engines and not least prices are favouring cheaper fuel production from renewable sources. The first step for obtaining bioethanol is represented by agricultural production. The paper is exploring how the cultivation conditions influence the crop levels and the economic efficiency of a corn crop in order to process it for bioethanol production.

Keywords: corn production, total energy production, energetic efficiency, fertilization efficiency

Cuvinte cheie: producția de porumb, producția totală de energie, eficiența energetică, eficiența fertilizării

1. Considerații generale

Contextul actual al producției de energie, situația generală a mediului înconjurător afectat de noxele generate de motoarele cu ardere internă și nu în ultimul rând prețurile, favorizează explorarea producției de combustibili mai ieftini din surse regenerabile. Bazele legale, la nivel mondial, ale motivației producerii și utilizării energiilor regenerabile au fost puse începând cu anul 1992 când a fost adoptată

Convenția cadru ONU la Rio de Janeiro, privind schimbările climatice. Obiectivul acestei Convenții cadru este stabilizarea concentrațiilor de gaze cu efect de seră. Apoi a urmat Protocolul de la Kyoto care prevede reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră cu 70 %. Politica energetică a Uniunii europene prevede reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră cu 20 % (față de 1990); ponderea energiilor regenerabile să reprezinte 20 % din total surse energetice; ponderea biocombustibililor să fie 10 % din totalul combustibililor utilizați; și nu în ultimul rând reducerea consumului global de energie primară cu 20 %.

Bioetanolul este reprezentat de etanol cu puritate de peste 98 %, produs din biomasă și/sau fracția biodegradabilă a deșeurilor, în vederea utilizării ca biocarburant în principal la motoarele cu aprindere prin scânteie.

Bioetanolul din prima generație se obține din culturi vegetale iar cei din generația a doua se obțin prin tratament ligno-celulozic.

Conform [1], bioetanolul reprezintă un combustibil ecologic, capabil în proporție de 85 % să înlocuiască benzina, fiind mult mai "prietenos" cu mediul înconjurător în comparație cu benzina, iar din punct de vedere chimic, având aceeași formulă chimică cu cea a alcoolului etilic. Materia primă din care se produce acesta este bazată pe industria lemnului (deșeuri lemnoase, bucăți de lemne), dar și pe cea provenită din agricultură (porumb, sfeclă de zahăr, grâu etc.).

Din punct de vedere al caracteristicilor bioetanolului, acesta are o cifră octanică mai mare decât cea a benzinei, rezultând o ardere mai eficientă și implicit, emisii de CO₂ mai reduse decât în cazul funcționării motorului doar pe benzină. Puterea energetică a acestuia este mai mică (în jurul valorii de 35 %), fiind nevoie de mai mult combustibil pentru același număr de kilometri. Pentru a se ajunge la o eficiență cât mai ridicată a acestuia, este nevoie ca motorul să aibă un raport de comprimare cât mai mare (până în jurul valorii de 20:1). Singurele motoare proiectate pentru a funcționa cu bioetanol sunt camioanele și autobuzele.

Biocombustibilii, în general, au o importanță majoră datorită faptului că sunt obținuți din materii prime regenerabile în detrimentul celor obținuți din petrol care au un impact negativ mai mare asupra mediului decât cei bio. Bioetanolul în amestec cu benzina, are un efect mai puțin dăunător asupra mediului datorită concentrației mai mici de CO₂ eliberate în atmosferă.

Prima etapă în vederea obținerii de bioetanol este reprezentată de realizarea producției agricole. În lucrarea de față este analizată posibilitatea cultivării, condițiile care influențează producția și eficiența

economică a cultivării de porumb în vederea procesării pentru obținerea de bioetanol.

2. Producția porumbului (*Zea mays*)

Porumbul, cu denumirea botanică *Zea mays*, are pe lângă utilizarea clasică din alimentația oamenilor (21 %) și a animalelor (72 %) și o întrebuințare industrială (7 %). Porumbul este o plantă rezistentă și are o bună adaptabilitate la condițiile de climă. În zona podișului Transilvaniei se întâlnește o bună zonă de favorabilitate. În acest moment se întâlnesc în cultură diverși hibridi atât românești cât și proveniți de la firme internaționale de renume. De asemenea variază și precocitatea, rezistența și productivitatea soiurilor cultivate. În cazul în care se utilizează îngrășăminte chimice se folosesc doze cuprinse între 60-90 kg N¹ substanță activă/ha, 50-80 kg P² substanță uscată/ha, iar cantitatea de K³ este de până la 60 kg K substanță activă/ha/ha. Valoarea optimă a cantităților de NPK folosite se stabilește în funcție de rezultatele analizelor agrochimice, de laborator, care pot releva și necesitatea administrării și altor macro sau microelemente.

Pentru cultivarea porumbului [2, 3] este necesar ca asupra solului să fie aplicate o serie de lucrări și operațiuni care să permită cultivarea și întreținerea întregii culturi, cu scopul unui randament cât mai ridicat. Lucrările solului încep cu curățarea terenului de planta premergătoare după care se efectuează arătura având o adâncime de circa 20-25 centimetri. Arătura de vară trebuie exclusă, putând fi înlocuită prin discuire și grăpări repetate pe terenuri bine curățate și aprovizionate cu apă. Pregătirea patului germinativ urmărește nivelarea terenului și realizarea unui strat de sol afânat și mărunțit pe adâncimea de semănat (5-8 cm) printr-un număr cât mai redus de treceri peste teren. Lucrările solului efectuate primăvara sunt foarte importante deoarece acestea asigură calitatea însămânțării, încolțirea și răsărirea porumbului. Dacă terenul este nivelat, fără buruieni sau resturi vegetale, se poate executa o trecere cu grapa cu discuri în agregat cu grapa cu colți. Este ideal din punct de vedere al semănatului atunci când solul este mărunțit pe adâncimea 4-6 centimetri, deoarece permite și apei să asigure o umiditate corespunzătoare bobului de porumb. În vederea obținerii unei economii de combustibil și în același timp evitarea tasării solului provocată de trecerile repetate cu tractorul

¹ (NH₄)(NO₃) – azotat de amoniu

² P₂O₅ - pentaoxid de fosfor

³ KCl - clorură de potasiu

și utilaje agricole peste teren, se recomandă realizare mai multor lucrări printr-o singură trecere, astfel: administrarea îngrășămintelor, a ierbicidelor, odată cu lucrările de pregătire a patului germinativ.

Recoltarea reprezintă ultimul procedeu de prelucrare a porumbului de pe câmp, procedeu care presupune un volum mare de muncă și care efectuat la timpul potrivit, în special de pe parcelele în care urmează cultivarea cerealelor de toamnă. Această fază se poate realiza fie mecanizat fie manual dar este o uriașă diferență de productivitate între cele două metode. Recoltarea în știuleți se face la o umiditate de 30-32 %, iar în boabe la 23-25 % umiditate. Se pot obține curent producții de peste 10 000 kg/ha boabe STAS.

3. Consumul de energie pentru producția agricolă

Calcularea energiei consumate în producția agricolă trebuie să ia în considerare mai multe elemente care sunt necesare. Clasificarea consumurilor de energie după sursa lor de proveniență este prezentată în figura 1.

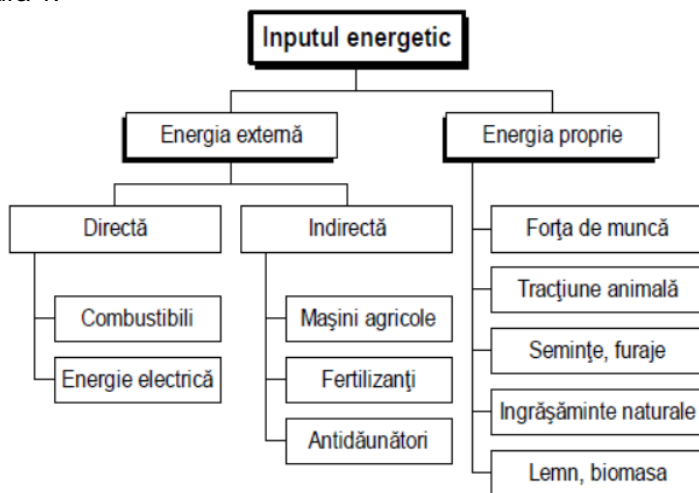


Fig. 1 Clasificarea consumurilor de energie după sursa lor de proveniență [4]

În urma unor studii realizate de D. Pimental în Statele Unite ale Americii și citat de [4], rezultă că pentru realizarea în mod direct a lucrului mecanic, în medie în SUA, se folosește circa 33 % din energia provenită din combustibili. Cea mai mare parte din energia totală se folosește pentru producerea utilajelor, echipamentelor, materialelor și a elementelor chimice care se folosesc pentru creșterea și protejarea

producției agricole. În tabelul 1 (Media consumurilor energetice pentru producerea unui hectar de porumb în S.U.A), putem observa valorile medii ale consumurilor energetice utilizate pentru producerea unui hectar de porumb în S.U.A., conform [4]. Lucrările mecanizate ale solului sunt energofage, cea mai mare pondere a consumului energetic fiind înregistrat în cazul lucrărilor de bază ale solului (arat), desigur și acest indicator fiind puternic influențat de calitatea solului (textura, structura și umiditatea solului). Consumurile energetice indirecte cele mai ridicate sunt reprezentate de folosirea îngrășămintelor chimice. Din aceste motive se evaluează și din punct de vedere economic, posibilitățile de cultivare a porumbului și nu numai, folosind semănarea directă sau lucrări de bază care nu presupun întoarcerea unei brazde. Rentabilitatea economică a culturilor din cadrul exploatațiilor agricole diferă în funcție de volumul factorilor de producție utilizați și de influența acestora asupra producției obținute.

Tabelul 1

Intrări		Cantitatea	Input energetic [MJ]
Forța de muncă		10 h	25
Utilaje		55 kg	5990
Carburant	benzină	40 l	1670
	motorină	75 l	3580
Îngrășămintă	N	152 kg	13362
	P	75 kg	1980
	K	96 kg	1005
Ca (Var)		426 kg	561
Seminte		21 kg	2177
Insecticide		3 kg	1256
Erbicide		8 kg	3349
Irigații		18 %	9418
Uscare		3300 kg	2763
Electricitate		100x10 ³ kcal	419
Transport		322 kg	373
Total			47926

În România, în urma unor culturi experimentale realizate [5] la Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară din Iași folosindu-se diferite niveluri de administrare a îngrășămintelor chimice, a tipului de lucrări de bază a solului și a adâncimii arăturii s-au obținut rezultate foarte utile în realizarea unei optimizări a tehnologiilor utilizate pentru obținerea unui bilanț energetic optim.

În tabelul 2 (Influența nivelului de fertilizare și a adâncimii de lucru asupra eficienței energetice) [5] se evidențiază consumurile energetice în funcție de variantele adoptate, observându-se faptul că cea mai eficientă variantă este de lucrare a solului cu grapa cu discuri și administrarea de 60 kg de substanță uscată de azotat de amoniu și de pentaoxid de fosfor la hectar. Diferențele observate, comparative cu rezultatele obținute de cercetătorii americani rezultă din faptul ca ei au luat în calcul o fertilizare foarte puternică a solului și au considerat mai multe operațiuni (irigații, transport, uscare).

Tabelul 2

Cantitatea MJ/ha								
Lucrări ale solului	Arătură 30 cm		Arătură 20 cm		Cizel		Grapă cu discuri	
	N90	N60	N90	N60	N90	N60	N90	N60
	P60	P60	P60	P60	P60	P60	P60	P60
Energie activă directă	5990,4	5796	5428,8	5277,6	4816,8	4590	4359,6	4201,2
Energie activă indirectă	10432,8	7657,2	10432,8	7657,2	10432,8	7657,2	10432,8	7657,2
Energie pasivă	2160	2160	2160	2160	2160	2160	2160	2160
Total cultură	18583,2	15613,2	18021,6	15094,8	17409,6	14407,2	16952,4	14018,4

Este normal să observăm o creștere a producției agricole totale (tabelul 3 - Bilanțul energetic al culturii de porumb) în cazul în care realizăm o fertilizare mai crescută (30 kg substanță uscată/ha), dar randamentul de conversie a energiei consumate în energie utilă a fost inferior martorului ($N_{60}P_{60}$).

În funcție de fișele tehnologice ale culturilor agricole, s-au calculat următorii indicatori economici, prezentați în funcție de variantele aplicate în tabelele 3 și 4 (Randamentul și efectul energetic al culturii de porumb [5]):

- Bilanțul energetic (EN) s-a determinat după relația:

$$EN = Ep - Ec,$$

Ep - energia totală produsă sub formă de produse utile (MJ/ha)

Ec - consumul total de energie (MJ/ha)

- Pentru determinarea randamentului energetic (R) s-a utilizat relația:

- $R = \frac{E_p}{E_c}$, (MJ/ha)

- Efectul energetic (EE %): $EE = \frac{EN}{Ec} * 100$

Tabelul 3

Lucrări ale solului	Fertilizare	Cantitatea MJ/ha				
		Energie totală produsă		Energie consumată	Bilanț energetic	
		Total cultură	Producția principală		Total cultură	Producția principală
Arătură 30 cm	N ₉₀ P ₆₀	327704,4	147794,4	18586,8	309121,2	129207,6
	N ₉₀ P ₆₀	307782	138808,8	15613,2	292168,8	123192
Arătură 20 cm	N ₉₀ P ₆₀	296110,8	133545,6	18021,6	278089,2	115520,4
	N ₉₀ P ₆₀	280472,4	126489,6	15094,8	265377,6	111398,4
Cizel	N ₉₀ P ₆₀	268218	120963,6	17409,6	250804,8	103554
	N ₉₀ P ₆₀	245005,2	110494,8	15264	229741,2	95230,8
Grapă cu discuri	N ₉₀ P ₆₀	238806	107701,2	16956	221850	90745,2
	N ₉₀ P ₆₀	222498	100346,4	14018,4	208479,6	86324,4

Tabelul 4

Lucrări ale solului	Fertilizare	Randament energetic		Efect energetic (%)		CSE/kg producție principală
		Total cultură	Producția principală	Total cultură	Producția principală	
Arătură 30 cm	N ₉₀ P ₆₀	17,6	7,9	1659	693	0,6
	N ₉₀ P ₆₀	19,7	8,9	1866	787	0,5
Arătură 20 cm	N ₉₀ P ₆₀	16,4	7,4	1540	639	0,6
	N ₉₀ P ₆₀	18,5	8,4	1754	736	0,5
Cizel	N ₉₀ P ₆₀	15,4	6,9	1438	594	0,7
	N ₉₀ P ₆₀	16,2	7,3	1517	629	0,7
Grapă cu discuri	N ₉₀ P ₆₀	14,1	6,3	1305	534	0,7
	N ₉₀ P ₆₀	15,8	7,1	1482	614	0,6

4. Concluzii

■ Pentru a putea avea o eficiență crescută în cazul culturilor agricole trebuie să fie bine cunoscute relațiile dintre nivelurile

productive, calitatea (proprietățile) solului și organele de lucru folosite pentru obținerea culturilor.

■ S-a putut observa că se obține o producție mai mare în cazul în care se folosește o cantitate mai mare de fertilizanți dar nu este o relație de proporționalitate directă între nivelul de fertilizare și nivelul productiv. Astfel se pot observa alte variante de lucru care sunt mai eficiente.

■ O examinare mai atentă privind producerea de energie din acest tip de materie primă, ne arată o cale de reducere a folosirii combustibililor convenționali. Un adevărat argument legat de obținerea bioetanolului din porumb pentru folosirea acestuia în domeniul autovehiculelor este un adevărat beneficiu adus industriei auto, dar în special naturii.

BIBLIOGRAFIE

[1] * * * <http://www.energeia.ro/biomasa/bioetanol/bioetanol-21/>

[2] Borza, Gh.V., Roș, V., *Assessment of potential energy maize crop*, [Evaluarea potențialului energetic al culturii de porumb], publicată în revista „Acta mecanica”, Anul II, Nr.3,4,[Section 2, Applied mechanics, pp.39 - 42], Editura UT Press, ISSN 2066 – 9577, Cluj-Napoca, 2010.

[3] * * * <http://www.svgenebank.ro/tehnologia%20culturii%20porumbului.pdf>

[4] Stănilă, S., Drocaș, I., Ranta, O., Molnar, A., Nagy, Mihaela, *Considerații privind consumul de energie în producția agricolă și la lucrările solului* <http://www.usamvcluj.ro/SMDT/Volum%20simpozion/32%20Stanila%20Sorin.Pdf>.

[5] Răus, L., Jităreanu, G., *Eficiența energetică a diferitelor sisteme de lucrare a solului și niveluri de fertilizare* <http://www.usamvcluj.ro/SMDT/Volum%20simpozion/3%20Raus%20Lucian.pdf>.

[6] Bejan, M., *În lumea unităților de măsură*, ediția a doua revăzută și adăugită, Editura Academiei Române, București 2005 și Editura AGIR, București, 2005.

Alexandru ARDELEAN
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

Șef lucr.Dr.Ing. Ioan Aurel CHERECHEȘ
Facultatea de Mecanică,
Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
Editor și Webmaster @ www.stiintasiinginerie.ro
membru AGIR
e-mail: relu_chereches@yahoo.com