

Tabela 4. Uticaj zapremine i vrste supstrata na masu korena kod rasada paradajza (g)

Table 4. Effect of the volume and substrate type on the tomato seedlings root weight

Mesto proizvodnje rasada Place of the seedlings production	Zapremina supstrata Supstrat volume (cm <sup>3</sup> )	Vrsta supstrata Supstrat type			Prosek Average
		Stender A 240 (g)	Stender A 280 (g)	Klasmann Deilmann Potgrond h (g)	
Kontejneri Container	35	0,29	0,43	0,38	<b>0,37</b>
	50	0,47	0,59	0,50	
	90	0,64	0,75	0,79	
	120	0,80	0,80	0,96	
Prosek Average		<b>0,55</b>	<b>0,64</b>	<b>0,66</b>	<b>0,62</b>
Saksije Pot	300	4,10	2,88	2,53	<b>3,17</b>
	500	3,32	3,70	3,08	
	700	3,05	2,37	3,63	
	1000	6,34	6,14	2,29	
Prosek Average		<b>4,20</b>	<b>3,77</b>	<b>2,88</b>	<b>3,62</b>

## LITERATURA

- [1] Celikel, G: Effect of different substrates on field and quality of tomato, Proceedings of the international symposium on greenhouse management for better yield and quality in mild winter climate, 1997.
- [2] Choudhary, B., R., Fageria, M., S., Dhaka, R., S.: Fruit production in tomato by growth substances-pregled. Agricultural Reviews, 21, 126-35, 2001.
- [3] Ilin, Ž., Đurovka, M., Marković, V., Mišković, A., Vujasinović, V.: Savremena tehnologija proizvodnje rasada u zaštićenom prostoru. PTEP, časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi p.131-133. Radovi saopšteni na I Naučno-Stručnom skupu "Klimatizacija, grejanje i ventilacija objekata u poljoprivredi"-KGVP 2002.
- [4] Ilin, Ž.: Tehnologija proizvodnje rasada u zaštićenom prostoru. Savremeni povrtar, 3/4, 10-12, 2002.
- [5] Ilin, Ž., Marković, V., Mišković, A., Vujasinović, V.: Proizvodnja rasada paradajza. Savremena poljoprivredna tehnika. Radovi saopšteni na XXIX Simpozijumu "Poljoprivredna tehnika" Vo. 2. No.3. p.69-75, 2003.
- [6] Pivot, D., Reist, A., Gillioz, J., M.: Greenhouse tomato crops with fully recycled nutrient solutions and reused substrates, Revue Suisse de Viticulture, dArboriculture et dHorticulture, 31, 5, 265-269, 1999.
- [7] Lazić, B., Đurovka, M., Marković, V., Ilin, Ž.: Povrće iz plastenika 1998, 2000.
- [8] Lee Ji Weon and Kim Kwang Yong: Tomato seedlings quality and yield following raising seedlings with different cell sizes and pretransplant nutritional regimes, Journal of the Korean Society for Horticultural Science, 42, 3, 300-304, 2001.
- [9] Spiers, T., Fietje, G.: Green waste compost as a component in soils growing media, Compost Science & Utilization, 8, 1, 19-23, 2000.
- [10] Marković, V., Takač, A.: Enriched zeolite as a substrate component in the production of pepper and tomato seedlings. Acta Horticulture, No 396, 321-328, 1995.
- [11] Marković, V., Đurovka, M., Ilin, Ž., Lazić, B.: Effect of seedling quality on yield and characteristics of plant and fruits of sweet pepper. 8th International Symposium on Timing of Field Production in Vegetable crops, Bari, Italy, 1997.
- [12] Marković, V., Đurovka, M., Ilin, Ž.: The effect of seedling quality on tomato yield, plant and fruit characteristics, First Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes, Acta Horticulture, 113-118, 533, 2000.
- [13] Mokrzetska, E: Effect of substrates with sawdust on yielding of greenhouse tomato. Environment Control Biology, 38, 4, 221 - 228, 2001.

Primljeno: 14.19.2003.

Prihvaćeno: 20.10.2003.

Bibliid: 1450-5029 (2003)76; 5, p. 140-145

UDK: 631.23.697.3.

Pregledni rad

Review paper

## ZAGREVANJE OBJEKATA ZAŠTIĆENOG PROSTORA I APLIKACIJA UGLJENDIOKSIDA

## HEATING AND CO<sub>2</sub> ENRICHMENT FOR GREENHOUSE PRODUCTION

Aleksandra DIMITRIJEVIĆ, dipl. ing., dr Milan ĐEVIĆ  
Poljoprivredni fakultet, Beograd - Zemun, Nemanjina 4-6

### REZIME

Faktori koji definišu uspešnost biljne proizvodnje u zaštićenom prostoru su temperatura, svetlost, vlažnost (vazduha i zemljišta), i sastav i kvalitet vazduha. Sa aspekta utroška energije, najznačajniji od ovih parametara je svakako temperatura. U praksi su mnogobrojni sistemi za dopunsko zagrevanje koji omogućavaju kontinuiranu biljnu proizvodnju tokom cele godine. U radu su analizirani postojeći tehnički sistemi za zagrevanje (toplom vodom, vodenom parom, toplim vazduhom i infracrvenim zračenjem) uz razmatranje mogućnosti uštede energije.

Obzirom na efekat bržeg rasta i razvicia biljaka u uslovima povišene koncentracije ugljendioksida, u radu su razmatrane tehničke mogućnosti povišenja njegove koncentracije u proizvodnim uslovima zaštićenog prostora. Analiza je obuhvatila metodu direktne primene čistog CO<sub>2</sub> i indirektnu primenu CO<sub>2</sub> koji nastaje sagorevanjem određenih vrsta goriva.

**Ključne reči:** zaštićen prostor, temperatura, ugljendioksid, energija.

## SUMMARY

Successful greenhouse production is defined by four main factors – temperature, light, water content of soil and air, and quality of air inside the objects. Concerning the energy consumption, the most important factor is temperature. There are many systems for greenhouse heating that enable whole-year plant production. In this paper we analyze most common heating systems such as systems with hot air, central heating systems and infrared.

Concerning the effects of rapid growth and development of plants in conditions of higher concentration of carbon dioxide, we analyzed the possibilities of CO<sub>2</sub> enrichment by using the pure CO<sub>2</sub> gas or CO<sub>2</sub> produced by fuel combustion.

**Key words:** greenhouses, temperature, carbon dioxide, energy.

## UVOD

Ideja o proizvodnji u zaštićenom prostoru nastala je iz težnje da se biljkama omoguće optimalni uslovi za rast i razviće i u onom periodu godine kada im to klimatski uslovi ne dozvoljavaju. Realizacija ove ideje leži u modifikaciji mikro-klimatskih uslova u proizvodnom prostoru biljke. Značajniji faktori, kako sa aspekta gajene biljke tako i sa aspekta energetskog bilansa ove proizvodnje su temperatura i sastav i kvalitet vazduha, naročito nivo ugljendioksida.

Temperatura u objektima zaštićenog prostora pokazuje izvesna kolebanja koja su uslovljena izborom pokrovnog materijala (staklo, folija) i veličinom i orijentacijom objekta. Sprovedena merenja pokazuju da temperatura na južnoj strani objekta ima više vrednosti od one na severnoj, dok u sredini pokazuje ujednačene vrednosti. Zavisnost temperature od zapremine objekta ukazuje i na to da temperatura manje varira u objektima veće zapremine. Što se tiče orijentacije, istok-zapad je pokazala pozitivne efekte na svetlosne uslove u objektima zaštićenog prostora, a samim tim i na temperaturne. Kako bi se izbegle ove varijacije u temperaturi i kako bi se nadomestile niske temperature u zimskom periodu, potrebno je koristiti neki od sistema za dopunsko zagrevanje objekata.

U pogledu sastava i kvaliteta vazduha najznačajniji su svakako kiseonik i ugljendioksid. Kiseonik je neophodan za disanje biljaka dok je CO<sub>2</sub>, koji biljke usvajaju u procesu fotosinteze, potreban za njihov rast i razviće. U zaštićenom prostoru koncentracija CO<sub>2</sub> se može povećati i 10 do 20 puta, čime je moguće ostvariti ranije ubiranje uz više prinose, posebno u povrtarskoj proizvodnji.

## ZAGREVANJE OBJEKATA ZAŠTIĆENOG PROSTORA

U osnovi postoje četiri sistema za dopunsko zagrevanje objekata zaštićenog prostora i to zagrevanje toplim vazduhom, zagrevanje toplom vodom i vodenom parom, koji se mogu podvesti pod sistem centralnog grejanja i zagrevanje infracrvenim zračenjem.

### Zagrevanje toplim vazduhom

Ovi sistemi su vrlo često primenjeni zbog relativno niskih početnih investicija. U osnovi sistema je termogenerator u kome se vrši sagorevanje goriva koje rezultira oslobađanjem toplote. Ventilator, koji je u sklopu termogeneratora, povlači vazduh iz objekta koji se, prelazeći preko izmenjivača toplote, zagreva i kao takav dospeva u unutrašnjost objekta. Količina goriva i temperatura na izlazu iz generatora regulišu se prema podacima dobijenim od senzora temperature, postavljenih na različitim lokacijama u objektu. Termogeneratori mogu koristiti kerozin, petrolej i prirodni gas.

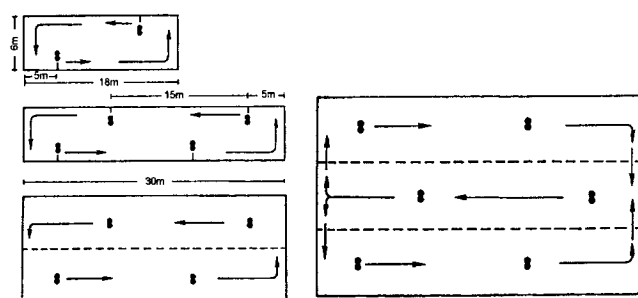
Zagrejani vazduh se kroz objekat može distribuirati providnim PE cevima ili sistemom ventilatorskih agregata (Slika 1.a i 1.b).

Cevi se postavljaju na izlaz iz termogeneratora i to dužinom objekta. Na cevima su parovi otvora prečnika 5-8 cm, na suprotnim stranama, raspoređeni na svaki metar dužine. Postavljaju se iznad gajenih biljaka kako bi se izbegla eventualna oštećenja biljaka.



Sl. 1. Sistemi zagrevanja toplim vazduhom  
Fig.1. Hot air heating systems

Kod distribucije vazduha ventilatorima, termogenerator se postavlja kao prvi u nizu iza koga se nadovezuju ventilatorski agregati tako da im usmerenje vazdušne struje u susednim redovima bude različito (Sl 2.) kako bi se dobilo kružno kretanje vazduha.



Sl 2. Raspored ventilatora u sistemu  
Fig 2. Fan layout in the system

Ventilatori se postavljaju na visini od 0.6 do 0.9 m iznad gajenih biljaka.

Nedostatak ovakvog načina zagrevanja je potrošnja kiseonika iz objekta, koji se koristi za sagorevanje i mogućnost kontaminacije tj. zagađenja prostora. Iz ovih razloga se preporučuje da otvori za ventilaciju u blizini agregata budu otvoreni tako da obezbede 1 cm<sup>2</sup> otvora na svakih 120 W kapaciteta agregata. Drugi nedostatak se ogleda u neravnomernosti temperature i pritiska kroz sistem. Neravnomernost pritiska se, teorijski, može rešiti postepenim smanjenjem prečnika cevi njenom dužinom, ali ovakve cevi je veoma teško proizvesti.

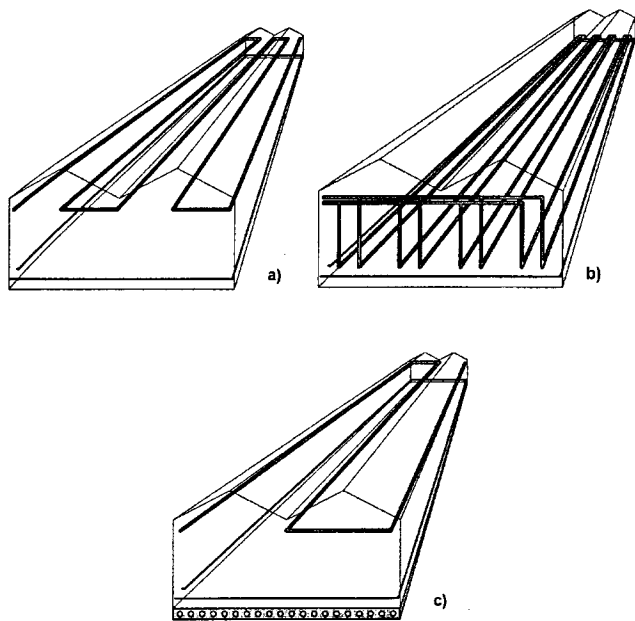
## Zagrevanje toplom vodom i vodenom parom

Postoji više razloga zašto je ovaj način zagrevanja našao veću primenu u praksi od sistema sa toplim vazduhom. Kotlarnica, koja je u sklopu sistema, može koristiti i jeftinija goriva (drvo, ugalj) jer se pred njih ne postavlja zahtev u smislu sastava i kvaliteta produkata sagorevanja. Proizvođači sa većim proizvodnim kapacitetima, zaključili su da je lakše održavati dve kotlarnice nego sistem većeg broja agregata za zagrevanje vazduha. Ovim načinom zagrevaju se prizemni i vršni delovi biljaka, čime se poboljšavaju uslovi njihovog rasta i razvika i umanjuje mogućnost pojave bolesti.

Zagrevanje vodenom parom je često u primeni zbog manjih temperaturnih kolebanja u sistemu, koja se, ukoliko postoje eliminišu regulacijom pritiska. Para kroz sistem cirkuliše bez pogona pumpe. Nedostatak ovog načina zagrevanja je količina energije potrebna za prevođenje 1 kg vode u vodenu paru (2.26 MJ/kg na 100°C). U tehničkom smislu ovi sistemi su jako pogodni za korišćenje u procesu pasterizacije zemljišta.

Ipak, zagrevanje toplom vodom je češće u primeni zbog ravnomernosti temperature u sistemu i veće mogućnosti konzervacije toplote u slučaju kvara na instalacijama.

Osnovu ovih sistema čine kotlarnica i sistem razvodnih cevi. Kotlarnica, u kojoj su gorionik i izmenjivač toplote, može biti locirana unutar ili izvan objekta. 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 (slika 2.).



Sl. 2. Raspored cevi centralnog sistema grejanja  
Fig. 2 Central heating system pipe layout

Temperatura vode koja cirkuliše čeličnim cevima prečnika 51 mm, je oko 80°C dok je temperatura vodene pare u sistemu 102°C. U sistemu sa vodenom parom je, zbog manjeg otpora protoku, moguće koristiti cevi prečnika 32 do 38 mm. Potreban broj cevi se određuje prema karakteristikama materijala od koga su izrađene cevi i njihove veličine (tabela 1.), i prema potrebnoj temperaturi.

Postavljanje cevi ima veliki uticaj na energetski bilans proizvodnje u zaštićenom porstoru. Prema rasporedu kao na slici 2.a, zagrevaju se viši delovi objekta gde ne postoji potreba za višim temperaturom. Samim tim, javljaju se toplotni gubici preko krovnih površina. Jedina prednost je što cevi ne predstavljaju nikakvu prepreku u radu radnika ili neke od mašina.

Tabela 1. Rapoloživa toplota različitih prečnika cevi zagrevanih toplom vodom i vodenom parom

Table 1. Heat available from various-diameter pipes heated by hot water or steam

Izvor toplote Heat source	Prečnik cevi, Pipe diameter, (mm)	Dobijena toplota Heat supplied, (W/m)
Para, 102°C Steam, 102°C	32	173
Para, 102°C Steam, 102°C	38	202
Topla voda, 82°C Hot water, 82°C	51	154
Topla voda, 95°C Hot water, 95°C	51	192
Topla voda, 82°C Hot water, 82°C	19	154

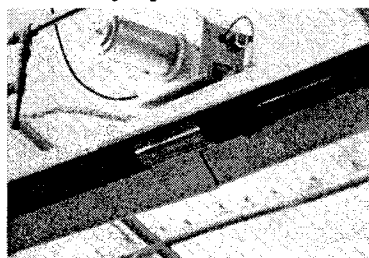
U slučaju sa slike 2.b, zagreva se vazduh neposredno u zoni biljke. Ovo rezultira bržim rastom i razvićem biljaka, boljom kontrolom bolesti i većom energetsom efikasnošću. Za prenos toplote koristi se voda a ne vodena para, zbog svoje niže temperature, čime se izbegava mogućnost oštećenja biljaka. Ovakvo postavljene cevi mogu poslužiti i kao oslonac u sistemu kretanja mašina kroz objekat.

U sistemu na slici 2.c, deo toplote se oslobađa u gornjim delovima objekta, dok se deo oslobađa u zemljištu, u zoni korenovog sistema. Ovim se postižu značajne uštede u energiji, ostvaruju se viši prinosi i bolje kontrolišu bolesti. U ove svrhe se koriste cevi prečnika 19 mm, postavljene na dubini od 15 do 30 cm. Sistemom se može obezbediti 65 W/m<sup>2</sup> toplote, a u periodima nižih temperatura i do 95 W/m<sup>2</sup> toplote.

U staklenicima, kao stalnim objektima zaštićenog prostora, za zagrevanje se preporučuju centralni sistemi zagrevanja, dok se za plastenike, zbog montaže i kasnije demontaže, preporučuju sistemi za zagrevanje toplim vazduhom. Ispitivanja, sprovedena u Izraelu pokazuju da između ova dva sistema nema razlike u potrošnji energije, te se izbor sistema uglavnom zasniva na tipu objekta koji se koristi, i na početnim finansijskim ulaganjima.

## Zagrevanje infracrvenim zračenjem

Ovi grejači (Sl. 3.) emituju infracrveno zračenje koje biva apsorbovano od strane "prepreka" koje se nađu u zoni zračenja. Apsorbovana energija se pretvara u toplotu. Vazduh, kroz koji zračenje prolazi, se zagreva emisijom toplote od strane biljaka i predmeta koji su zračenje apsorbovali.



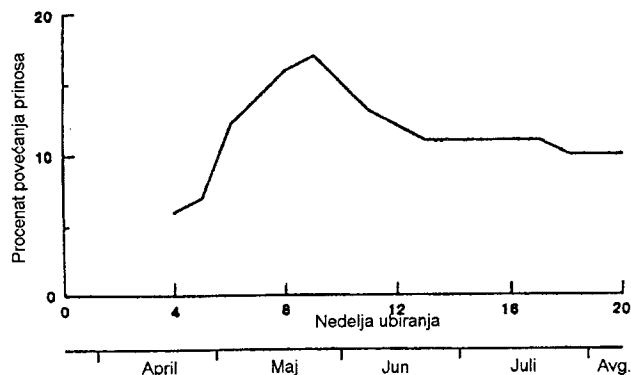
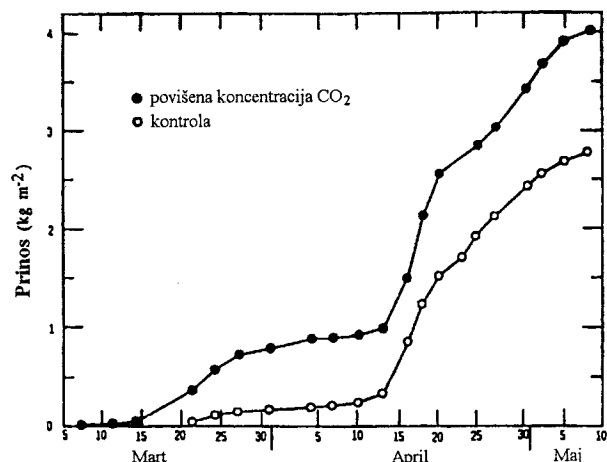
Sl. 3. Zagrevanje infracrvenim zračenjem  
Fig. 3 Infra-red radiation heating

Ovakav način zagrevanja umanjuje mogućnost kondenzacije vlage na biljkama i rizik pojave bolesti. Grejači se postavljaju u parovima, dužinom objekta. Razmak između parova je 9 do 12m. Dužinom objekta, iznad linije grejača, postavlja se metalni reflektor koji usmerava zračenje ka biljkama. Za reflektore se koristi aluminijum zbog dobrog efekta refleksije. Kod ovog sistema je bitno da biljke budu na odgovarajućem rastojanju od cevi da ne bi došlo do njihovog oštećenja usled visoke temperature cevi (200-400°C).

Niža temperatura vazduha u objektima uslovljava manje razlike u temperaturi izvan i unutar objekta, što rezultira manjim gubicima toplote iz objekta. Iako su početne investicije u ove sisteme nešto više u odnosu na ostale sisteme, uštede u gorivu mogu nadomestiti te razlike u roku od nekoliko godina eksploatacije. U literaturi se navodi da je ovim načinom zagrevanja moguće ostvariti uštede u gorivu od 30 do 60% u odnosu na potrošnju kod konvencionalnih sistema zagrevanja. Nedostatak ovog sistema je neravnomernost temperature unutar objekta i to u delovima ispod zone zračenja i onih zaklonjenih. Termalna radijacija povećava transpiraciju kod biljaka, koja može da rezultira stresom. Sa druge strane, manja razlika unutrašnje i spoljašnje temperature se može postići i centralnim sistemom grejanja sa cevima postavljenim u zemljištu objekta. Što se goriva tiče, ovi sistemi koriste prirodni gas ili propan koji poslednjih godina ima višu nabavnu cenu.

## APLIKACIJA UGLJENDIOKSIDA U OBJEKTIMA ZAŠTIĆENOG PROSTORA

U proseku, sadržaj ugljendioksida u vazduhu se kreće u granicama do 0.03%. Ova koncentracija je dovoljna za rast i razviće biljaka. Međutim, većina biljnih vrsta može iskoristiti i veće količine ovog jedinjenja, što rezultira njihovim intenzivnijim razvićem. U sistemima proizvodnje u zaštićenom prostoru, upravo je moguće obezbediti uslove za visokointenzivnu biljnu proizvodnju, zahvaljujući mogućnosti primene različitih tehničkih sistema aplikacije i kontrole koncentracije CO<sub>2</sub> (Slika 4).



Sl. 4. Efekat povišenja koncentracije CO<sub>2</sub> na prinos krastavca  
Fig. 4 Effect of increased concentration of CO<sub>2</sub> on cucumber crop yield

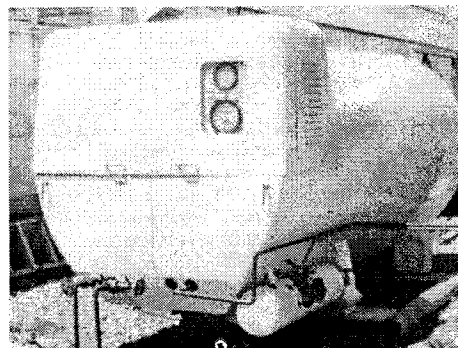
Istraživanja su pokazala da sve biljke pozitivno reaguju na povišenje koncentracije CO<sub>2</sub> ali sve do granice od 0.1 do 0.15 %

kada efekat daljeg povišenja zavisi od same biljne vrste i klimatskih uslova regiona.

Obzirom da "ubacivanje" dodatnog CO<sub>2</sub> ima efekta onda kada ga biljke mogu iskoristiti (period fotosinteze), aplikaciju treba započeti par sati po svanuću i završiti je neposredno pred zalazak sunca. Aplikacija se mora obaviti u uslovima kada su ventilatori isključeni ili kada otvori za ventilaciju nisu otvoreni više od 5 cm. Iz tog razloga je aplikacija CO<sub>2</sub> u letnjem periodu otežana pa i gotovo nemoguća.

Metode primene se zasnivaju na direktnoj aplikaciji čistog CO<sub>2</sub> ili indirektnoj aplikaciji putem sagorevanja. Pod proces sagorevanja se može podvesti i proces organske degradacije tj. razlaganja.

Primena čistog CO<sub>2</sub> gasa je najefikasniji i, sa aspekta kontrole, najjednostavniji način aplikacije.



Sl. 5. CO<sub>2</sub> u tečnom stanju  
Fig. 5 Liquid CO<sub>2</sub>

CO<sub>2</sub> gas koji se formira iznad tečnosti u rezervoarima (slika 5.), se metalnim cevima transportuje do objekta. Skup regulatora pritiska snižava pritisak gasa koji, sistemom plastičnih cevi prečnika 3 – 6 mm, biva distribuiran dužinom objekta. Cevi na sebi imaju perforacije prečnika 0.1 mm, na svakih 30 cm. Primena ovih sistema zahteva stalnu proveru sistema kontrole, ventila i alarma.

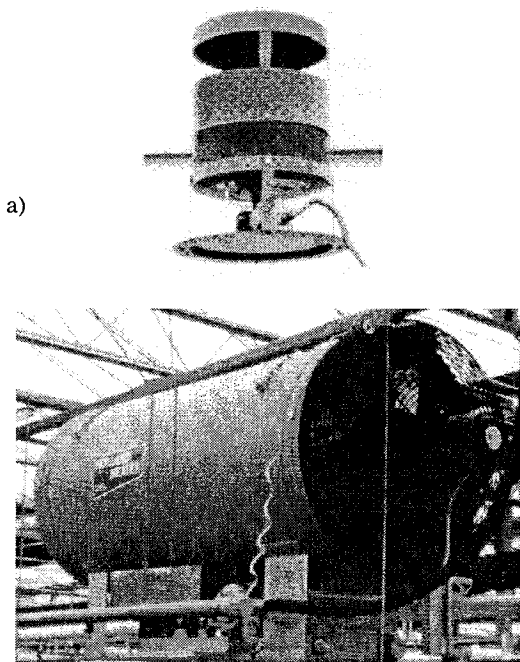
Aplikacija CO<sub>2</sub> gasa predstavlja skuplju varijantu aplikacije. Prema navodima iz literature korišćenje čistog CO<sub>2</sub> gasa je opravdano jedino u slučajevima kada je podna površina objekta veća od 4000 m<sup>2</sup>.

Kod manjih površina, primenu su ipak našli sistemi aplikacije CO<sub>2</sub> putem sagorevanja. Goriva koja se koriste u ove svrhe su prirodni gas, propan ili butan, i kerozin. Goriva koja se planiraju koristiti u produktima sagorevanja ne smeju imati više od 200 µm/g sumpora jer bi u protivnom došlo do oštećenja biljaka.

CO<sub>2</sub> generatori se postavljaju iznad biljaka, po dužini objekta. U sklopu svakog generatora je precizno kontrolisan gorionik sa otvorenim plamenom. U uslovima potpunog sagorevanja izdvajaju se CO<sub>2</sub>, koji prelazi u atmosferu objekta, i voda. Za raspoređivanje dobijenog CO<sub>2</sub> mogu se koristiti i ventilatori ili sistemi perforiranih PVC vodova prečnika perforacija od 1 mm na međusobnom rastojanju od 30 cm.

U slučaju sa slike 6. a generator koristi 1-1.6 kg/h propana, proizvodeći 3-4.8 kg CO<sub>2</sub>, tako da je 12 ovakvih generatora potrebno za uspešnu aplikaciju na površini od 1 ha. Za generatore koji za sagorevanje koriste vazduh izvan objekta, potrošnja goriva može ići i do 7 kg/h.

Goriva koja se koriste za generatore CO<sub>2</sub> su jeftinija od čistog CO<sub>2</sub>, a sistemi se mogu nabaviti uz minimalna investiciona ulaganja. Sistemi sa generatorima se mogu iskoristiti i za zagrevanje objekata. Ipak, mogu predstavljati problem u objektima gde zagrevanje nije potrebno (suncani dani, visoke temperature). Nedostatak sistema sa generatorima je mogućnost oštećenja biljaka zbog lošeg sagorevanja i loše distribucije produkata sagorevanja. Primenom čistog CO<sub>2</sub> ne postoji mogućnost kontaminacije biljaka a sam proces aplikacije je moguće sasvim lako i precizno kontrolisati nekim od postojećih sistema kontrole.



Sl. 6. Primeri generatora CO<sub>2</sub>  
Fig. 6 Examples of CO<sub>2</sub> generators

## ZAKLJUČAK

Ukoliko se razmišlja o intenzivnoj biljnoj proizvodnji u zaštićenom prostoru, mora se, prilikom zasnivanja objekata i proizvodnje, razmisliti o sistemima za dopunsko zagrevanje. Parametri od kojih će zavistiti izbor su svakako početne investicije ali i tip objekta, zatim obim i tip biljne proizvodnje koji se želi zasnovati. Za proizvodnju u staklenicima preporučuju se centralni sistemi zagrevanja bez obzira na

nešto viša početna ulaganja. Za proizvodnju u plastenicima najjednostavnije i najekonomičnije je koristiti sisteme zagrevanja toplim vazduhom. Jednostavno ih je postaviti i po potrebi menjati njihov raspored.

Energija utrošena za zagrevanje se može redukovati primenom duplih folija, ukoliko se radi o plasteničkoj proizvodnji, ili primenom termalnih zastora, ako se radi o stakleničkoj proizvodnji. Korišćenjem termalnih zastora mogu se ostvariti uštede u energiji i do 40%.

Efekat povišenja koncentracije CO<sub>2</sub> na rast i razviće biljaka je očigledan. Preporučuje se da koncentracija CO<sub>2</sub> u zaštićenom prostoru treba da se, u toku dana održava na nivou od 0.1 do 0.15%. Savremenim tehničkim sistemima za povišenje koncentracije CO<sub>2</sub> je ovo moguće ostvariti jer podležu visokom nivou kontrole i automatizacije.

## LITERATURA

- [1] Joe J. Hanan: *Greenhouses- Advanced Technology for Protected Horticulture*
- [2] Paul V. Nelson: *Greenhouse Operation and management*, 6<sup>th</sup> edition.
- [3] M. Teitel, I. Segal, A., Shklyar, M. Barak: *A Comparison between Pipe and Air heating Methods for Greenhouses*, Institute of Agricultural Engineering, The Volcani Center, Bet Dagan, Israel
- [4] Blom, J. and F. J. Ingratta: *The Use of Low Intensity Infrared for Greenhouses Heating in Southern Ontario*, Acta Hort., 115:205-216; 1981.
- [5] Youngsman, J., *Infrared Heating for Greenhouses*, Ohio State Florists Assoc. Bill. 587:1-4; 1978.
- [6] Lazić Branka, Marković, V., Đurovka, M., Ilin, Ž.,: *Povrće iz plastenika*, Beograd, 2001.god.
- [7] Hand, D. W.: *Crop Responces to Winter and Summer CO<sub>2</sub> Enrichment*, Acta Hort. 162:45-63; 1984.

Primljeno: 05.10.2003.

Prihvaćeno: 15.10.2003.

Bibliid: 1450-5029 (2003)76; 5, p. 144-147

UDK: 631.23-03

Pregledni rad

Review paper

# SENČENJE VISOKIH TUNELA, PLASTENIKA I STAKLENIKA

## SHADING OF HIGH TUNELS, PLASTIC FOIL HOUSES AND GLASSHOUSES

Ondrej PONJIČAN, dipl.ing., dr Anđelko BAJKIN  
Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 8

### REZIME

Pri proizvodnji povrća i cveća u visokim tunelima, plastenicima i staklenicima, kao i na otvorenom polju u toku leta dolazi do oštećenja na biljkama i plodovima iz razloga velikog intenziteta osvetljenosti i UV zračenja. Smanjenje intenziteta osvetljenosti i UV zračenja na prihvatljivi nivo postiže se različitim sistemima senčenja. Izbor sistema za senčenje se vrši na osnovu zahteva gajenih kultura i intenziteta njihove proizvodnje.

**Ključne reči:** boje za senčenje, mreže za senčenje, energetski ekran.

### SUMMARY

Producing vegetables and flowers by high tunnels, plastic foil houses, and glasshouses and at open field, in summer is coming into large damages at plants and product. The reason for that is large intensity alight and UV radiation. Decrease in these factors at acceptable level is achieved with different shading systems. The most useful shading systems are pick following requirement and intensity produce growing plants.

**Key words:** shading colors, shading cloth, energetic screen.