

# Productivitatea energetică a terenurilor la suprafață

**A.Guțu, E.Radjbhandari**  
Universitatea Tehnică a Moldovei

**Rezumat.** Este prezentată o încercare de apreciere a gradului de eficiență a utilizării suprafeței solului prin diferite metode de valorificare a radiației solare incidente. Sunt analizate metode tehnice (colectoare solare, baterii fotovoltaice, Centrale Termoelectrice Solare), plantații de culturi energetice și agrotehnice (arbuști, grâu, porumb, floarea-soarelui, rapița, sorg zaharat) și culturi de microalge. Sunt relatate avantajele și dezavantajele fiecărui din aceste trei grupuri. Din punct de vedere al eficienței utilizării suprafeței de producție metodele tehnice sunt superioare, de ele se apropie metodele de utilizare a culturilor de microalge.

**Cuvinte-cheie:** radiație solară, producție energetică, colectoare solare, instalații electrogeneratoare, biocombustibili, microalge.

## Энергетическая производительность поверхности почвы

**А.Гуцу, Э.Раджбхандари**  
Технический университет Молдовы

**Аннотация.** Представлена попытка оценки степени эффективности использования поверхности земли для освоения солнечной радиации различными методами. Проведен анализ технических методов (солнечные коллекторы, фотоэлектрические батареи, солнечные тепловые электростанции), плантаций энергетических и агротехнических культур (кустарники, пшеница, кукуруза, подсолнух, рапс, сорго) и культуры микроводорослей. Приведены преимущества и недостатки каждой из этих групп методов. С точки зрения эффективности использования производственной площади технические методы предпочтительны, к ним близок метод использования микроводорослей.

**Ключевые слова:** солнечная радиация, солнечные коллекторы, биотопливо, микроводоросли.

## Power productivity of the ground surface

**A. Gutu, E. Radgbhandari**  
Technical University of Republic of Moldova

**Abstract.** There is presented an attempt to estimate the efficiency degree when working with soil surface through the different methods of valorization incident solar radiation. Such technical methods are being analyzed as (solar collectors, photovoltaic cells, solar thermal power plants), power cultures field (bushes, wheat, sunflower, maize, rape, sorghum) as well as microalgae crops. Here is the description of advantages and disadvantages for each group in part out of these three. The technical methods are up to date from the efficiency utilization view-point of industrial area. Microalgae crops are similar to technical methods from this point of view.

**Key words:** solar radiation, power production, solar collectors, electricity generating installations, biofuels, microalgae.

Încălzirea globală cauzată de emisiile de gaze cu efect de seră emise la arderea combustibililor fosili și situația economică legată de creșterea vertiginosă a prețurilor la combustibili, rezervele cărora sunt pe cale de a se ieși către sfârșitul secolului trecut au impus țările industrial dezvoltate să-și direcționeze economiile naționale spre producerea biocombustibililor. Dublarea în anii 2007-2008 a prețurilor la culturile alimentare [1, 2, 3] a atras atenția asupra altei probleme acute cu care se confruntă populația globului – criza alimentară. Una din cauzele de bază a creșterii prețului la alimente a fost numită de multe surse producerea biocarburanților: bioetanolul și biodieselul [2, 3, 4 ș.a.]. În același timp, Brazilia –cel mai mare exportator de bioetanol în lume, susține că la un management bun al solurilor și culturilor folosite influența excesivă a producerii de biocarburanți asupra prețurilor la alimente se poate reduce la o valoare neînsemnată[5]. Necesitatea alegerii culturilor este relatată și de alți participanți la debatele pe această temă [3, 6 ș.a.]. Deci se pune problema utilizării eficiente a suprafețelor solului. Savantul ucrainean prof. L. Bozhkov propune pentru acest caz un indice denumit ponderea de putere energetică sau productivitate energetică, având ca unitate de baza  $W/m^2$  [7].

Debatele indicate mai sus se duc numai referitor la biocarburanții folosiți în transport, care în bilanțul mondial de energie constituie mai puțin de o treime. În plus, în transport tot mai pe larg se folosește energia electrică, biogazul, pe viitor se preconizează hidrogenul. De aceea, noi considerăm necesară includerea în analiza eficienței utilizării suprafețelor a biomasei în integral și, luând în considerație că energia biomasei are la bază radiația solară incidentă pe suprafața solului, de asemenea, includerea formelor tehnice de valorificare a energiei solare. Considerăm că indicele propus de L. Bozhkov poate fi aplicat, împreună cu alte caracteristici, la toate aceste metode de utilizare a suprafețelor terenurilor pe care se valorifică radiația solară.

Au fost analizate următoarele metode:

- încălzirea apei în colectoare solare,
- generarea energiei electrice în baterii de elemente fotovoltaice,
- generarea energiei electrice la centrale termoelectrice solare,
- producerea combustibililor solizi în plantații energetice de arbuști,
- producerea combustibililor lichizi și solizi prin cultivarea rapiței,
- producerea combustibililor lichizi și solizi prin cultivarea sorgului zaharat,
- producerea biocombustibililor prin cultivarea microalgelor.

Tabelul 1. Analiza comparativă a metodelor de utilizare a energiei solare

| Metoda                  |           | Productivitate anuală, GJ/ha | Intensitate energetică, W/m <sup>2</sup> | Randament, % | Intensitate exergetica, W/m <sup>2</sup> |
|-------------------------|-----------|------------------------------|--|--------------|--|
| Colectoare solare       |           | 22000                        | 70                                       | 47           | 6,3                                      |
| Instalații fotovoltaice |           | 7300                         | 23                                       | 15           | 23                                       |
| CTE solare              |           | 9300                         | 30                                       | 20           | 30                                       |
| Plantații energetice    |           | 140                          | 0,44                                     | 0,32         | 0,50                                     |
| Grâu                    | bioetanol | 35                           | 0,11                                     | 0,075        | 0,115                                    |
|                         | solid     | 25                           | 0,08                                     | 0,05         | 0,084                                    |
|                         | total     | 60                           | 0,190                                    | 0,129        | 0,198                                    |
| Porumb                  | biodiesel | 6                            | 0,019                                    | 0,013        | 0,020                                    |
|                         | solid     | 31                           | 0,098                                    | 0,07         | 0,102                                    |
|                         | total     | 37                           | 0,117                                    | 0,079        | 0,122                                    |
| Floarea-soarelui        | biodiesel | 35                           | 0,106                                    | 0,07         | 0,111                                    |
|                         | solid     | 18                           | 0,058                                    | 0,04         | 0,061                                    |
|                         | total     | 53                           | 0,164                                    | 0,110        | 0,171                                    |
| Rapiță                  | biodiesel | 42                           | 0,13                                     | 0,09         | 0,14                                     |
|                         | solid     | 80                           | 0,25                                     | 0,17         | 0,26                                     |
|                         | total     | 112                          | 0,38                                     | 0,26         | 0,40                                     |
| Sorg zaharat            | bioetanol | 66                           | 0,21                                     | 0,14         | 0,23                                     |
|                         | solid     | 320                          | 1,02                                     | 0,68         | 1,07                                     |
|                         | total     | 386                          | 1,23                                     | 0,82         | 1,30                                     |
| Micro-alge              | obținut   | 605                          | 1,92                                     | 1,3          | 2,0                                      |
|                         | teoretic  | 1600...5000                  | 5...16                                   | 3,5...10,0   | 5,2...15,7                               |

S-au determinat: producția anuală de energie la un hectar, intensitatea energetică medie anuală în W/m<sup>2</sup> (indicele Bozhkov), randamentul utilizării energiei solare incidente. Deoarece avem de a face cu producție de calitate foarte diferită: căldură, energie electrică și combustibil, s-a determinat și intensitatea exergetică.

Energia solară incidentă pe o suprafață orizontală timp de un an în condițiile zonei de centru a Republicii Moldova s-a considerat, conform [8], 4676 MJ/m<sup>2</sup>, sau 46,76 TJ/ha.

Productivitatea câmpurilor de colectoare solare pentru apă caldă s-a determinat pentru energia incidentă pe o suprafață amplasată sub un unghi optim - 4871 MJ/m<sup>2</sup> [8] și randamentul captatoarelor 0,45. Productivitatea bateriilor fotovoltaice s-a calculat pentru aceeași cantitate de energie la randamentul de 0,15. Energia produsă de CTE solare s-a calculat la același randament de 0,15, dar la radiația incidentă pe heliostate – 6230 MJ/m<sup>2</sup> pe an.

Productivitatea plantațiilor energetice de arbuști s-a considerat de 10 t/ha [9; 10] de biomasă cu căldura de ardere la masa fixă de 15 MJ/kg.

Productivitatea de masă solidă pentru culturile agricole, conform [11], s-a considerat: grâu – 1,8 t/ha, porumb – 2,2 t/ha, floarea-soarelui – 1,3 t/ha, iar producția de biocarburanți, conform [12], respectiv, - 980 l/ha, 168 l/ha și 953 l/ha.

Pentru plantațiile de sorg zaharat, conform [13], s-au considerat: producția de bioetanol – 3500 l/ha, producția de masă solidă – 20 t/ha, pentru plantațiile de rapiță, conform [13] și [14] - producția de biodiesel – 0,9 t/ha, producția de masă solidă – 5 t/ha.

Datele pentru microalge au fost luate de pe site-ul Permaculture Activist [12].

Exergia apei calde s-a determinat, considerând temperatura ei 65 °C iar temperatura mediului înconjurător - 9 °C. Pentru electricitate exergia și energia sunt numeric egale. Având în vedere conținutul foarte mic sau lipsa practică a sulfului, cenușii și umidității în biocombustibili, s-a luat în calcul numai raportul hidrogen/carbon (pentru combustibilii solizi calculele s-au efectuat la masa fixă).

Rezultatele sunt prezentate în tabelul de mai sus.

După cum se vede din tabel, eficiența **metodelor tehnice** este cu mult superioară celor fitotehnice: productivitatea anuală a primelor este de ordinea miilor și chiar zecilor de mii de GJ la un hectar, pe când cea a ultimilor – de ordinea sutelor de GJ/ha. Eficiența energetică cea mai mare o are încălzirea apei în colectoare solare, însă eficiența exergetică cea mai mare este la instalațiile electrogeneratoare. Un alt avantaj al acestor metode constă în faptul că ele nu prezintă careva cerințe față de sol și nu afectează fertilitatea lui. Dezavantajele lor sunt: investițiile inițiale mari și imposibilitatea de stocare pe o perioadă îndelungată a energiei obținute.

Dintre **plantele agricole** eficiența mai mare o are sorgul zaharat, atât în privința carburantului cât și a combustibilului solid, producția căruia este superioară inclusiv și celeia a plantațiilor de arbuști. El este urmat de rapiță. Trebuie însă să menționăm că destinația bioetanolului și a biodieselului sunt diferite, de aceea abordarea problemei va fi separată. Culturile alimentare tradiționale grâu, porumbul și floarea-soarelui se evidențiază cu o productivitate energetică net mai mică. Prin urmare, cultivarea lor în scopuri pur energetice nu poate fi considerată ca rațională. Dacă randamentul utilizării radiației solare incidente în cazul plantelor energetice este de două ordine mai mic decât a metodelor tehnice, referitor la **microalge**, rezultatele obținute sunt cu mult mai superioare celorlalți biocombustibili, iar cele teoretice se apropie de eficiența metodelor tehnice. De menționat, că, spre deosebire de celelate culturi energetice, din microalge se obțin numai combustibili de calitate superioară: carburanți și biogaz. Un alt avantaj față de acestea este raportul cu solul: ca și metodele tehnice, cultivarea microalgelor nu prezintă careva cerințe față de acesta și nu afectează fertilitatea lui. Avantajele microalgelor față de metodele tehnice constau în posibilitatea stocării energiei prin păstrarea îndelungată a combustibilului și utilizarea lui în cantitatea necesară la vremea necesară. Deoarece cercetările în acest domeniu sunt la faza inițială și instalație industrială nu există, este complicat de apreciat partea financiară a metodei, dar investițiile probabil vor fi de ordinea celor din metodele tehnice, iar cheltuielile de întreținere și exploatare – nu mai mici decât ale metodelor agricole.

Trebuie să menționăm că productivitatea energetică a suprafeței este una din ansamblul de caracteristici ale metodelor de valorificare a radiației solare. La selectarea metodei potrivite în fiecare caz va fi necesar de asemenea de luat în considerație felul și destinația energiei sau combustibilului, terenul și solul disponibil, volumul investițiilor necesare, cheltuielile de întreținere și exploatare ș.a.

## Concluzii

1. Una din condițiile compromisului în soluționarea problemelor globale ale energiei și hranei este utilizarea eficientă a suprafețelor solului.

2. Productivitatea energetică a suprafeței solului la valorificarea radiației solare prin metode tehnice este de ordinea miilor și chiar zecilor de mii de GJ/ha, pe când prin metode agricole se poate obține o producție de ordinea sutelor de GJ/ha.

3. Culturile alimentare tradiționale grâul, porumbul și floarea-soarelui au productivitatea energetică cu mult inferioară celei a rapiței și sorgului zaharat.

4. Rezultatele obținute la cultivarea microalgelor sunt cu mult superioare celorlalți biocombustibili, iar cele teoretice se apropie de eficiența metodelor tehnice.

## Bibliografie

1. **Food prices. The end of cheap food.** Dec 6th 2007. From *The Economist* print edition. <http://www.economist.com/research/>
2. Donald Mitchell. **A Note on Rising Food Prices.** The World Bank Development Prospects Group. WPS4682, 2008/07/01. <http://www-wds.worldbank.org/external>
3. **Food vs fuel.** [http://en.wikipedia.org/wiki/Food\\_vs\\_fuel](http://en.wikipedia.org/wiki/Food_vs_fuel).
4. Грант Феррет. **Эксперт ООН: биотопливо вместо еды - это преступление.** Би-би-си, Нью-Йорк. <http://news.bbc.co.uk/hi/russian/sci/tech>
5. **Brazil says biofuel production not to blame for food crisis.** Rainforest Portal. June 2, 2008 <http://www.rainforestportal.org/>
6. **Fuel vs. Food: Debate Flares.** By Seth Borenstein, Associated Press 29 April 2008, <http://www.livescience.com/environment/080429-ap-biofuels-food.html>.
7. Humboldt Kolleg. **Integrating science and technology for a sustainable and secure future:energy, environment, informatics and human health.** SSF-2008, Minsk.
8. C.Guțu **Caracteristicile radiației solare pe teritoriul Republicii Moldova.** "PROBLEMELE ENERGETICII REGIONALE " Revista electronica № 1 (2007), IE ASM, p.655-659.
9. Энергетический лес. <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%>
10. Д.Стребков. **Энергетическое использование биомассы.** <http://www.nestor.minsk.by/sn/2006/26/sn62607.html>
11. V.Arion, C.Bordeianu ș.a. **Biomasa și utilizarea ei în scopuri energetice.** Ch. Ed."Garomond-Studio" SRL, 2008, -268 p.
12. <http://www.permacultureactivist.net/Holmgren/holmgren.htm>
13. I.Hăbășescu. **Biomasa – sursă energetică de perspectivă pentru Moldova.** INTERNATIONAL CONFERENCE ENERGY OF MOLDOVA – 2005 September 21-24, 2005 - Chisinau, Rep.Moldova. p.727-729.
14. T.Bounegru, N.Barbă, V.Boțan. **Cu privire la producereabiocombustibilului din ulei de rapiță în Republica Moldova.** Lucrările Conferinței Științifice "Sporirea eficienței de utilizare a Energiei și apei în agricultura Moldovei. Chișinău, 2001, p.38-47.

Prezentat la 14 octombrie a. 2008