

UDK: 631.344

## ENERGETSKA EFIKASNOST PROIZVODNJE PARADAJZA NA OTVORENOM I U OBJEKTIMA ZAŠTIĆENOG PROSTORA RAZLIČITE KONSTRUKCIJE

Đević Milan, Dimitrijević Aleksandra

*Poljoprivredni fakultet, Beograd*  
*mdjevic@agrif.bg.ac.rs; saskad@agrif.bg.ac.rs*

**Sadržaj:** Obzirom na intenzivnost korišćenja paradajza u ljudskoj ishrani, za proizvođače je od izuzetnog značaja energetska, ekonomska i ekološka efikasnost proizvodnje. Obzirom da se paradajz gaji kako na otvorenom tako i u objektima zaštićenog prostora cilj istraživanja je bio analiza proizvodnje na otvorenom polju i u objektima zaštićenog prostora tunel i blok tipa sa aspekta potrošnje energije i energetske efikasnosti. Objekat tunel tipa dimenzija je 5 x 20 m i pokriven je dvostrukom 180 $\mu$ m PE UV IR folijom. Blok objekat je sa dva broda, dimenzija 21 x 250 m pokriven dvostrukom PE UV IR folijom. Rezultati ukazuju da se niža potrošnja energije po jedinici površine može očekivati na otvorenom, a da se, kada su objekti zaštićenog prostora u pitanju niža potrošnja energije može očekivati kod objekata veće specifične zapremine tj. objekata blok tipa.

**Ključne reči:** paradajz, otvoreno polje, plastenici, energetska efikasnost.

### 1. UVOD

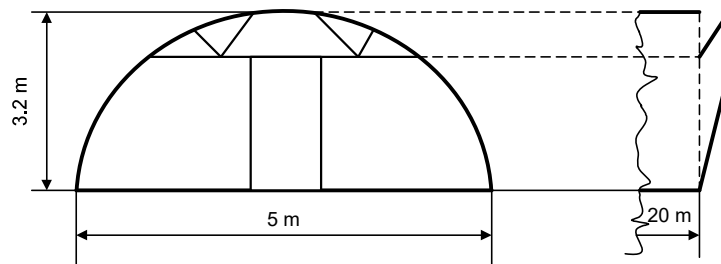
Paradajz je jedna od najčešće korišćeni povrtnarskih kultura u ljudskoj ishrani kako u svežem tako i u konzervisanom stanju. Ima visoku energetska vrednost i bogat je mineralima i vitaminima. U Svetu se gaji na oko 2,5 miliona hektara a u Srbiji na oko 20 000 hektara (Ilin et al, 2003) sa prosečnim prinosom od 8,3 t/ha. 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 početi već u aprilu (Hanan, 1998, Momirović, 2003). 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 visokoprinodne sorte.

Cilj ovog rada je analiza strukture utrošene energije u proizvodnji paradajza na otvorenom polju i u objektima zaštićenog prostora tunel i blok tipa kako bi se utvrdilo da

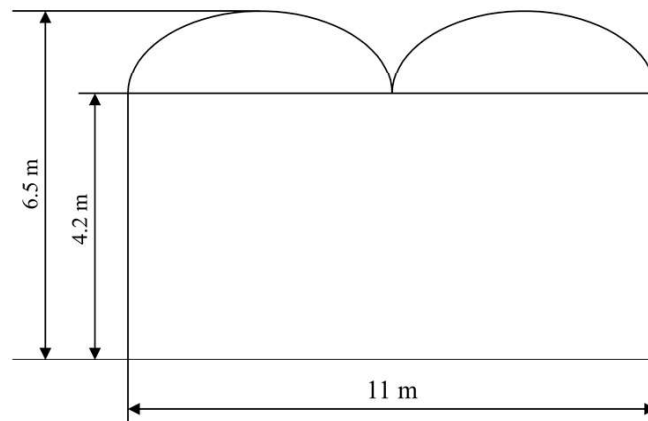
li je proizvodnja u zaštićenom prostoru energetski opravdana i da li postoje razlike u količini i strukturi utrošene energije kod objekata zaštićenog prostora različite konstrukcije.

## 2. MATERIJAL I METOD

Proizvodnja paradajza je praćena na otvorenom polju i u objektima zaštićenog prostora tunel i blok tipa. Objekat tunel tipa (Sl. 1.) podrazumevao je visoki tunel dimenzija 8 x 25 m prekriven dvostrukom PE folijom debljine 180  $\mu\text{m}$  sa dodatkom UV stabilizatora i IC blokirajućih elemenata. Blok objekat je podrazumevao dvobrodni plastenik pokriven dvostrukom folijom, širine 21 m i dužine 250 m. Unutrašnja folija plastenika (Sl. 2) je bila debljine 50  $\mu\text{m}$  dok je spoljašnja bila debljine 180  $\mu\text{m}$ . Specifična zapremina visokog tunela iznosila je 16,08  $\text{m}^3/\text{m}$  a blok objekta 104,81  $\text{m}^3/\text{m}$ .



Sl. 1. Tunel plastenik



Sl. 2 Blok objekat

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

Metod koji je korišćen prilikom analize (Storck, 1978, Ortiz-Cañavate, Hernanz, 1999, Djevic, Dimitrijevic, 2009, Hatirli et al, 2006, Ozkan et al, 2007, Dimitrijević i Đević, 2009) podrazumeva analizu energetskih inputa (definisane direktne i indirektnih energetskih inputa), potrošnje energije za dati tehnološko-tehnički sistem proizvodnje i analizu energetske efikasnosti. Kao parametar koji opisuje konstrukciju uzeta je zapremina objekta po dužnom metru,  $[m^3/m]$  koja adekvatno prikazuje razlike u konstrukciji tunela i blok objekta.

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

Proizvodnja paradajza je praćena od sadnje paradajza na stalno mesto, do ubiranja. Na otvorenom polju bilo je 204 sadnice, u tunelu 400 dok je u blok plasteniku posađeno 14463 biljke. Paradajz je, i na otvorenom polju i u objektima, gajen u zemljištu pokrivenom malč folijom debljine 25  $\mu m$ . Proizvodna tehnologija je podrazumevala 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.

### 3. REZULTATI I DISKUSIJA

Količine 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 specifična potrošnja energije.

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

Energetski input	Količina	Utrošak energije (MJ)	Udeo %
Gorivo (l)	1	47,8	4,77
Tehnički sistemi (h)	0,18	2,35	0,23
Hraniva (kg)			
Azot	3,75	295,13	29,43
Fosfor	9,3	161,82	16,14
Kalijum	14,1	193,17	19,27
Voda (l)	10080	90,72	9,05
Ljudski rad (h)	108	211,68	21,11
Ukupna potrošnja energije (MJ)		954,87	100
Specifična potrošnja energije (MJ/m <sup>2</sup> )		15,91	

Parametar koji se može iskoristiti za upoređenje ova dva tehnološko-tehnička sistema gajenja, je specifična potrošnja energije po jedinici površine. Ovaj parametar je pokazao različite vrednosti u sva tri slučaja. Najniža vrednost zabeležena je u proizvodnji na otvorenom polju, 15,91 MJ/m<sup>2</sup> dok je najviša vrednost zabeležena u slučaju proizvodnje paradajza u objektu tunel tipa, 24,12 MJ/m<sup>2</sup>. Ukoliko se ove vrednosti uporede dolazi se do zaključka da je, sa aspekta potrošnje energije po jedinici površine, u poređenju sa proizvodnjom na otvorenom, proizvodnja u zaštićenom prostoru zahtevnija i to u slučaju blok objekta 33,19% viša a u slučaju proizvodnje u visokom tunelu čak 51,6% intenzivnija.

Tako bi se, pored proizvodnje na otvorenom, proizvođačima mogla preporučiti i proizvodnja u zaštićenom prostoru ali veće specifične zapremine.

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

Energetski input	Tunel objekat			Blok plastenik		
	Količina	Utrošak energije (MJ)	Udeo %	Količina	Utrošak energije (MJ)	Udeo %
Gorivo (l)	3	143,4	5,95	70	3346	3,01
Slama (kg)				1050	17293,5	15,55
Tehnički sistemi (h)	0,17	2,22	0,09	5,2	67,91	0,06
Hraniva (kg)						
Azot	19,26	1515,76	62,84	625,23	49205,6	44,23
Fosfor	8,75	152,25	6,31	327,75	5702,85	5,13
Kalijum	22,75	311,67	12,92	817,4	11198,38	10,07
Pesticidi (kg)	0,02	3,98	0,17	0,58	115,42	0,1
Fungicidi (kg)	0,203	18,68	0,77	3,26	299,92	0,27
Voda (l)	1032	9,29	0,39	1445400	13008,6	11,69
Ljudski rad (h)	130	254,8	10,56	5616	11007,36	9,89
Ukupna potrošnja energije (MJ)		2412,05	100		111245,50	100
Specifična potrošnja energije (MJ/m <sup>2</sup> )		24,12			21,19	

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, čak 95,23%. U proizvodnji u tunelu (Tab. 2) indirektni energetski inputi učestvuju sa 94,05% dok učešće indirektnih energetskih inputa u blok plasteniku, obzirom na korišćenje slame za održavanje povoljne strukture zemljišta, nešto niže (81,45%). Razlog za niže učešće direktnih energetskih inputa može biti činjenica da objekti nisu zagrevani (Babić et al, 2003). Ovakva struktura utrošene energije proizilazi is veoma intenzivnog uloženog ljudskog rada, i, shodno prinosu, intenzivnoj proizvodnji paradajza u plasteniku u odnosu na otvoreno polje.

U sva tri slučaja najintenzivniji utrošak energije je bio putem hraniva. U proizvodnji na otvorenom hraniva su učestvovala sa 64,84% u ukupnom energetskom bilansu. U tunelu i blok objektu njihovo učešće je iznosilo 82,07% i 59,43% redom. Ostali energetski inputi su pokazali različite vrednosti u sva tri slučaja. U proizvodnji na otvorenom, nakon hraniva, najveći udeo u utrošenoj energiji imaju ljudski rad, 21,11% i voda sa 9,05%. Udeo ostalih energetskih inputa je manji od 1%. U objektu tunel tipa, nakon hraniva, najintenzivniji utrošak energije je preko ljudskog rada (10,56%). Učešće ostalih energetskih inputa je manje od 1%. U blok plasteniku se, takođe, uočava intenzivnija potrošnja energije putem vode za navodnjavanje (11,69%) i putem ljudskog rada (9,89%).

Energetski output (Tab. 3) je određen na osnovu prinosa i energetske vrednosti paradajza. Najviši specifični energetski output ostvaren je u proizvodnji paradajza u plasteniku i to blok tipa (19,02 MJ/m<sup>2</sup>) a najniži na otvorenom polju (13,6 MJ/m<sup>2</sup>). U

poređenju sa blok objektom u proizvodnji na otvorenom ostvaren je 28,5%, odnosno u tunelu 15,88% niži energetske output po jedinici površine.

Tab. 3. Prinos paradajza i energetske output

	Prinos (kg)	Energetske output (MJ)	Specifični energetske output (MJ/m <sup>2</sup> )
Otvoreno polje	1020	816	13,6
Tunel	2000	1600	16
Dvobrodni platenik	124848	99878,4	19,02

Viši energetske output je dobijen u slučaju proizvodnje paradajza u zaštićenom prostoru, kao što se i očekivalo. Na otvorenom polju prinos paradajza je bio 17 kg/m<sup>2</sup> dok je u tunelu prinos iznosio 20 kg/m<sup>2</sup>. U blok plateniku zabeležen je prinos od 23,78 kg/m<sup>2</sup>. Razlog višem energetske outputu u objektima zaštićenog prostora mogu biti uniformniji mikroklimatskim proizvodnim uslovima u poređenju sa klimatskim uslovima na otvorenom (Janić et al, 2005). U julu i avgustu zabeležene više dnevne temperature i viši nivo sunčevog zračenja koji su više oštetile usev napolju nego u objektu.

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

Tab. 4. Parametri za energetske analizu

Energetske parametar	Otvoreno polje	Tunel	Dvobrodni platenik
Energetske input / kg proizvoda (MJ/kg)	0,98	1,21	0,89
Energetske odnos	0,81	0,66	0,9
Energetske produktivnost (kg/MJ)	1,02	0,83	1,12

Ukoliko se uporede vrednosti energetske inputa uloženog po kilogramu proizvoda može se videti da je najviše energije potrebno uložiti u proizvodnju u tunelu, zatim na otvorenom polju a najmanje u proizvodnji u blok plateniku. U proizvodnji na otvorenom potrebno je, po jedinici prinosa, uložiti 10% više energije nego u proizvodnji na otvorenom. U tom smislu je i tunel 36% zahtevniji.

Vrednosti dobijene za energetske odnos se takođe razlikuju. Najviša vrednost je zabeležena u proizvodnji u blok plateniku dok je najniži energetske odnos dobijen u slučaju proizvodnje u objektu tunel tipa. Ove vrednosti se mogu uporediti 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.

Ako se analizira energetske produktivnost, može se videti da je ona najviša u slučaju proizvodnje u blok plateniku. Ukoliko se uporede vrednosti dobije se da je proizvodnja paradajza na 26% manje energetske produktivna u poređenju sa blok platenikom dok ta vrednost za proizvodnju na otvorenom iznosi 9%

Na osnovu dobijenih rezultata može se konstatovati da, ukoliko se posmatra potrošnja energije po jedinici površine, proizvodnja na otvorenom polju i dalje

predstavlja manje intenzivan vid proizvodnje paradajza u uslovima rane njivske proizvodnje. Kada se posmatra ostvareni prinos na otvorenom i u objektima zaštićenog prostora, može se zaključiti da objekti zaštićenog prostora pružaju određenu zaštitu od sunčevog zračenja i umanjuju temperaturna kolebanja, stvarajući time uniformnije i pogodnije uslove za rast, razviće i plodonošenje biljaka. Dobijeni energetske parametri ukazuju da viši prinosi ostvareni u objektima zaštićenog prostora ne mogu uvek da dovedu i do povoljnog stepena iskorišćenja energije i nižeg specifičnog energetskog inputa po kilogramu proizvoda. Kod objekta tunel tipa se pokazalo da ostvareni prinos od 20 kg/m<sup>2</sup> nije dovoljan za ostvarivanje povoljnijeg specifičnog energetskog inputa. Sa druge strane, za blok objekat se može reći da su proizvodnja i potrošnja energije bolje izbalansirani. Blok je pokazao i najviši energetske output koji je bio dovoljan da se opravda visoka potrošnja energije i time dođe do nižeg specifičnog utroška energije po kilogramu proizvoda kao i boljeg stepena iskorišćenja energije.

Dalja istraživanja po ovoj tematici bi trebalo da obuhvate energetske efikasnost proizvodnje paradajza i ostalih, za region značajnih povrtarskih kultura, u više različitih tipova konstrukcija objekata zaštićenog prostora u različitim sezonama gajenja.

#### 4. ZAKLJUČAK

Paradajz je veoma značajna povrtarska kultura u ljudskoj ishrani. Može se gajiti 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 energetskog outputa, utvrđeni energetske parametri ukazuju da je specifična potrošnja energije po jedinici površine niža na otvorenom polju u poređenju sa objektima zaštićenog prostora. Struktura utrošene energije ukazuje da 80 do 90% ukupne utrošene energije čini indirektno utrošena energija i to putem hraniva, vode i ljudskog rada. 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. i 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. p. 248-288.
- [3] Brkić, M. i Škrbić, N. 1999. Zagervanje plastenika i staklenika, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 25 (3):102-111
- [4] Dimitrijević M., Đević M., Boretos M., Miodragović R. 1999. Design and Control Systems in Greenhouses, In *Technique Towards the 3<sup>rd</sup> Milenium*; Haifa, Israel,
- [5] Dimitrijević Aleksandra i Đević, M. 2005. Potrošnja energije i energetske efikasnost proizvodnje u kontrolisanim uslovima, In *III naučno-stručni skup "Klimatizacija, grejanje, hlađenje i ventilacija"*, Zlatibor
- [6] Dimitrijević, Aleksandra i Đević, M. 2007. Potrošnja energije u objektima zaštićenog prostora, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 33 (3-4):179-186

- [7] Djevic, M., Dimitrijevic, A., 2009. Energy consumption for different greenhouse construction. *Energy*, 34, No. 9: 1325-1331
- [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., Vujsinović, 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 i 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. p. 50-53.
- [15] Nelson, P. 2003. *Greenhouse Operation and Management*, 6<sup>th</sup> edition. 2003.
- [16] Ortiz-Cañavate J., Hernanz J.L. 1999. Energy Analysis and Saving in Energy for Biological Systems, In *CIGR Handbook*, vol. 3. p.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] Storck, H. 1978. Towards an Economic of Energy in Horticulture, *Acta Hort.* 76:15-30.

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, od 25.06.2008.

## ENERGY EFFICIENCY OF THE OPEN FILED AND GREENHOUSE TOMATO PRODUCTION

**Djević Milan, Dimitrijević Aleksandra**

*Faculty of Agriculture, Belgrade, mdjevic@agrif.bg.ac.rs; saskad@agrif.bg.ac.rs*

**Abstract:** 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. The greenhouses used were one tunnel structure, covered with double PE folia, 5 x 20 m and one gutter-connected double PE covered structure 21m wide and 250m long. The results obtained lead to the conclusion that lower specific energy per production surface can be expected in conditions of the open filed and that, regarding the greenhouses lower value for energy consumption can be expected in case of multi-span greenhouses.

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