

## REGULIRANJE SUVIŠNE VODE U STAKLENICIMA

### 1. POLAZNE POSTAVKE

Danas se u našoj zemlji primjenjuje intenzivni uzgoj kultura u oko 450 ha staklenika. Ovaj uzgoj zahtijeva visoka početna ulaganja, pa se samo pravilnim podizanjem staklenika i primjenom odgovarajuće tehnologije u proizvodnji postižu visoki prihodi koji mogu u odgovarajućem vremenskom razdoblju opravdati investirana sredstva. Budući da je za kontinuirani i intenzivni uzgoj kultura u staklenicima potrebno primijeniti najpovoljnije uvjete, neophodno je ispravno regulirati i vodni režim u supstratu o čemu se, na žalost, često u našoj praksi vodi malo računa. Budući da se u našim uvjetima stakleničke proizvodnje ne primjenjuju u potrebnoj mjeri melioracijske mjere, dolazi do nepovoljnog vodno zračnog režima u supstratu koji ugrožava uzgoj kultura. Zbog toga, već pri podizanju staklenika treba voditi računa o fizikalnim i kemijskim svojstvima supstrata, te reguliranju suvišnih voda primjenom sistema drenaže. Cilj ovog rada je da se ukaže na melioracijske mjere kojima se regulira suvišna voda u proizvodnom supstratu i normative za primjenu ovih mjera u staklenicima.

### 2. VODNI REŽIM U SUPSTRATU NEKIH STAKLENIKA

Vodni režim u do sada podignutim staklenicima je raznolik. Njegova povoljnost za intenzivni uzgoj kultura ovisi o svojstvima tla na kojem je podignut staklenik, o pripremi odnosno o uređenosti supstrata pri podizanju staklenika i načinu reguliranja vode u supstratu pri uzgoju kultura u podignutim staklenicima. U svrhu uspješnog uređenja supstrata pri podizanju staklenika, a potom i za pravilno reguliranje vodo-zračnog režima u njemu je potrebno poznavati fizikalna svojstva tla na kojem se staklenik postavlja. Ako se radi o nepovoljnoj uslojenosti tla na kojem se namjerava podići staklenik, kao što je bio slučaj u Ivanić-Gradu, (staklenici »Žitnjaka«), Splitu (staklenici »Jadra« u Resniku), Filip Jakovu (staklenici »Nove Zore«) neophodno je već pri uređenju supstrata posvetiti više pažnje i primijeniti određene melioracijske mjere koje omogućavaju uspješno reguliranje vode i zraka u toku uzgoja kultura. U dosadašnjoj našoj praksi vrlo često se je činio propust u vezi uređenja supstrata. Obično se je najmanje vodilo računa o svojstvima tla na kojem se podizao staklenik. Na taj način su često supstrati imali slabu propusnu podlogu koja je otežavala reguliranje vodnog režima i dovela u pitanje intenzivni uzgoj kultura već u kratkom vremenu nakon postavljanja staklenika. Zbog toga treba više voditi računa o fizikalnim svojstvima tla a posebno o njegovim drenirajućim mogućnostima. Od

fizikalnih svojstava, za uspješno reguliranje suvišne vode u supstratu, najznačajnija su: tekstura, stabilnost strukturnih agregata, uslojenost, kapacitet za zrak i vodopropusnost. Ova svojstva se navode za neke staklenike u priloženoj tabeli.

Nepovoljnost vodnog režima prije dolazi do izražaja što je tlo na kojem je postavljen staklenik teže i slabije propusno. To su staklenici »Žitnjaka« u Ivanić-Gradu podignuti na pseudogleju čiji je sloj na dubini 40—80 cm vrlo nepovoljan. Ovaj sloj je zbit, slabo propustan, te uzrokuje stagniranje vode. Nepovoljna stabilnost strukturnih agregata također dokazuje da se nepovoljan režim vode u supstratu višestruko negativno odražava, pa i tamo gdje ima relativno dosta organske tvari u prvom sloju ovog staklenika. Podaci volumne težine pokazuju da su svi slojevi, osim površinskog, jako zbijeni. Površinski sloj ima najviše organske tvari pa je zbog toga i zbog redovite obrade ovaj sloj dovoljno rahal.

I po volumnoj težini najveću zbijenost pokazuje sloj na dubini 40—60 cm. On otežava odvođenje suvišne vode. Uzimajući u obzir podatke kapaciteta za zrak, očividno je da jedino površinski sloj tla omogućava uzgoj biljaka. U ostalim horizontima njegove vrijednosti su ispod svakog minimuma koji je potreban za rast i razvoj biljaka, pa treba primjenjivati intenzivnije agrotehničke mjere (povećanje organske tvari i obrada na veću dubinu) i melioracijske mjere (dreniranje supstrata). Ovakva fizikalna svojstva uvijek postojeću nepovoljnu vodopropusnost u supstratu.

Zbog nezadovoljavajuće vodopropusnosti (posebno na dubini 40—60 cm) i čestog navodnjavanja dolazi do nakupljanja suvišne vode u rizosferi i vetiranje biljaka je otežano. Ova konstatacija također potvrđuje da je potrebno supstrat drenirati. Preporučena je cijevna drenaža (Verner et.al, 1975) i izvedena. Na osnovu istraživanja supstrata u staklenicima »Nove Zore« — Filip Jakov (Tomić, 1973) i osnovnih podataka iz tabele 1 (stabilnost strukturnih agregata, volumna težina, kapacitet za zrak i vodopropusnost), samo je površinski sloj rahal, odnosno, povoljnih fizikalnih osobina, dok su ostali slojevi nepovoljni pa je i preporučena primjena cijevne drenaže (Pušić et.al, 1974).

Sličan slučaj je i u staklenicima »Jadro« Split, gdje je umjetni supstrat stvoren u skeletoidnoj crvenici bogatoj česticama gline i sitnog skeleta koje pri visokoj vlažnosti čine podlogu slabo propusnom za vodu (Tomaš i Tomić, 1977). Skeletni supstrat s česticama gline (koja se povećava dubinom) se povezuje (u vlažnim uvjetima glina bubri) i dolazi do nepovoljne vodopropusnosti. Iz istih razloga kapacitet za zrak i volumna težina su također nepovoljni.

Prema Tomiću et al (1974) voda se zadržava, odnosno, sporo giba kroz skeletni sloj ispod 40 cm koji je zbog stalno održavane visoke vlažnosti, uz pomoć nabubrenih glinastih čestica, slabo propustan. Zbog toga je i za ovaj staklenik preporučena i djelomično izvedena cijevna drenaža u svrhu reguliranja suvišne vode u rizosferi.

Tlo u Đurđevcu na kojem su podignuti staklenici je istraživano prije postavljanja staklenika. Ovo tlo je duboko i lagano po teksturnom sastavu. Vrlo je povoljno za stakleničku proizvodnju, pogotovo ako se proizvodni



*Tabela 1. — Svojstva supstrata značajna za reguliranje vodo-zračnog režima*

Staklenik	Dubina u cm	Teksturna oznaka	Stabilnost strukturnih agregata	Volumna težina g/cm <sup>3</sup>	Kapacitet za zrak u vol %	Vodopropusnost u cm/sec	Problemičan sloj na dubini u cm
1	2	3	4	5	6	7	8
Ivanić-Grad	0—20	PrI	malo stab.	1,16	7,9	46,0,10-5	40—80
»Žitnjak«	20—40	GI	potp. nest.	1,71	0,8	2,0,10-5	
Staklenik A	40—60	GI	potp. nest.	1,86	0,2	1,0,10-5	
	70—90	PrGI	potp. nest.	1,74	1,6	3,0,10-5	
Filip Jakov	0—20	G	stabilni	1,02	12,0	29,0,10-4	30—80
»Nova Zora«	30—40	GI	umjereno stabilni	1,42	6,2	2,0,10-5	
Staklenik 1	60—80	PrGI	nestabilni	1,66	0,8	2,5,10-6	
Split »Jadro«	0—20	jako skeletoidna PrG	stabilni	0,86	21,0	10,2,10-4	40—80
Staklenik STP—3	20—40	PrG	umjereno stabilni	1,10	12,0	9,3,10-4	
	40—80	jako skeletoidna G	nestabilni	1,48	—	1,7,10-5	

1	2	3	4	5	6	7	8
Durđevac	0—30 30—70	PI PI	malo stab. malo stab.	1,45 1,59	5,0 2,6	7,7.10-5 1,1.10-5	izrazito nepovoljnog sloja nema, ali
(prije postavljanja staklenika)	70—100	PI	malo stab.	1,53	3,1	1,4.10-5	je potrebno popraviti fizikalna svojstva u profilu
Biograd na moru »Vrana«	0—20 20—40 40—65	GI PrGI GI	jako stab. stabilni umjereno stabilni	1,02 0,99 1,14	14,0 14,1 13,4	38,1.10-4 29,2.10-4 4,4.10-4	izrazito nepovoljnog sloja nema
Staklenik 3/1	65—85	I	stabilni	1,35	11,3	20,1.10-5	
Zadar »Crno«	0—20 20—35 35—80	PI PI jako skele- toidna PrG	stabilni stabilni stabilni stabilni	1,31 1,50 —	19,8 21,4 —	11,1.10-3 9,5.10-3 —	izrazito nepovoljnog sloja nema
Zagreb — »Žitnjak« šesti vrt,	0—20 20—40 40—60	I I PI	stabilni stabilni umjereno stabilni	1,10 1,16 1,36	16,6 13,8 11,9	9,5.10-3 4,5.10-3 6,2.10-4	izrazito nepovoljnog sloja nema
S—2	60—80 80—200	IP šljunak	malo stab. —	1,45 —	10,2 —	5,6.10-4 —	

supstrat osigura s organskom tvari, hranivima i mogućnošću za odvodnju suvišne vode, odnosno ispiranje suvišnih soli iz rizosfere. Fizikalna svojstva ovog tla su ujednačena u svim horizontima. Volumna težina je neznatno najmanja u površinskom horizontu, ali u dobro pripremljenom supstratu njena vrijednost bi trebala biti još niža, što će se i postići pri njegovom uređenju. Kapacitet za zrak je u ovom slučaju ispod potrebnih minimalnih vrijednosti u svim horizontima, pa o tome treba voditi računa pri uređenju supstrata. Isto tako je i vodopropusnost tla nezadovoljavajuća. Njezina vrijednost uglavnom odgovara kategoriji tla s malom vodopropusnosti, što ne može zadovoljiti potrebu za dreniranje pa je to neophodno poboljšati pri uređenju supstrata primjenom agrotehničkih mjera (Tomić i Šilec, 1977). U staklenicima »Vrane« (Biograd na moru), supstrat je u svim slojevima povoljnih fizikalnih svojstava. Ovi uvjeti su rezultat prirodnih povoljnosti (dobro tlo) i dobrog pristupa pri uređenju supstrata. Međutim, i pored povoljnih fizikalnih svojstava, istraživanja su pokazala da je ovaj supstrat često zbog previsoke razine podzemne vode — prevlažan, pa je za njezino reguliranje preporučena primjena cijevne drenaže što je i učinjeno.

Za razliku od spomenutih, staklenici »Crno« u Zadru i »Žitnjaka« — šesti vrt u Zagrebu su podignuti na propusnoj podlozi (pitka posmeđena crvenica i aluvijalno tlo), pa nakon uređenog uobičajenog supstrata u njima problem vodozračnog i solnog režima nije u tom vidu izražen (Tomić, 1971; Tomaš i Tomić 1977). Ove povoljnosti podloge i dobro uređenog supstrata isključuju potrebu izvođenja cijevne drenaže, te je dovoljna samo primjena redovitih agrotehničkih mjera.

### 3. MJERE ZA UREĐENJE VODNOG REŽIMA U PROIZVODNOM SUPSTRATU PRIJE POSTAVLJANJA STAKLENIKA

Izbor mjera u svrhu reguliranja suvišnih voda u proizvodnom supstratu je najbolje vršiti prije postavljanja staklenika na osnovu terenskih istraživanja i laboratorijskih analiza. Uzimajući to u obzir iznosi se slučaj pri podizanju staklenika u Đurđevcu. Već je spomenuto da fizikalna svojstva tla na kojem su podignuti ovi staklenici nisu najpovoljnija za intenzivni uzgoj kultura. Za poboljšanje volumne težine, poroziteta, kapaciteta za vodu i zrak, te vodopropusnosti u rizosferi je preporučeno dodavanje organske tvari i homogeniziranje površinskog sloja (0—40 cm) sistemom obrade. Ispod rizosfere nema potrebe popravljati navedena svojstva osim vodopropusnosti tla. Naime, uslijed intenzivnog navodnjavanja i gnojidbe u stakleničkoj proizvodnji dolazi do sakupljanja suvišne vode i suvišnih soli u obradivom sloju (supstratu). To posebno dolazi do izražaja ako ne postoji dobra vodopropusnost tla ispod obradivog sloja (slaba vodopropusnost zdravice). Prisustvo suvišne vode sve više otežava intenzivan uzgoj, a često puta za nekoliko godina ili još kraće vrijeme — uzgoj kultura je onemogućen. Budući da je tlo na površini u Đurđevcu nedovoljne vodopropusnosti, posebno neki slojevi tla, potrebno je osim uređenja supstrata osigurati i njegovu drenažu, tj. osigurati ekspeditivno odvođenje suvišne vode i ispiranje suvišnih soli iz rizosfere. Ovaj cilj se najefikasnije rješava postavljanjem sistema cijevne drenaže, pa je preporučena i primjena ove melio-



racijske mjere. Dakle za kompletno uređenje supstrata i uspješno reguliranje suvišne vode u njemu u svrhu intenzivnog uzgoja kultura u staklenicima, bilo je potrebno prije postavljanja staklenika u Đurđevcu prema Tomiću i Šilecu (1977) izvesti slijedeće zahvate:

- izravnavanje površine posebno neravnih mjesta
- homogenizirati površinski sloj do dubine 40 cm sistemom obrade
- postaviti cijevnu drenažu ispod homogeniziranog sloja
- dodati zrelog stajskog gnoja 2—3 t i treseta 1—2 t na svakih 100 m<sup>2</sup> površine.

Nakon toga sistemom obrade sloj do 40 cm dubine dobro izmiješati.

U praksi se često dogodi da se prije podizanja staklenika odabere površina s trenutačno zadovoljavajućim fizikalnim svojstvima i vodopropusnošću tla. Međutim, nakon višegodišnjeg uspješnog uzgoja kultura i konstantne obrade supstrata na istu dubinu (30—40 cm), pogotovo ako je na toj dubini sloj bogat glinastim česticama, dolazi do formiranja »tabana« i taloženja finih čestica tla koje se ispiru iz supstrata. U tim uvjetima, nakon nekoliko godina pa i u kraćem roku, nepropusnost se povećava ispod obradivog sloja i voda sve više stagnira, te dovodi u pitanje uzgoj kultura (Tomić, 1979). U cilju ostvarenja uvjeta za dugogodišnju intenzivnu proizvodnju i zbog toga što je u već postavljenom stakleniku puno teže i skuplje naknadno izvoditi sistem drenaže, najbolje je postaviti ga prije postavljanja staklenika pri uređenju supstrata.

U slučaju da je tlo na kojem se namjerava postaviti staklenik izrazito propusno (kao na primjer aluvijalno tlo s plićim slojem šljunka ili skeletoidno tlo), tada se može očekivati da suvišna voda neće stagnirati u rizosferi pa i cijevnu drenažu nije potrebno primjenjivati.

#### 4. MJERE ZA REGULIRANJE SUVIŠNE VODE U PROIZVODNOM SUPSTRATU POSTAVLJENOG STAKLENIKA

Do sada se je, pri podizanju staklenika, problem supstrata najčešće rješavao dodavanjem većih količina organske tvari (stajski gnoj i treset) miješajući je s površinskim slojem prirodnog tla.

Tako uređen supstrat je sam po sebi dobar. Međutim, u uvjetima slabo propusne podloge, mogu nastati problemi pa i supstrat postati nepodesan. Naime, nedostatak dreniranosti između supstrata i podloge prije ili kasnije uvjetuje nepovoljan vodni režim u rizosferi (Mihalić et. al, 1978). Poboljšanje ovako nastalog nepovoljnog vodnog režima u podignutim staklenicima je moguće primjenom adekvatnih mjera.

Prvenstveno je potrebno osigurati efikasno odvođenje suvišnih voda iz supstrata, odnosno stagnirajuće vode koja se skuplja, u manjim ili većim količinama, na slabo propusnoj podlozi ispod obradivog sloja. Efikasno odvođenje ove suvišne vode se može vršiti primjenom **cijevne drenaže koju je naknadno teže izvoditi**. Postavljanje sistema cijevne drenaže je moguće u obliku jedne ili dvije etaže drenova ovisno o prilikama vodnog režima u staklenicima. Ako je prisutna samo stagnirajuća voda iznad slabo propusne podloge supstrata (voda potječe uglavnom od navodnjavanja), tada je dovoljno primijeniti plitku cijevnu drenažu, ili drenažu u je-

dnoj etaži (slučaj u staklenicima u Splitu, Ivanić-Gradu i Filip Jakovu). Ako postoji i visoka razina podzemne vode u tlu, što je rjeđi slučaj, slučaj u staklenicima u Biogradu na moru i Kanjiži), za uspješno reguliranje suvišnih voda u ovim uvjetima je potrebno izvesti cijevnu drenažu u dvije etaže (plitka i duboka drenaža). Za izvođenje prve etaže drenova, normativi se znatno razlikuju u odnosu na normative druge etaže (duboka drenaža — Tomić et. al, 1976). U slučaju da je podloga supstrata (tlo na kojem je postavljen staklenik) izrazito propusna za vodu, kao što je u staklenicima u Zadru — »Crno« (skeletalno tlo) i Zagrebu — »Žitnjak« — šesti vrt (aluvijalno tlo). U tom slučaju teže dolazi do stagniranja vode u supstratu (rizosferi), pa je postavljanje cijevne drenaže nepotrebno (Pušić et. al, 1974).

## 5. NAJVAŽNIJI NORMATIVI ZA PRIMJENU CIJEVNE DRENAŽE

U svakom slučaju primjena cijevne drenaže treba biti u skladu i na osnovu prethodno izvršenih detaljnih istraživanja i poznavanja prirodne dreniranosti proizvodnog supstrata.

Na osnovu hidropedoloških prilika, prilika recipijenta i konstrukcije budućeg, odnosno postojećeg staklenika, određuju se normativi za primjenu cijevne drenaže.

### 5.1. Mreža drenova

Budući da postojeći ili budući staklenici mogu imati različite probleme u vezi vodnog režima, moguće je primijeniti i različitu mrežu drenova. U uvjetima stagniranja suvišne vode u obradivom sloju dovoljna je primjena plitke drenaže (drenovi prve etaže). Međutim, u koliko je prisutna i visoka razina podzemne vode, u tom slučaju se mreža drenova sastoji od dvije etaže drenova (plitka i duboka drenaža). Položaj drenskih cijevi (ove etaže) je uvjetovan konstrukcijom staklenika, prirodnom padu površine u stakleniku i položaju recipijenta. Ako se drenaža postavlja u već podignutim staklenicima, tada konstrukcija staklenika najviše utječe na položaj drenova, tako da se drenovi (sisala) najčešće postavljaju po dužini lađa. Broj dužina cijevi sisala i hvatala ovisi o veličini staklenika, razmaku drenova — sisala i mjestu izljeva sistema (obliku i položaju recipijenta).

### 5.2. Vrste i dimenzije cijevi

Upotrebljavaju se plastične i glinene cijevi (u posljednje vrijeme uglavnom plastične). Promjer sisala i za prvu i drugu etažu najčešće iznosi 50 mm. Promjer hvatala ovisi o površini s koje se slijeva voda u cijev. Za dimenzioniranje hvatala pogodna je Gieselerova formula (Carić, 1952), tj.



$$d = \frac{1}{3} \sqrt[5]{\frac{Q^2}{I}}$$

d = promjer drenske cijevi u m

Q = količina vode koja prelazi kroz drenske cijev u m<sup>3</sup>/sec

I = relativni pad drenske cijevi u m/m

Količina vode koja prelazi kroz drenske cijev (Q) se određuje:

$$Q = P \cdot q$$

P = površina s koje se voda slijeva u dren u ha

q = specifični dotok u l/sec/ha ( za staklenike se uglavnom koristi q = 20 mm/dan ili 2,3 l/sec/ha).

Hvatalo je moguće dimenzionirati i pomoću Kavalarsova dijagrama (Mihalić et. al, 1978).

### 5.3. Dubina drenova

Budući da se u staklenicima uzgajaju, uglavnom, povrćarske i cvjećarske kulture, koje korijenov sistem razvijaju uglavnom u površinskom sloju i da se suvišna voda i soli žele što prije odstraniti iz rizosfere, prosječna dubina drenova (sisala) za prvu etažu je najpovoljnija oko 60 cm (početna minimalna dubina je 50 cm, a maksimalna na mjestu ulijevanja sisala u hvatalo —70 cm). Ako je prisutna previsoka visina podzemne vode, postavlja se, pored prve etaže drenova, i druga etaža (drenovi na većoj dubini). Budući da ovi drenovi trebaju održavati razinu podzemne vode — pri intenzivnom uzgoju — ispod 80 cm dubine, njihova prosječna dubina iznosi oko 120 cm (početna dubina sisala je oko 110 cm, a završava (pri ulijevanju u hvatalo) oko 180 cm.

### 5.4. Pad drenova

U svrhu što bržeg odvođenja sakupljene vode kroz dren — cijev, potrebno je sisala na obje etaže postaviti u padu 2,0 — 3,0 promila hvatala (također na obje etaže) u padu 1,5 — 2,0 promila. Ukoliko površina u stakleniku ima pad u smjeru sisala ili hvatala, ona će se koristiti tako da će dubina drenova biti ujednačenija. U tom slučaju je početna i završna dubina drenova izjednačena ili s manjom visinskom razlikom. Da bi se odvodna hvatala normalno izlivala u odgovarajući recipijent, potrebno je urediti mjesto izlivanja.

### 5.5. Razmak sisala

#### a) Razmak sisala prve etaže

Budući da je potrebno pri uzgoju intenzivnih kultura u staklenicima odvesti suvišnu vodu ili isprati suvišne soli iz rizosfere (supstrata) u što kraćem roku, određivanje razmaka plitkih drenova uobičajenim metoda-



ma ne zadovoljava. Dosadašnja iskustva su pokazala da su prikladne formule po Kostajkovu i Fukudi (primijenjene u radu Verner et. al, 1975)

$$\text{Kostajkov : } D = 17,3 \sqrt{\frac{k \cdot T \cdot M (M-Z)}{(A-C) Z}}$$

D = razmak sisala u m

k = propusnost supstrata za vodu u m/dan

T = vrijeme odvođenja vode suvišne vode u danima

M = dubina polaganja sisala u m

(A-C) = gubitak vode pri odvodnji u % od volumen tla.

Z = norma odvodnje u m

$$\text{Fukuda : } D = \frac{1,5 \cdot k \cdot h}{q}$$

h = dubina sloja kroz koji prolazi voda u m

q = odvođenje suvišne vode u m/dan

U našim staklenicima razmak postavljenih drenova iznosi 2—6 m.

#### b Razmak sisala druge etaže

U ovom slučaju se radi o uobičajenom reguliranju dubine podzemne vode, pa je za određivanje razmaka drenova prikladna formula po Hooghoudtu (primijenjena — Tomić et. al, 1976).

$$\text{Hooghoudt : } D = \sqrt{\frac{8 \cdot k_2 \cdot d \cdot m}{q} + \frac{4 \cdot k_1 \cdot m^2}{q}}$$

D = razmak sisala u m

k<sub>1</sub> = propusnost tla za vodu iznad sisala u m/dan

k<sub>2</sub> = propusnost tla za vodu ispod sisala u m/dan (ako je tlo homogeno u-  
potrebljava se vrijednost »k«).

m = visina vode iznad drenova u sredini razmaka u m

q = odvođenje suvišne vode u m/dan

Ekvivalentna dubina (d) se određuje iz tablica na osnovu polumjera cijevi (r), dubine nepropusnog sloja (h) i pretpostavljenog razmaka sisala (D) ili računski:

$$d = \frac{D}{8 F}$$

$$F = \frac{1}{\pi} \ln \frac{h}{r \sqrt{2}} + \frac{(1 - \sqrt{2} \cdot \frac{h}{D})^2}{8 h}$$

h = dubina nepropusnog sloja ispod drenova u m

r = polumjer drenova u m

Za praktične svrhe i različite uvjete, razmak sisala se može odrediti i nomogramom po Boumansu (primijenjen — Mihalić et. al, 1978).

Za staklenike »staklene bašte« u Kanjiži (Tomić et. al, 1976) odredili su razmak drenova prve etaže 3,2 m, a druge 28,8 m (skica 1 i 2).

### 5.6. Filterski materijal

Postavljanje filterskog materijala je potrebno iz dva razloga:

- osigurava se lakše i brže gibanje vode od drenskih cijevi,
- sprečava se pritjecanje sitnih čestica (prvenstveno čestica praha) cijevima, odnosno zamuljivanje drenova.

Kao filterski materijal se najčešće koristi šljunak, čija dimenzija može biti 2—20 mm. U svrhu dobrog funkcioniranja plitkih drenova (prva etaža), potrebno je filterski materijal u jarku — iznad drena dovesti u vezu s obradivim slojem supstrata (skica 1).

Glavni dio suvišne vode odvodit će se kroz obradivi sloj supstrata (antropogenezirani sloj tla) do filtera materijala u dren, na osnovu pada »I«

$$I = \frac{h}{D} \cdot 100 \cdot \frac{2h}{D} \cdot 100 = \frac{2 \cdot 0,4}{3,2} \cdot 100 = 25\%$$

Budući da je dovoljan pad od 2 do 3 %, ocjeđivanje suvišne vode, ili vode pri ispiranju soli bit će efikasno.

Na skici 2 prikazana su sisala-cijevi plitke i duboke drenaže. Filter materijal se može, prema potrebi, upotrijebiti i za drenove druge etaže. U staklenicima »Staklene bašte« u Kanjiži na dubini drenova (120 cm) i iznad njih se nalazi les koji je propustan, pa nije potrebno filterski materijal stavljati visoko iznad cijevi, odnosno osiguravati hidraulični filter. Međutim, u lesu su prisutne veće količine čestice praha, pa je potrebno postaviti mehanički filter koji sprečava zamuljivanje drenažnih cijevi. Ukoliko se ne posjeduju omotane plastične cijevi, s mehaničkim filterom, u tom slučaju se postavlja šljunak oko cijevi i 10—20 cm iznad drenažne cijevi (skica 2).

### 6. Osnovni zaključci

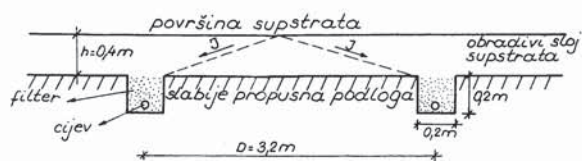
Na osnovu iznijete problematike u vezi reguliranja suvišne vode u staklenicima ističu se slijedeći zaključci:

1. Intenzivni uzgoj kultura u staklenicima zahtijeva visoka ulaganja, pa se samo pravilnim podizanjem staklenika i njihovom dobrom eksploatacijom postižu prihodi koji mogu opravdati investirana sredstva i tekuće troškove proizvodnje.

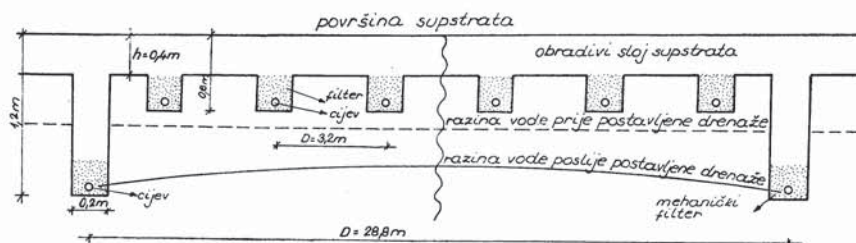
2. Vodozračni režim u supstratu spada među faktore koje treba na odgovarajući način urediti već pri podizanju staklenika, a kasnije u proizvodnji ga održavati u najpovoljnijem stanju za uzgajane kulture. Za uspješno uređenje supstrata i vodnog režima, kao i za pravilno njegovo reguliranje,



### Skica presjeka postavljenih sisala prve etaže



### Skica presjeka postavljenih sisala prve i druge etaže



potrebno je poznavati fizikalna svojstva tla na kojem se staklenik postavlja. Od fizikalnih svojstava najznačajnija su: teksturni sastav, volumna težina, stabilnost strukturnih agregata, kapacitet za zrak i vodopropusnost. Ako se radi o nepovoljnoj uslojenosti, teškom teksturnom sastavu i slaboj vodopropusnosti tla na kojem se namjerava podići staklenik, u tom slučaju je neophodno, pored uređenja supstrata, instalirati i sistem cijevne drenaže koji će regulirati suvišnu vodu u rizosferi.

3. Ukoliko se cijevna drenaža nije izvela pri podizanju staklenika, posljedice njezinog nedostatka mogu biti sve veće, a naknadno instaliranje je teže i skuplje.

4. Može se očekivati da jedino na izrazito propusnoj podlozi (šljunkovito ili skeletno tlo) na kojoj se postavlja staklenik, suvišna voda neće stagnirati u rizosferi, pa i cijevnu drenažu nije potrebno primjenjivati.

5. Postavljanje sistema cijevne drenaže je moguće u obliku jedne ili dvije etaže drenova, ovisno o prilikama vodnog režima u staklenicima. Ako je prisutna samo stagnirajuća voda iznad slabo propusne podloge supstrata, tada je dovoljno primijeniti plitku cijevnu drenažu ili drenažu u jednoj etaži. Ako postoji i visoka razina podzemne vode u tlu, što je rjeđi slučaj, za uspješno reguliranje suvišnih voda u ovim uvjetima je potrebno izvesti cijevnu drenažu u dvije etaže (plitka i duboka drenaža).

6. Na osnovu hidropedoloških istraživanja, prilika recipijenata i konstrukcije budućeg ili postojećeg staklenika, određuju se normativi za primjenu cijevne drenaže. Najznačajniji su normativi u vezi: položaja i rasporeda cijevi, vrste i dimenzije cijevi, dubine, pada, razmaka cijevi i filterskog materijala.

## 7. L I T E R A T U R A

1. **Carić D. (1952):** Tehnička hidraulika, Građevinska knjiga, Beograd.
2. **Mihalić V., Butorac A., i Tomić F. (1978):** Agrobiotopi mediteranskog područja i optimalizacija stanišnih uvjeta za vrtlarstvo, Centar za studije poljoprivrede Mediterana, Zagreb—Split.
3. **Pušić B., Tomaš I., Vukušić S., Tomić F., i Šikić D. (1974):** Projekt detaljne odvodnje za 2 ha staklenika »Jadro« — Split, Zagreb.
4. **Pušić B., Tomaš I., Vukušić S., i Petrić M. (1974):** Projekt drenaže staklenika br. 4 OPZ »Nova Zora« — Filip Jakov, Zagreb.
5. **Pušić B., Tomaš I., i Vukušić S. (1974):** Istraživanja i melioracija fizikalnih i kemijskih svojstava supstrata kod staklenika br. 2 i plastenika br. 14116 »Agrozadar« — Zadar, Zagreb.
6. **Tomaš I., i Tomić F. (1977):** Rješavanje problema vodnog i solnog režima pri intenzivnom uzgoje kultura u staklenicima, Vodoprivreda, br. 45—46, str. 134-139, Beograd.
7. **Tomić F. (1971):** Vodni režim tla i njegov utjecaj na uzgoj karanfila u zatvorenom prostoru, Disertacija, Zagreb.



8. **Tomić F. (1973):** Određivanje elemenata navodnjavanja i mikroklimе u zatvorenom prostoru, rukopis, Zagreb.
9. **Tomić F., Petošić D., Tomaš I., i Rus B. (1976):** Projekt odvodnje staklenika »Staklena bašta« — Kanjiža, Zagreb.
10. **Tomić F., i Šilec J., (1977):** Uređenje supstrata u svrhu intenzivnog uzgoja kultura u staklenicima, rukopis, Zagreb.
11. **Tomić F. (1979):** Primjena cijevne drenaže u zatvorenom prostoru, Savjetovanje »Uređenje površina s gledišta hidromelioracija i agromelioracija«, Knjiga II, Zadar.
12. **Verner V., Tomić F., i Šikić D (1975):** Studija odvodnje staklenika V.K. »Žitnjak« — Ivanić-Grad, Zagreb.