



UDK: 631.344.5.:621.8.036

*Originalan naučni rad
Original scientific paper*

ENERGETSKI BILANS PROIZVODNJE RASADA PARADAJZA I KRSTAVCA U ZAŠTIĆENOM PROSTORU

Milan Đević, Zoran Trivunčić, Aleksandra Dimitrijević

Poljoprivredni fakultet - Beograd

Sadržaj: Proizvodnja povrća u zaštićenom prostoru predstavlja granu poljoprivrede sa najvećom potrošnjom energije i niskom energetsom efikasnošću. Utrošena energija u proizvodnji povrća čini najveći deo u strukturi cene koštanja gotovog proizvoda. Otuda i potreba da se detaljnije ispitaju svi energetske inputi, kako bi se povećala energetska efikasnost proizvodnje i samim tim smanjila cena gotovog proizvoda.

U ovom radu su definisani energetske inputi (direktni i indirektni) u proizvodnji rasada paradajza i krastavca i prikazana je potrošnja energije za datu biljnu proizvodnju.

Ključne reči: *zaštićeni prostor, rasad paradajza i krastavca, energija, energetske inputi, energetska produktivnost.*

UVOD

Proizvodnju povrća u zaštićenom prostoru karakterišu veća investiciona ulaganja u objekte i opremu i veći broj kvalifikovane radne snage po jedinici površine (6-10 radnika/ha).

Značaj proizvodnje u zaštićenom prostoru je u kontinuitetu snabdevanja tržišta svežim povrćem u toku godine. U ovim objektima moguća je proizvodnja tokom cele godine i to zahvaljujući lakoj regulaciji temperature, mogućnosti izbora odgovarajućeg supstrata, upotrebom odgovarajućih mineralnih i organskih đubriva u tačno regulisanim količinama i u određeno vreme, povećanoj kontroli bolesti i smanjenju upotrebe regulatora rasta.

Kao jedan od najintenzivnijih sistema biljne proizvodnje, proizvodnja povrća u uslovima kontrolisane mikroklimе, ima visoku potrošnju energije i nisku energetske efikasnost. Utrošena energija u proizvodnji povrća čini najveći deo u strukturi cene koštanja gotovog proizvoda. Otuda i potreba da se detaljnije ispitaju svi energetske inputi, kako bi se povećala energetske efikasnost proizvodnje i samim tim smanjila cena gotovog proizvoda.

MATERIJAL I METOD

U istraživanju je korišćen platenik dimenzija 6x22x2.75 m, koji se nalazi na privatnom poljoprivrednom gazdinstvu u Bačkoj Palanci. Konstrukcija platenika je od čeličnih cevi prečnika 33.7 mm, plastificiranih polieterskom mat belom masom. Za prekrivanje platenika je korišćena troslojna folija sa AV, AD i IR svojstvima, debljine 150 µm i unutrašnja folija debljine 80 µm.

U radu je data sistematizacija i izvršena analiza energetskih inputa proizvodnje rasada paradajza (5000 kom) i krastavca (2000 kom) u tunel plateniku. Paradajz je posejan u stiroporske kontejnere sa 84 rupe, pa kasnije pikiran u plastične saksije dimenzija 10x10x10 cm. Krastavac je posejan direktno u saksije.

Metod energetske analize [2] podrazumeva definisanje energetskih inputa (direktnih i indirektnih), određivanje utroška energije za datu biljnu proizvodnju i utvrđivanje energetske efikasnosti. Na osnovu inputa i outputa (u vidu finalnog proizvoda - jedinice rasada) proračunavaju se slijedeći energetski parametri referentne biljne proizvodnje:

$$\text{energetski input / kom rasada} = \frac{\text{energetski input u proizvodnom ciklusu [MJ/ha]}}{\text{output [kom/m}^2\text{]}}$$

$$\text{energetska produktivnost (EP)} = \frac{\text{output [kom/m}^2\text{]}}{\text{energetski input u proizvodnom ciklusu [MJ/ha]}}$$

Preko energetske produktivnosti može se oceniti koliko je efikasno iskorišćenje uložene energije. Da bi se energetska produktivnost povećala potrebno je ili redukovati količinu uložene energije (energetski inputi) ili povećati broj sadnica po jedinici površine korišćenjem stolova ili stalaža na više nivoa. Obe ove varijante se mogu razmatrati u tehnologiji proizvodnje rasada u zaštićenom prostoru.

REZULTATI I DISKUSIJA

Tehnički sistemi u oglednom plateniku

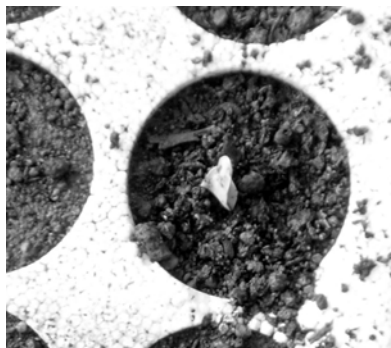
Obrada zemljišta

Obrada zemljišta u zaštićenom prostoru predstavlja, sa energetskog aspekta, najintenzivniji proizvodne tehnologije. To znači da su i troškovi investiranja i tehničke sisteme obrade, prilično visoki. U konkretnom plateniku za obradu zemljišta se koristi rotositnilica, ali pošto se rasad proizvodi u kontejnerima i saksijama, potrošnja energije za obradu zemljišta nije uzeta u obzir prilikom utvrđivanja energetskih inputa.

Tehničko-tehnološki sistemi setve

Za setvu rasada u kontejnere koriste se pneumatske poluautomatske i automatske mašine (setveni stolovi). U ispitivanom plateniku setva je izvršena ručno zbog problema prilikom transporta kontejnera do gazdinstva i ispadanja semenki iz ćelija kontejnera.

Paradajz je posejan u kontejnere sa 84 otvora, a krastavac, zbog osetljivog korenovog sistema, u plastične saksije dimenzija 10x10x10 cm.



Sl. 1. Probijanje kotiledona



Sl. 2. Kotiledoni i prvi list krastavca

Navodnjavanje i prihranjivanje

Najčešće primenjeni sistemi za navodnjavanje u objektima zaštićenog prostora, su mikrosistemi kap-po-kap i tehnički sistemi mikrokišenja. Pored navodnjavanja, ovi se sistemi mogu koristiti i za kontrolu i regulaciju klime u objektima.

Oba sistema mikronavodnjavanja dobijaju potreban radni pritisak od centrifugalne pumpe "Sloboda Čačak" S650, sa osnovnim tehničkim podacima

- Snaga pumpe $P = 650 \text{ W}$
- Pritisak $p = 3 \text{ bar}$ (za kapajuće trake $p \leq 0.8 \text{ bar}$)
- Protok $Q = 65 \text{ l/min}$
- Visina dizanja $h \leq 7 \text{ m}$

U proizvodnji rasada navodnjavanje je vršeno ručno, zbog krupnih kapi iz postavljenih rasprskivača protoka $Q = 120 \text{ l/h}$.

Grejanje

Za grejanje plastenika sa rasadom, koristio se kombinovani gasni kotao Beretta CIAO N24 CSI i sistem sa polietilenskim (okiten) cevima i toplom vodom. Osnovu ovih sistema čine kotlarnica i sistem razvodnih cevi.

Zbog povećane vlažnosti u objektu delovi kotlarnice mogu biti izloženi koroziji pa se preporučuje njeno postavljanje izvan objekta. Iz kotlarnice se toplota u objekat prenosi vodenom parom ili toplom vodom, razvodnim cevima koje mogu imati različit raspored.

Tehničke karakteristike kotla:

- Snaga $P = 11.2 \div 26.3 \text{ kW}$
- Temperatura vode za grejanje $t = 40 \div 80 \text{ }^\circ\text{C}$
(pri pritisku $p_{max} = 3 \text{ bar}$)
- Protok vode $Q_{max} = 13.40 \text{ l/min}$

Održavanje temperature vazduha je automatsko, pomoću termostata koji se podesi na željenu temperaturu.

Termostat je postavljen u zoni listova rasada, da bi što preciznije podešavao temperaturu pri dnu objekta. Ovo rezultira bržim rastom i razvićem biljaka, boljom kontrolom bolesti i većom energetsom efikasnošću.

Za prenos toplote koristi se voda a ne vodena para, zbog svoje niže temperature, čime se izbegava mogućnost oštećenja biljaka.



Sl. 3. Termostat

Zaštita

Zaštita biljaka u ovom plasteniku vrši se lednom prskalicom od 5 l. Za ovako malu površinu plastenika nije ekonomična upotreba većih prskalica.

Rasad je tretiran fungicidom Previkur protiv poleganja rasada i plamenjače.

Energetski bilans proizvodnje rasada paradajza i krastavaca

Energetski inputi biljne proizvodnje u zaštićenom prostoru

Potrošnja energije u zaštićenom prostoru podrazumeva sve energetske inpute uključene u proces biljne proizvodnje i tehničke sisteme kojim se ova proizvodnja ostvaruje. Svi energetske inputi u biljnoj proizvodnji se mogu podeliti u dve grupe:

- direktne energetske inpute
- indirektno energetske inpute

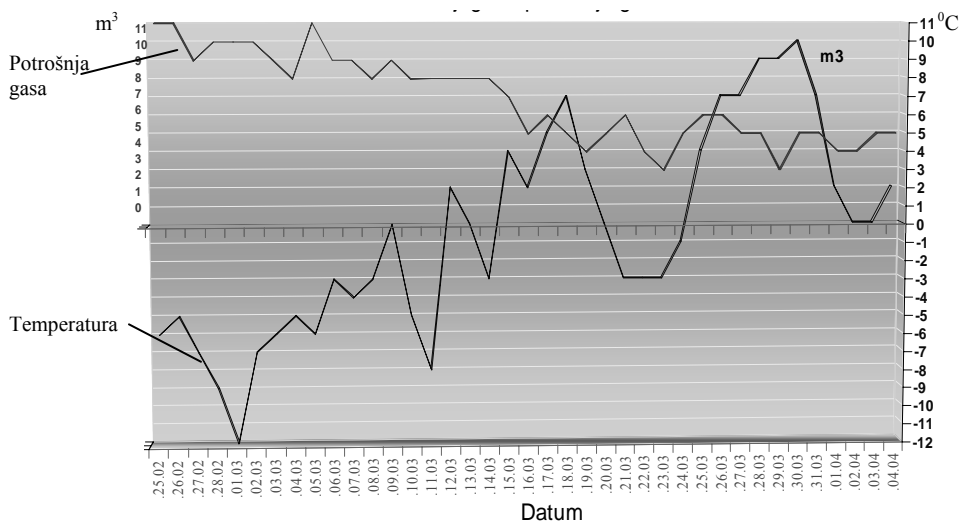
Direktni energetske inputi

Direktni energetske inputi predstavljaju jednu trećinu ukupnih energetske inputa u biljnoj proizvodnji. U proizvodnji rasada povrća, direktni energetske input je prirodni gas, utrošen na zagrevanje objekta. Dnevna potrošnja prirodnog gasa sa spoljašnjim temperaturama, merenim pored plastenika svakog dana u 7:00 časova, data je u tabeli 1. Sa dijagrama 1. vidi se da potrošnja gasa zavisi od dnevne temperature, ali ne direktno proporcionalno. Ako je dan sunčan i bez oblaka, temperatura u plasteniku je više nego po oblačnom danu iste spoljašnje temperature, a samim tim i potrošnja gasa je manja.

Tab. 1. Dnevna potrošnja gasa u odnosu na temperature

Datum	Temperatura u 7:00 (°C)	Utrošak gasa (m ³)	Datum	Temperatura u 7:00 (°C)	Utrošak gasa (m ³)
25.02.	-6	11	16.03.	2	5
26.02.	-5	11	17.03.	5	6
27.02.	-7	9	18.03.	7	5
28.02.	-9	10	19.03.	3	4
01.03.	-12	10	20.03.	0	5
02.03.	-7	10	21.03.	-3	6
03.03.	-6	9	22.03.	-3	4
04.03.	-5	8	23.03.	-3	3
05.03.	-6	11	24.03.	-1	5
06.03.	-3	9	25.03.	4	6
07.03.	-4	9	26.03.	7	6
08.03.	-3	8	27.03.	7	5
09.03.	0	9	28.03.	9	5
10.03.	-5	8	29.03.	9	3
11.03.	-8	8	30.03.	10	5
12.03.	2	8	31.03.	7	5
13.03.	0	8	01.04.	2	4
14.03.	-3	8	02.04.	0	4
15.03.	4	7	03.04.	0	5
Ukupna potrošnja gasa u periodu od 25.02. do 03.04.					250 m ³

Dijagram 1. Potrošnja prirodnog gasa



Ukupna potrošnja prirodnog gasa za grijanje plastenika u periodu od 25.02. do 04.04.2005., iznosi 250 m³, kada se ova vrednost pomnoži sa energetskom vrednosti prirodnog gasa, datom u tabeli 2, dobija se konačni rezultat utrošene energije od 12375 MJ.

Tab. 2. Energetska vrednost prirodnog gasa [2]

Gorivo	Sadržaj energije	Proizvodnja	Ukupan sadržaj energije
Prirodni gas	41.4 MJ/m ³	8.1 MJ/m ³	49.5 MJ/m ³

Indirektni energetski inputi

Kompost

Najvažnija stavka u indirektno utrošenoj energiji predstavlja energija utrošena preko đubriva u kompostu. U proizvodnji u zaštićenom prostoru u primeni je 6 makro i 6 mikro elemenata. U tabeli 3. dati su energetski ekvivalenti za tri najznačajnija makro elementa.

U proizvodnji 5000 komada sadnica paradajza i 2000 sadnica krastavaca utrošeno je 490 l supstrata Klasman Potgrond H čiji je sastav:

- N 160-260 mg/l,
- P₂O₅ 180-280 mg/l,
- K₂O 200-350 mg/l,

što čini ukupno:

- N 107800 mg = 0.108 kg
- P₂O₅ 112700 mg = 0.113 kg
- K₂O 134750 mg = 0.135 kg

Tab. 3. Energetski ekvivalenti mineralnih đubriva, MJ/kg [2]

Đubrivo	Proizvodnja	Pakovanje, transport, aplikacija	Ukupno
N	69.5	8.6	78.1
P ₂ O ₅	7.6	9.8	17.4
K ₂ O	6.4	7.3	13.7

Hemijska zaštitna sredstva

Zaštita bilja u objektima zaštićenog prostora predstavlja jedan od značajnijih faktora uspešnosti proizvodnje, obzirom na proizvodne uslove koji pogoduju razvoju bolesti i štetočina (visoka temperatura i relativna vlažnost). Prilikom korišćenja konvencionalnih sistema hemijske zaštite bilja, energetski input hemijskih sredstava uzima u obzir njihovu proizvodnju, formulaciju i pakovanje. Energetski input preko 1 kg fungicida Previkur iznosi 168 MJ.

Ljudski rad

U proizvodnji povrća i cveća, u zemljama u razvoju, utrošak ljudskog rada i dalje predstavlja značajniji faktor utroška energije i uspešnosti proizvodnje. U proizvodnji u zaštićenom prostoru, ako se pretpostavi 50-100 radnih sati/50 m², utrošak ljudskog rada iznosi 3.75-7.5 MJ/50 m².

Proračun energetskih potreba u proizvodnji rasada povrća urađen je za proizvodnju u zimskom periodu u tunel plasteniku ukupne proizvodne površine 50 m² (plastenik je pregrađen na pola, da se ne bi grejala nepotrebna površina). U tabeli 4. dati su energetski inputi u proizvodnji rasada u visokom tunelu.

Tab. 4. Energetski bilans proizvodnje rasada povrća u tunel plasteniku

Input	Količina	Energija	
		MJ/50 m ²	%
Zagrevanje, prirodni gas	250 m ³	12375.00	99.74
Fungicidi	0.03 kg	5.04	0.041
Kompost			
N	0.108 kg	8.43	
P ₂ O ₅	0.135 kg	2.35	
K ₂ O	0.113 kg	1.55	0.089
Rad		5.00	0.04
Ukupno		12397.37	100

Output: 7000 komada sadnica

$$\text{Odnos: Input energije/kom rasada} = \frac{12397.37 \text{ MJ/50 m}^2}{7000 \text{ kom/50 m}^2} = 1.77 \text{ MJ}$$

$$\text{Energetska produktivnost} = \frac{7000 \text{ kom/50 m}^2}{12397.37 \text{ MJ/50 m}^2} = 0.565 \text{ kom/MJ}$$

U ovom primeru direktno utrošena energija, koja ima najveći udeo u energetskom bilansu, odnosi se na utrošeni prirodni gas koji se koristi za zagrevanje objekta. Indirektni energetski inputi zanemarljivo malo utiču na ukupnu potrošnju energije.

ZAKLJUČAK

- Proizvodnja povrća u plasteniku je najintenzivniji vid povrtarske proizvodnje i samim tim i najveći potrošač energije po jedinici proizvoda, u ovom slučaju po sadnici povrća. Zbog toga je veoma važno da se utvrde energetski inputi i da se uradi njihova detaljna analiza, kako bi se sagledale sve mogućnosti za smanjenje potrošnje energije po jedinici proizvoda, a tako i direktno smanjila cena koštanja gotovog proizvoda.

- Direktni energetski inputi najvećim delom učestvuju u ukupnoj potrošnji energije po proizvodu, pa tu treba tražiti mogućnosti za smanjenje potrošnje energije. Sa ekonomskog i energetskog aspekta, prirodni gas se može definisati kao najoptimalniji za primenu. Postavljanje sistema za zagrevanje ovim gorivom je jeftinije i jednostavnije, a specijalizovana skladišta nisu potrebna. Gas gori čisto bez ostataka, čime se smanjuje utrošak energije za podešavanje i čišćenje gorionika i kotlarnice.

- U ispitivanoj proizvodnji rasada, smanjenje direktnih inputa, odnosno smanjenje potrošnje gasa, moguće je korišćenjem dvostrukih folija sa komprimovanim vazduhom između slojeva folija. Sloj vazduha pod konstantnim pritiskom je odličan izolator i znatno bi smanjio gubitak toplote iz plastenika, što bi se direktno odrazilo na smanjenu potrošnju prirodnog gasa. Utrošak energije prirodnog gasa bi bio znatno manji od dodatne potrošnje električne energije za pokretanje kompresora za održavanje stalnog pritiska između slojeva folija.

- Energetska produktivnost, sa druge strane, može se povećati povećanjem broja sadnica po površini plastenika. Za ovo povećanje ima dosta prostora, jer je plastenik podeljen na pola. Rešenje je u mehanizaciji nekih proizvodnih procesa, koji se u ispitivanom plasteniku obavljaju ručno. Mehanizovanje tih procesa dovelo bi do ubrzanja i povećanja proizvodnje, što bi povećalo energetska produktivnost, tj. smanjilo cenu koštanja po jedinici gotovog proizvoda, u ovom slučaju po komadu sadnice paradajza i krastavaca.

- Obzirom na učešće prirodnog gasa u ukupnom energetskom bilansu proizvodnje, bilo bi poželjno izvršiti i ekonomsku analizu proizvodnje, uzimajući u obzir cenu m³ prirodnog gasa, komposta i zaštitnih sredstava, kao i cenu proizvoda (rasada) na tržištu.

LITERATURA

- [1] Lazić Branka, Marković V., Đurovka M., Ilin Ž.: Povrće iz plastenika, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2001.
- [2] Dimitrijević Aleksandra, Đević M.: Potrošnja energije i energetska efikasnost proizvodnje u kontrolisanim uslovima, Revija agronomska saznanja, Beograd, 2004.
- [3] Momirović N.: Kako do kvalitetnog i pouzdanog rasada, Povrtarski glasnik, br. 4., Novi Sad, 2002.
- [4] Trivunčić Z.: Energetski bilans u proizvodnji rasada paradajza i krastavca, Diplomski rad, Poljoprivredni fakultet, Beograd 2005.
- [5] Vuković Slađana: Objekti zaštićenog prostora, tehničke karakteristike i transfer energije, Diplomski rad, Poljoprivredni fakultet, Beograd 2001.

GREENHOUSE ENERGY CONSUMPTION FOR TOMATO AND CUCUMBER SEEDLINGS PRODUCTION

Milan Đević, Zoran Trivunčić, Aleksandra Dimitrijević

Faculty of Agriculture - Belgrade

Abstract: Greenhouse production is most energy consuming branch in agriculture and in same time with lowest energy efficiency. Concerning the fact that energy input in greenhouse production has a highest share in product market price, more detailed energy analysis must be taken.

In this paper energy analysis of tomato and cucumber seedlings production is given. Tomato and cucumber seedling were produced in double plastic covered tunnel. Energy consumption and energy productivity per seedling were calculated.

Key words: *greenhouse, tomato, cucumber, seedlings, energy input, energy consumption, energy efficiency.*