

Bibliid: 0350-2953(2009)35: 3, 169-175

Originalni naučni rad

UDK: 005.52:66-012.3:582.926.2:512.623.5

Original scientific paper

ANALIZA POTROŠNJE ENERGIJE U PROIZVODNJI PARADAJZA NA OTVORENOM POLJU I U OBJEKTIMA ZAŠTIĆENOG PROSTORA

ENERGY ANALYSIS FOR GREENHOUSE AND OPEN FIELD TOMATO PRODUCTION

Đević M, Dimitrijević A.*

REZIME

Cilj ovog rada jeste analiza potrošnje energije u proizvodnji paradajza na otvorenom i u objektima zaštićenog prostora. Ispitivanje je obavljeno na privatnom imanju 120 km južno od Beograda. Paradajz je gajen na otvorenom polju i u dvobrodnom plateniku pokrivenom dvostrukom PE folijom, dužine 250 m i širine 21 m. Na osnovu energetske inputa i ostvarenog energetskeg outputa utvrđene su energetska efikasnost, specifični energetske input i energetske produktivnost za oba tehnološko-tehnička sistema proizvodnje.

Ključne reči: paradajz, otvoreno polje, zaštićeni prostor, energetske efikasnost.

SUMMARY

The aim of this paper is to analyze energy patterns in open and greenhouse tomato production, since tomato is very important vegetable in human nutrition with tendency to be used whole year. Concerning the high energy consumption in greenhouse production a comparison with open filed tomato production was found to be interesting. Data used in the study were obtained from the experiment carried out on a private property 140 km south from Belgrade. In the study, energy values were calculated by multiplying the amount of inputs and outputs by the related energy conversion factors. The same tomato varieties were planted in open filed and in the greenhouse at the same time. The greenhouse used was gutter-connected double PE covered structure 21 m wide and 250 m long.

According to energy output (yield per m²) parameters for estimating tomato production energy efficiency were calculated (energy input per kg of product, energy out/in ratio and energy productivity).

Key words: tomato, open filed, greenhouse, energy efficiency.

UVOD

Paradajz je jedna od najčešće korišćenih povrtarskih kultura u ljudskoj ishrani kako u svežem, tako i u konzervisanom stanju. Ima visoku energetske vrednost i bogat je mineralima i vitaminima. U Svetu se gaji na oko 2,5 miliona hektara, a u Srbiji na oko 20.000 hektara (Ilin

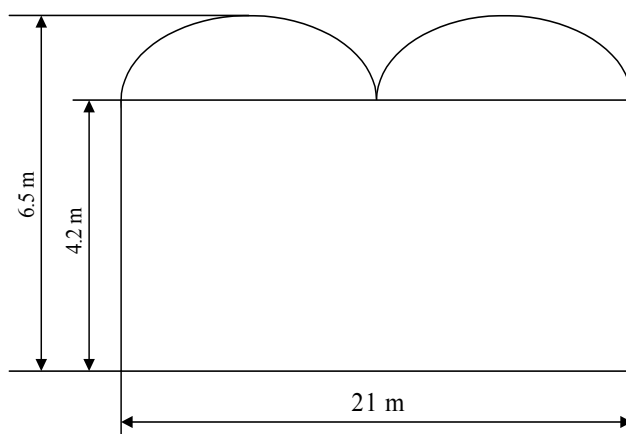
* Dr Milan Đević, redovni profesor, mr Aleksandra Dimitrijević, asistent, Poljoprivredni fakultet Beograd, mdjevic@agrif.bg.ac.rs, saskad@agrif.bg.ac.rs

et al, 2003). Gaji se kako na otvorenom polju, tako i u objektima zaštićenog prostora. Kada je reč o proizvodnji u zaštićenom prostoru, paradajz se u Srbiji uglavnom proizvodi u objektima bez grejanja (Lazić i Ilin, 1999), koji omogućavaju dve, najviše tri nedelje ranije pristizanje u odnosu na proizvodnju na otvorenom polju. Ukoliko se paradajz gaji u objektima sa sistemom za grejanje, ubiranje može da počne već u aprilu (Hanan, 1998, Momirović, 2003, Paradajz, 2004). Razlozi zašto se paradajz kod nas ređe gaji u zagrevanim objektima mogu biti visoka potrošnja energije (Brkić i Škrbić, 1999), visoke investicije u sistem za zagrevanje i investicije u visokoprinosne sorte.

Cilj ovog rada jeste analiza strukture utrošene energije u proizvodnji paradajza na otvorenom polju i u objektima zaštićenog prostora kako bi se utvrdilo da li je proizvodnja u zaštićenom prostoru energetski opravdana i da li postoje razlike u količini i strukturi utrošene energije.

MATERIJAL I METOD

Proizvodnja paradajza praćena je na otvorenom polju i u objektu zaštićenog prostora, koji je podrazumevao dvobrodni plastenik pokriven dvostrukom folijom, širine 21 m i dužine 250 m. Unutrašnja folija plastneika (sl. 1.) bila je debljine 50 μm , dok je spoljašnja bila debljine 180 μm .



Sl. 1. Dimenzije objekta

Fig. 1. Greenhouse construction

Eksperiment je izveden na privatnom imanju Slaviše Kovačevića, 130 km južno od Beograda. Proizvodnja paradajza je ocenjena na osnovu potrošnje energije, energetskog odnosa i energetske produktivnosti.

Metod koji je korišćen prilikom analize (Storck, 1978, Ortiz-Cañavate and Hernanz, 1999, Đević i Dimitrijević, 2004, Hatirli et al, 2006, Ozkan et al, 2007, Dimitrijević i Đević, 2007) podrazumeva analizu energetske inputa (definisane direktnih i indirektnih energetske inputa), potrošnje energije za dati tehnološko-tehnički sistem proizvodnje i analizu energetske efikasnosti. Na osnovu prinosa paradajza i energetske inputa i outputa moguće je odrediti sledeće energetske parametre:

$$\text{specifični energetske input (EI)} = \frac{\text{energetski inputu proizvodnom ciklusu [MJ/ha]}}{\text{output [kg/ha]}}, [\text{MJ/kg}] \quad (1)$$

$$\text{energetski odnos (ER)} = \frac{\text{energetska vrednost proizvodnje [MJ/ha]}}{\text{energetski input u proizvodnom ciklusu [MJ/ha]}}, [-] \quad (2)$$

$$\text{stepen iskoriscenja energije (EP)} = \frac{\text{output [kg/ha]}}{\text{energetski input u proizvodnom ciklusu [MJ/ha]}}, [\text{kg/MJ}] \quad (3)$$

Energetski input je dobijen množenjem utrošenog materijala i ljudskog rada sa pripadajućim energetskim ekvivalentom (Enoch, 1978, Dimitrijević i Đević, 2005).

Proizvodnja paradajza praćena je od sadnje paradajza na stalno mesto, do ubiranja. Na otvorenom polju bilo je 204 sadnice, dok je u plasteniku posađeno 14.463 biljke. Paradajz je, i na otvorenom polju i u objektu, gajen u zemljištu pokrivenom malč folijom debljine 25 μm . Proizvodna tehnologija podrazumevala je pripremu zemljišta, aplikaciju hraniva pred sadnju i tokom vegetacije, aplikaciju fungicida i pesticida i uobičajene mere nege u vidu vezivanja paradajza, zalamanja zaperaka i navodnjavanja.

REZULTATI ISPITIVANJA I DISKUSIJA

Kolićine utrošenog materijala i ljudskog rada kao i njihova energetska vrednost, prikazane su u tabelama 1 i 2. Na osnovu energetskog inputa i proizvodne površine izračunata je i specifićna potrošnja energije.

Tab. 1. Potrošnja energije u proizvodnji paradajza na otvorenom polju

Tab. 1. Energy consumption for open filed tomato production

Energetski input Energy input	Kolićina Quantity	Utrosak energije Total energy (MJ)	Udeo Share %
Gorivo / Fuel (l)	1	47,8	4,77
Tehnički sistemi / Technical systems (h)	0,18	2,35	0,23
Hraniva / Fertilizers (kg)			
Azot / Nitrogen	3,75	295,13	29,43
Fosfor / Phosphorus	9,3	161,82	16,14
Kalijum / Potassium	14,1	193,17	19,27
Voda / Water (l)	10080	90,72	9,05
Ljudski rad / Human labor (h)	108	211,68	21,11
Ukupna potrošnja energije / Total energy input (MJ)		954,87	100
Specifićna potrošnja energije / Specific energy input (MJ/m ²)		15,91	

Parametar koji može da se iskoristi za upoređenje ova dva tehnološko-tehnića sistema gajenja, je specifićna potrošnja energije po jedinici površine. Ovaj parametar je pokazao različite vrednosti u oba slućaja. Niža vrednost ovog parametra izračunata je za slućaj proizvodnje u dvobrodnom plasteniku (6,47 MJ/m²) u poređenju sa proizvodnjom na otvorenom (16,71 MJ/m²). Može se izračunati da je specifićna potrošnja energije po jedinici površine u plasteniku bila 59% niža u poređenju sa proizvodnjom na otvorenom polju.

Iz strukture utrošene energije u proizvodnji paradajza na otvorenom (tab. 1) može se videti da veći udeo u ukupno utrošenoj energiji ima indirektno utrošena energija. Najintenzivniji

utrošak energije je putem hraniva, 64,84%, zatim putem uložnog rada, 21,11% i vode za navodnjavanje, 9,05%. Direktni energetske inputi odnose se na energiju utrošenu putem goriva za pogon tehničkih sistema i njihovo učešće u ukupno utrošenoj energiji iznosi 4,77%. Ukoliko se pogleda struktura utrošene energije u plasteniku, može se videti da su odnosi malo drugačiji. Udeo energije utrošen putem vode za navodnjavanje i ljudskog rada je najviši i iznosi 38,28 i 32,39% redom. Nakon toga je energija iskorišćena putem hraniva, 18,06%. Učešće direktno utrošene energije iznosi 9,85%. Razlog za niže učešće direktnih energetskih inputa može biti činjenica da objekat nije zagrevan (Babić et al, 2003). Ovakva struktura utrošene energije proizilazi iz veoma intenzivnog uložnog ljudskog rada, i, shodno prinosu, intenzivnoj proizvodnji paradajza u plasteniku u odnosu na otvoreno polje.

Tab. 2. Potrošnja energije u proizvodnji paradajza u objektu zaštićenog prostora

Tab. 2. Energy consumption for greenhouse tomato production

Energetski input / Energy input	Količina / Quantity	Utrošak energije / Total energy (MJ)	Udeo / Share %
Gorivo / Fuel (l)	70	3346	9,85
Tehnički sistemi / Technical systems (h)	5,2	67,91	0,2
Hraniva / Fertilizers (kg)			
Azot / Nitrogen	55,23	4346,6	12,79
Fosfor / Phosphorus	42,77	744,2	2,19
Kalijum / Potassium	76,52	1048,32	3,08
Pesticidi / Pesticides (kg)	0,58	115,42	0,34
Fungicidi / Fungicides (kg)	3,26	299,92	0,88
Voda / Water (l)	1445400	13008,6	38,28
Ljudski rad / Human labor (h)	5616	11007,36	32,39
Ukupna potrošnja energije / Total energy input (MJ)		33984,34	100
Specifična potrošnja energije / Specific energy input (MJ/m ²)		6,47	

Energetski output (tab. 3) je određen na osnovu prinosa i energetske vrednosti paradajza. Viši specifični energetske output je dobijen za proizvodnju paradajza u zaštićenom prostoru (19,02 MJ/m²) u poređenju sa proizvodnjom na otvorenom polju (16,32 MJ/m²).

Tab. 3. Prinos paradajza i energetske output

Tab. 3. Tomato yield and energy output in open field and greenhouse

	Prinos/Yield [kg]	Energetski output Energy output [MJ]	Specifični energetske output/ Specific energy output [MJ/m ²]
Otvoreno polje / Open field	1.224	979,2	16,32
Dvobrodni plastenik / Gutter-connected greenhouse	124.848	99.878,4	19,02

Viši energetske output dobijen je kada je reč o proizvodnji paradajza u zaštićenom prostoru, kao što se i očekivalo. Na otvorenom polju prinos paradajza je bio 20,4 kg/m², dok je u plasteniku zabeležen prinos od 23,78 kg/m². Kada se uzme u obzir energetske vrednost paradajza može se proračunati da paradajz u zaštićenom prostoru daje 15% viši energetske

output po jedinici površine u poređenju sa proizvodnjom na otvorenom. Razlog za viši energetski output u plasteniku mogu biti uniformniji mikroklimatski proizvodni uslovi u poređenju sa klimatskim uslovima na otvorenom (Janić et al, 2005). U julu i avgustu zabeležene su više dnevne temperature i viši nivo sunčevog zračenja koji su više oštetile usev napolju, nego u objektu.

Na osnovu energetskih inputa i ostvarenog energetskog outputa određeni su osnovni energetski parametri (tab. 4). Može se primetiti da se dobijene vrednosti razlikuju u zavisnosti od tehnološko-tehničkog sistema proizvodnje.

Tab. 4. Parametri za energetsku analizu

Tab. 4. Parameters for energy analysis

Energetski parametar / Energy parameter	Otvoreno polje Open filed	Dvobrodni plastenik Gutter-connected greenhouse
Energetski input / kg proizvoda Energy input / kg of product (EI) [MJ/kg]	0,82	0,27
Energetski odnos Energy ratio (ER)	0,98	2,94
Energetska produktivnost Energy productivity (EP) [kg/MJ]	1,22	3,67

Ukoliko se uporede vrednosti energetskog inputa uloženog po kilogramu proizvoda može se videti da je više energije potrebno uložiti u proizvodnju na otvorenom, nego u proizvodnju paradajza u zaštićenom prostoru. Ove vrednosti su direktno uslovljene prinosom i utroškom energije koja je u oba slučaja pokazala povoljnije rezultate u proizvodnji paradajza u plasteniku. Ukoliko se vrednosti uporede, može se doći do zaključka da je u slučaju proizvodnje paradajza u zaštićenom prostoru 67% manje energije trebalo uložiti po jedinici dobijenog proizvoda.

Vrednosti dobijene za energetski odnos se, takođe, razlikuju. Viša vrednost je dobijena kada je reč o proizvodnji u zaštićenom prostoru (2,94), dok je niža vrednost dobijena za proizvodnju na otvorenom polju (0,98). Ove vrednosti mogu da se uporede sa rezultatima dobijenim u Turskoj (Hatirli et al, 2006) gde se navodi da ove vrednosti variraju od 0,7 do 2,3 u zavisnosti od veličine proizvodne površine. Više vrednosti dobijene u ovom radu mogu da se opravdaju većom proizvodnom površinom pod zaštićenim prostorom i višim ostavrenim prinosom (Badger, 1999, Dimitrijevic et al, 1999).

Ako se analizira energetska produktivnost, može se videti da je ona viša kada je reč o proizvodnji u zaštićenom prostoru. Ukoliko se uporede vrednosti dobije se da je proizvodnja paradajza na otvorenom 67% manje energetski produktivna od proizvodnje u zaštićenom prostoru.

Buduća istraživanja o ovoj tematici trebalo bi da obuhvate energetsku efikasnost proizvodnje paradajza u više različitih tipova konstrukcija objekata zaštićenog prostora u različitim sezonama gajenja.

ZAKLJUČAK

Paradajz je veoma značajna povrtarska kultura u ljudskoj ishrani. Može da se gaji kako na otvorenom polju, tako i u objektima zaštićenog prostora. Cilj rada je bila analiza potrošnje energije u povrtarskoj proizvodnji na otvorenom polju i u objektima zaštićenog prostora.

Na osnovu potrošnje energije i energetskeg outputa, utvrđeni energetske parametri ukazuju na to da je specifična potrošnja energije po jedinici površine niža u objektima zaštićenog prostora u poređenju sa proizvodnjom na otvorenom polju. Struktura utrošene energije ukazuje da 90% ukupne utrošene energije čini indirektno utrošena energija. Rezultati ukazuju i na to da je utrošak energije po jedinici proizvodnje niži u objektima zaštićenog prostora u poređenju sa proizvodnjom na otvorenom polju. Proizvodnja u zaštićenom prostoru se pokazala i kao energetske produktivnija.

LITERATURA

- [1] Babić M, Babić Ljiljana. 2003. Proizvodnja u zaštićenom prostoru na bazi biomase kao energenta, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 29(3): 97-105
- [2] Badger P. C. 1999. Solid Fuels, In *CIGR Handbook*, vol. 3: 248-288.
- [3] Brkić M, Škrbić N. 1999. Zagrevanje plastenika i staklenika, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 25(3): 102-111.
- [4] Dimitrijević Aleksandra, Đević M, Boretos ., Miodragović R. 1999. Design and Control Systems in Greenhouses, In *Technique Towards the 3rd Milenium*, Haifa, Israel.
- [5] Dimitrijević Aleksandra, Đević M. 2005. Potrošnja energije i energetske efikasnost proizvodnje u kontrolisanim uslovima, In *III nučno-stručni skup "Klimatizacija, grejanje, hlađenje i ventilacija"*, Zlatibor.
- [6] Dimitirjević, Aleksandra i Đević, M. 2007. Potrošnja energije u objektima zaštićenog prostora, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 33(3-4): 179-186.
- [7] Đević M, Dimitrijević A. 2004. Greenhouse energy consumption and energy efficiency, Energy efficiency and agricultural engineering 2005, International conference, Russe, Bulgaria (<http://www.ru.acad.bg/baer/BugGHRad.pdf>).
- [8] Enoch H.Z. 1978. A theory for optimalization of primary production in protected cultivation, I, Influence of aerial environment upon primary plant production, *Acta Hort.* 76: 31-44.
- [9] Hanan J.J. 1998. *Greenhouses. Advanced Technology for Protected Cultivation*, CRC Press.
- [10] Hatirli S. A, Ozkan B, Fert C. 2006. Energy inputs and crop yield relationship in greenhouse tomato production, *Renewable Energy*. 31: 427-438
- [11] Ilin Ž., Marković V, Mišković A, Vujasinović V. 2003. Proizvodnja rasada paradajza, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 29(3): 69-75.
- [12] Janić T, Brkić M, Bajkin A. 2005. Proračun potrebne količine toplotne energije za zagrevanje plastenika od 0,5 ha u realnim uslovima. *Savremena poljoprivredna tehnika*, 31(4): 181-196.
- [13] Lazić Branka, Ilin Ž. 1999. Stanje i pravci razvoja proizvodnje u zaštićenom prostoru, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 25(3): 91-101
- [14] Momirović N. 2003. Škola gajenja povrća, Specijalno Izdanje, Poljoprivredni list, 50-53.

- [15] Nelson P. 2003. *Greenhouse Operation and Management*, 6th edition. 2003.
- [16] Ortiz-Cañavate J, Hernanz J.L. 1999. Energy Analysis and Saving in Energy for Biological Systems, In *CIGR Handbook*, 3: 13-37.
- [17] Ozkan B, Fert C, Karadeniz F. 2007. Energy and cost analysis for greenhouse and open-filed grape production, *Energy*. 32: 1500-1504.
- [18] Paradajz, Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Belgrade, 2004.
- [19] Storck, H. 1978. Towards an Economic of Energy in Horticulture, *Acta Hort.* 76: 15-30.

Napomena: Rezultati istraživačkog rada nastali su zahvaljujući finansiranju Ministarstva za nauku, Republike Srbije, Projekat "Unapređenje i očuvanje poljoprivrednih resursa u funkciji racionalnog korišćenja energije i kvaliteta poljoprivredne proizvodnje", evidencionog broja TR-20076, koji finansira Ministarstvo za nauku Republike Srbije.

Primljeno: 29.12.2008.

Prihvaćeno: 12.01.2009.