

I. TOMAŠ
J. ŠILEC

VAŽNOST SUPSTRATA I GNOJIDBE POVRČARSKO-CVJEČARSKIH KULTURA U STAKLENICIMA I PLASTENICIMA

UVODNA RAZMATRANJA

Vrlo intenzivna proizvodnja u staklenicima i plastenicima ima neke bitne karakteristike po kojima se razlikuje od proizvodnje na otvorenom prostoru. Te razlike, u prvom redu, proizlaze iz kontinuiranog uzgoja u reguliranim i kontroliranim uvjetima (temperatura, relativna vlaga, svjetlost, navodnjavanje, gnojidba i dr.) kao i zbog vrlo visoke vrijednosti proizvodnje po jedinici površine. Stoga je razumljivo da se u takvim uvjetima posebna pažnja poklanja uređenju — pripremi kvalitetnog uzgojnog supstrata, koji će po svojim karakteristikama odgovarati zahtjevima pojedinih kultura u pogledu dubine, reakcije, vodno-zračnog režima, te sadržaja biljnih hraniva i soli. Uzgojni supstrati, u većini slučajeva do sada, pripremali su se miješanjem tla s raznim vrstama treseta, zrelog stajskog gnoja, komposta i pijeska uz dodatak mineralnih gnojiva. Pojedine komponente koristile su se u različitim kombinacijama i omjerima, ovisno o svojstvima tala na kojima su se izgrađivali — podizali staklenici i zahtjevima uzgajanih kultura.

U novije vrijeme sve češće se u praksi koriste i razne vrste umjetnih-gotovih supstrata posebno namijenjenih za posebne kulture (mješavina treseta i perlita, treseta i pijeska i dr.).

Pored povoljnih fizikalno-kemijskih svojstava, uzgojni supstrat mora imati dovoljno propusnu podlogu, koja će omogućiti odvođenje suvišne vode kao i ispiranje suvišnih soli iz korijenove zone, nastalih upotrebom vode za navodnjavanje lošijeg kvaliteta, a nerijetko i preobilnom i nekontroliranom gnojidbom.

Propusti napravljeni kod pripreme uzgojnog supstrata, vrlo brzo su dovodili do opadanja prinosa. Radikalne mjere, koje su se naknadno poduzimale (izmjena supstrata, unošenje pijeska i organske tvari, postavljanje drenaže), znatno su opteretile i onako skupu proizvodnju (primjeri: »Crno« — Zadar, »Žitnjak« — Ivanić Grad, »Staklena Bašta« — Kanjiža, »Jankolovica« — Biograd n/m i dr.).

Navedeni razlozi i primjeri dovoljno ukazuju na važnost hidropedoloških istraživanja tla na kojem se podižu staklenici i plastenici, kako bi se na vrijeme mogle poduzeti odgovarajuće mjere — zahvati za uređenje — pripremu kvalitetnog uzgojnog supstrata.

Ivan TOMAŠ, dipl. inž. FPZ OOUR Institut za agroekologiju
Josip ŠILEC, dipl. inž. VK »ŽITNJAK« ZAGREB

Situacija kod nas danas je takva da, iako smo u većem opsegu usvojili suvremenu tehnologiju, još uvijek nemamo razvijenu prateću savjetodavnu stručnu službu iz ovog područja (pomanjkanje kadra uže specijalizacije, nedovoljna laboratorijska oprema i dr.). Sredstva za tu svrhu ne bi trebala predstavljati problem, obzirom da su neznatna u odnosu na investicije za podizanje staklenika i plastenika i vrijednost proizvodnje po jedinici površine.

UZGOJNI SUPSTRATI

S upotrebom industrijskih umjetnih uzgojnih supstrata za proizvodnju povrća počelo se u Holandiji 1945. god., iako komercijalna proizvodnja u staklenicima datira još od početka 19. stoljeća. Do tada uzgajivači cvijeća i povrća upotrebljavali su svoj vlastiti kompost koji se sastojao iz mješavine raznih vrsta treseta, pijeksa, stajskog gnoja, jezerskog mulja, ilovače sa riječnih područja, šumskog lišća i dr. Zbog nedovoljnog poznavanja zahtjeva biljaka u pogledu fizikalno-kemijskih svojstava supstrata, pogreške koje su se pravile kod pripreme supstrata često su ugrožavale rezultate proizvodnje.

Prva tvornica komposta na bazi treseta i pijeska izgrađena je u Holandiji 1942. god., a od tada izgrađeno ih je preko 30-ak s godišnjom proizvodnjom preko 700 000 m³ komposta razne namjene (Boertje, Bik, 1975). Nakon toga u svijetu naglo raste interes za pronalaženjem novih vrsta supstrata. Tako 1950. god. počinje u Engleskoj proizvodnja »John Innes« komposta, dobivenog kompostiranjem vrlo humoznog glinasto-ilovastog tla s pašnjaka i slamnatog stajskog gnoja (Lawrence, Newell, 1952). Mješavine finog pijeska i treseta tzv. »U. C. mixes« koriste se u Kaliforniji od 1957. god. (Baker, 1957). Kratko vrijeme nakon toga na tržištu SAD može se dobiti »Peat-Lite« — mješavinu treseta, perlita, vermikulita i jelove kore u raznim omjerima s dodatkom vapna, NPK-gnojiva i mikroelemenata (Cornnel Recommendations, 1974). Porast proizvodnje novih supstrata u svijetu nastavlja se iz godine u godinu, zbog sve većeg nedostatka povoljnog tla za stakleničku proizvodnju, kao i zbog uvođenja sve modernije tehnologije za uzgoj povrća i cvijeća. Zemlje sa razvijenom vrtlarskom tradicijom danas proizvode na bazi treseta, uz dodatak raznih sastojaka, ogromne količine raznih vrsta supstrata specifične namjene, često puto gotovo istog kvaliteta, ali pod različitim nazivima.

Izbor materijala za poboljšanje-opravku svojstava postojećeg tla u staklenicima dosta je velik. Općenito, svaka popravka je značajna ako se sa njom umanjuje volumna težina tla, povećava infiltracija, poroznost i kapacitet za vodu i zrak. Da bi se postigle opravdane razlike, postojećem tlu trebalo bi dodati treseta odnosno perlita približno barem 1/3 — 1/2 od konačnog volumena (Tab. 1).

Slični rezultati ispitivanja određenih fizikalnih karakteristika različitih uzgojnih supstrata prikazani su u tab. — 2.

Osim navedenih svojstava, na istim supstratima ispitivana je i veličina evaporacije. Utvrđeno je, da se porastom količine pijeska u mješavini, evaporacija povećava.

Tabela 1 — Fizikalne karakteristike nekih mješavina tla (White, 1974.)

Mješavina (tlo-perlit- treset)	Spec. tež. volumna (g/cm ³)	Ukupni porozitet (%)	Max. kap. za vodu (%)	Kap. za zrak (%)	Infiltracija (cm/sat)
10— 0— 0	1,15	57,0	43,9	13,1	4,1
9— 1— 0	1,15	56,9	42,0	14,9	5,3
9— 0— 1	1,05	60,7	43,7	17,0	4,6
7— 0— 1	1,03	61,5	41,8	19,7	50,8
7— 0— 1	1,03	61,5	41,8	19,7	50,8
7— 0— 3	0,93	64,9	41,0	23,9	39,1
7— 1— 2	0,85	67,9	45,6	22,3	35,8
6— 2— 2	0,82	69,2	41,2	28,0	31,2
5— 5— 0	0,82	69,3	42,4	26,9	20,3
5— 0— 5	0,69	73,4	47,6	25,8	99,6
3— 7— 0	0,68	73,6	39,6	34,0	132,6
3— 0— 7	0,48	81,1	57,3	23,8	148,3
2— 6— 2	0,40	84,3	42,0	42,3	152 +
2— 2— 6	0,36	85,8	53,8	32,0	152 +
1— 1— 8	0,27	88,7	64,8	23,9	152 +
0—10— 0	0,18	92,4	36,8	55,6	152 +
0— 7— 3	0,14	93,8	43,5	50,3	152 +
0— 5— 5	0,14	93,4	51,5	41,9	152 +
0— 0—10	0,10	94,4	63,8	30,6	152 +

Tabela 2 — Porozitet, kapacitet za vodu i zrak u različitim uzgojnim supstratima (Volden, 1978)

Supstrat	Poro- zitet	Volumni %		Volumna težina (g/cm ³)
		Kapac. za vodu	Kapac. za zrak	
Treset	96,6	82,3	14,6	0,05
Perlit	94,3	51,0	43,6	0,23
Fijesak	47,5	39,3	8,1	1,40
Kora omorike	98,3	54,0	35,3	0,16
Treset—pijesak (75:25)	87,7	78,3	9,4	0,30
Treset—pijesak (50:50)	76,1	65,7	10,4	0,61
Treset—perlit (75:25)	96,3	72,3	24,0	0,07
Treset—perlit (50:59)	95,9	66,5	29,4	0,08
Treset—kora omorike (50:50)	92,2	66,3	25,9	0,11
Treset—kora omorike (25:25)	91,5	53,0	38,5	0,13
Perlit—kora omorike (50:50)	93,5	35,0	58,5	0,11

Od svih prirodnih materijala, koji se koriste za popravku tla, najčešće se upotrebljavaju treset i pijesak. Izvanredna fizikalna svojstva treseta kao sredine za uzgoj biljaka, pojedinačno ili u mješavini s ostalim komponentama, odavno su dobro poznata. Za tresete je važno znati da su različitog porijekla, pa prema tome i različitog kvaliteta. Oligotrofni tip visokog crnog i dobro razgrađenog treseta je najpoznatiji, iako se u povrčarstvu prilično koriste i forme bijelog treseta. Kvalitet treseta ocjenjuje se na osnovu poznavanja slijedećih fizikalno-kemijskih i mikrobioloških karakteristika:

- stupanj razgrađenosti, % suhe tvari i vode, poroziteta, kapaciteta za vodu i zrak;
- pH, sadržaja aktivnih biljnih makro i mikro hraniva, te sadržaja huminskih i fulvo-kiselina;
- ukupne mikroflore, broja gljiva, aktinomiceta, amonifikatora i nitrifikatora.

Glavni izvori treseta u svijetu nalaze se u Kanadi, SSSR-u, Finskoj, Poljskoj, Njemačkoj i Holandiji. Kod nas u posljednje vrijeme, uglavnom se koriste uvozni treseti jako kiseli i to poljski »GARDEN PEAT« i ruski »NOVO-BALT« te manje količine domaćeg slabo kiselog treseta »HUMOGRAF« iz Bosanskog Grahova. Niski treset Hutovog blata, a posebno treset iz Bosanskog Grahova može u agrokemijskom, biološkom i proizvodnom pogledu uspješno zamijeniti treset iz Poljske kod proizvodnje karanfila (Hanić, 1972). Dobar kvalitet domaćeg treseta iz Bosanskog Grahova, potvrđen je kod potpuno nove tehnologije proizvodnje rajčice u najlonskim vrećama (sistem kap po kap) u Geveliji 1979. god.

Naglim porastom površina za uzgoj povrća i cvijeća, potrebe za tresetom bit će svakim danom sve veće. To ukazuje da se ubuduće iz opravdanih razloga treba sve više orijentirati na upotrebu domaćih treseta, tim prije, jer su ranija provedena ispitivanja treseta na lokacijama Palić, Hutovo Blato, Skadarsko jezero, Pešter, Obedska bara, Deliblatski rit i Vlasinsko jezero ukazala, da raspolažemo znatnim količinama neiskorištenih tresetnih naslaga (Tešić i sur., 1960).

Druga komponenta po važnosti kod pripreme supstrata je pijesak. Osnovna uloga pijeska je u rahljenju teksturno teških tala čime olakšava ukorjenjivanje biljaka. Kod upotrebe nema posebnih ograničenja u veličini čestica, međutim ne smije sadržavati organsku tvar i čestice praha i gline.

Od ostalih komponenata koje se na veliko upotrebljavaju, stajski gnoj je na prvom mjestu. To je jedan od univerzalnih satojaka supstrata jer, osim što popravljiva fizikalna i biološka svojstva tla, obogaćuje supstrat znatnim količinama fiziološki aktivnih i pristupačnih makro i mikro-hraniva. Kvalitet stajskog gnoja ovisi o vrsti i starosti stoke, vrsti stelje, kvalitetu stočne hrane, načinu spremanja, stupnju zrelosti i dr. Na kraju, navodimo još neke komponente za pripremu supstrata koje se u svijetu često, a kod nas dosta rijetko upotrebljavaju: istucana kora, pilovina i hoblovina različitog drveća (hrast, omorika, jela i dr.), slama, troska, otpaci antracita, kompostirani razni industrijski otpaci i dr.

Od tvornički proizvedenih materijala kao dodaci za pripremu supstrata koriste se perlit, vermikulit, styromull, hygromull, mineralna vuna i dr. Najčešću primjenu od svih ima perlit, koji se pored ostalog često upotrebljava i kao sredina za ukorjenjivanje kod razmnožavanja. Upotrebom perlita započeto je u SAD 1940. god., a od tada, zbog njegove mnogostruke primjene, proizvodnja u svijetu naglo se povećala. U Jugoslaviji, perlit različitih granulacija proizvodi se u Zrenjaninu od 1965. god., a u posljednje vrijeme i u Prilepu.

Zajedničke karakteristike većine ovih materijala su:

- dobro upijanje vode;
- održavaju tla dovoljno vlažnim;
- poboljšavaju vodno-zračna svojstva tla;
- ravnomjerno opskrbljuju biljku vodom;
- povećavaju rastresitost tla, čime ubrzavaju razvoj korijena a time i biljke;
- ne sadrže klice bolesti niti sjeme korova;
- imaju vrlo malu volumnu težinu, zbog čega su transport i rukovanje olakšani;
- kemijski ne djeluju na sredinu.

Konačno, u manjem opsegu, za stakleničku proizvodnju koriste se i »inertne sredine« kao što su granitni pijesak i šljunak, riječni pijesak i šljunak, vulkanski pepeo i dr. Karakteristika ovih materijala je nedostatak organske tvari za održavanje mikrobiološke aktivnosti i slab kapacitet za držanje vlage i hraniva. Zbog izrazito velike poroznosti, učestalost navodnjavanja mora biti dovoljno velika da bi se kompenzirao nedostatak u rezervi vlage. Pa ipak, uz prilagođen sistem navodnjavanja i automatsko doziranje biljnih hraniva, mogu se i u »inertnim sredinama« postići zadovoljavajući prinosi.

Pored navedenih bezbrojnih varijanti uzgojnih supstrata za proizvodnju povrća i cvijeća u staklenicima, potrebno je još spomenuti mogućnost uzgoja bez supstrata u hidroponima i aeroponima te proizvodnju rajčica u sistemu neprekidne recirkulacije hranidbene otopine.

Slanost tla (supstrata)

Poznavanje ovog svojstva je od velike važnosti, budući da većina stakleničkih kultura pripada grupi vrlo osjetljivih kultura na povišenu koncentraciju soli u otopini tla.

Akumulacija soli u tlu (supstratu) prvenstveno je posljedica višegodišnjeg poznavanja zaslanjenom vodom, iako može nastati i zbog preobilne gnojidbe kao i zbog kapilarnog dizanja zaslanjene podzemne vode.

Voda za navodnjavanje, čak i ako je odličnog kvaliteta, glavni je izvor topivih soli, koje zaostajanjem u tlu i nakupljanjem u korjenovoj zoni, nepovoljno djeluje na rast biljke a time i na prinos. Ranije provedena ispitivanja kvaliteta vode za navodnjavanje na nekim stakleničkim objektima kod nas (Split, Biograd n/m, Filip Jakov, Zadar, Lipik, Čatež, Kanjiža) ukazala su uglavnom na osrednji sadržaj soli (0,2 — 0,5 g/l) a samo ponegdje na visoki sadržaj soli (0,5 — 0,75 g/l). Upotrebom vode navedenog kvaliteta, uz pretpostavku da se godišnje navodnjava s 1000 mm vode, unosi se u tlo 2,0 — 7,5 tona soli po hektaru svake godine.

Nekontrolirana gnojidba ogromnim količinama mineralnih gnojiva, također pridonosi koncentraciji ukupnih soli u tlu. Pored toga, upotreba velikih količina stajskog gnoja (15 — 20 vagona/ha), koji katkada zauzima 10 — 15% volumena tla, važan je izvor soli naročito nitrata i kalija. Konačno, zaslanjivanje korijenove zone može nastati i kao rezultat kapilarnog dizanja vode i evaporacije u uvjetima visokog nivoa zaslanjene podzemne vode i nedovoljne odvodnje.

Štetan utjecaj visokog sadržaja soli u otopini tla manifestira se umanjenim kapacitetom biljke za primanje vode zbog povećanog osmotskog pritiska, stvaranjem nepovoljne strukture tla, a nerijetko i toksičnošću pojedinih iona. Vegetacija na takvim tlima često pokazuje neujednačen rast, dok prinosi pojedinih kultura mogu biti reducirani i do 50%. Slanost tla, odnosno koncentracija ukupnih soli u otopini tla, određuje se mjerenjem električne provodljivosti saturacionog ekstrakta (E Ce). Osjetljivost, odnosno tolerantnost pojedinih kultura prema sadržaju soli vrlo je različita (tab. — 3).

Tabela 3 — Odnos između sadržaja soli u korijenovoj zoni i rasta biljaka na srednje teksturnim tlima (Messemeackers van de Graff, 1971)

	E Ce	sadržaj soli (% na bazi suhog tla)
— utjecaj slanosti uglavnom beznačajan	0— 2	0,05—0,1
— prinos vrlo osjetljivih kultura može biti reduciran	2— 4	0,1 —0,2
— prinos većine kultura je reduciran	4— 8	0,2 —0,4
— samo tolerantne kulture daju rod	8—16	0,4 —0,8

U proteklih 5 — 6 godina izvršena su određivanja sadržaja soli u velikom broju uzoraka tla u pojedinim staklenicama na raznim objektima (tab. — 4).

Tabela 4 — Električna provodljivost saturacionog ekstrakta (ECe) i sadržaj soli u tlu (reprezentativni uzorci)

Staklenik	Oznaka uzorka	Dubina cm	ECe mmhos/cm	% soli
»Jadro«	P—3	0—25	9,6	0,17
— Split, 1974.	P—3	25—33	6,3	0,10
»Agro Zadar«	P—1	0—17	6,6	0,17
— Zadar—Crno, 1974.	P—1	17—30	1,8	0,03
»Nova Zora«	P—1	0—22	8,7	0,30
— Filip Jakov, 1974.	P—1	22—40	2,9	0,08
»Žitnjak«	P—2	0—30	7,4	0,25
— Ivanić-grad, 1975.	P—2	30—40	1,2	0,04
»Staklena bašta«	P—2	0—30	16,6	0,42
— Kanjiža, 1976.	P—2	30—55	13,0	0,33
»Jankolovica«	S—2	0—15	7,8	0,25
— Biograd n/m, 1978.	S—2	15—30	8,1	0,26
»Agraria«	H—8	0—30	8,8	0,28
— Brežice, 1979.	H—9	0—30	6,6	0,21
»Lipik«	ST—1	0—25	3,9	0,19
— Lipik, 1979.	ST—1	25—40	2,7	0,13

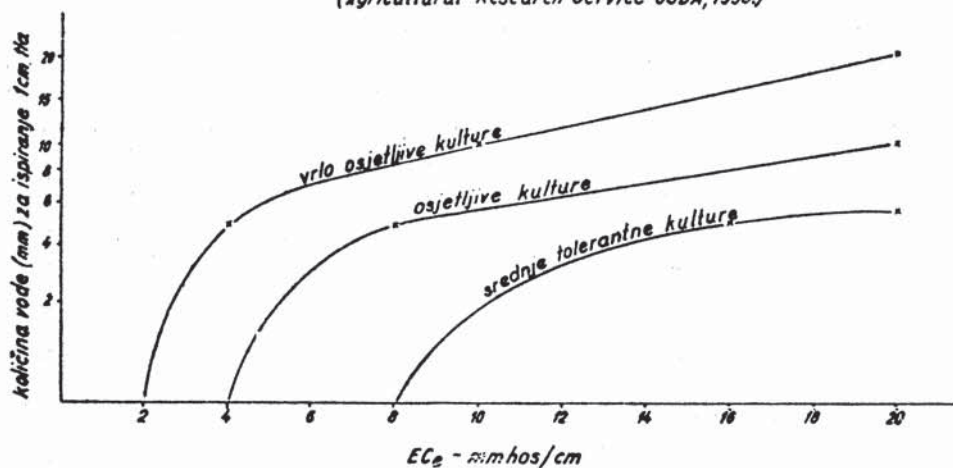
Rezultati ispitivanja ukazali su na mjestimično visok sadržaj soli i na dosta velike razlike u koncentraciji soli, kako između tako i unutar pojedinih staklenika. Uzroci tome bili su jedan ili više od slijedećih:

- različit kvalitet vode za navodnjavanje;
- različita gnojidba;
- postojanje relativno visokog nivoa zaslanjene podzemne vode;
- različit sastav tla i propusnost podloge;
- nedovoljno i neredovito ispiranje suvišnih soli;
- slabo isplanirana površina tla;
- nejednolično navodnjavanje i dr.

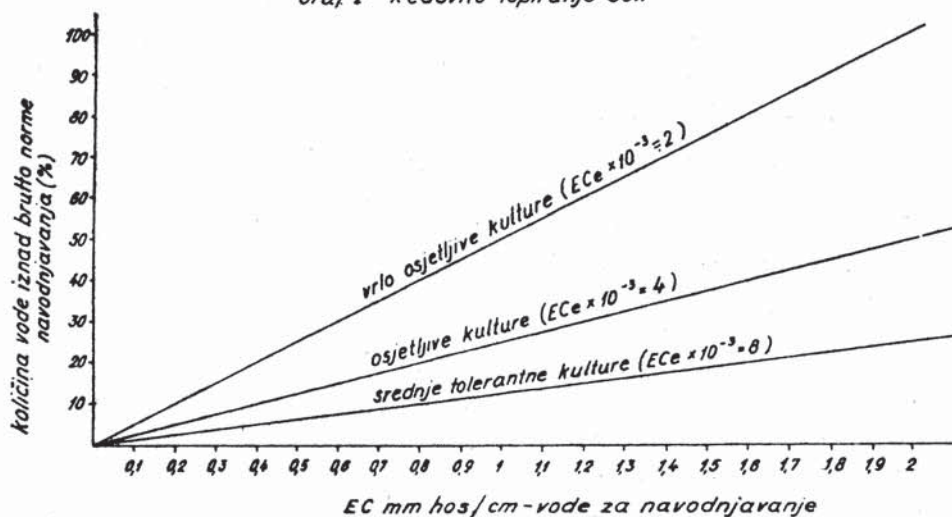
Nagomilavanje suvišnih soli u korjenovoj zoni može se uspješno spriječiti primjenom odgovarajućih mjera, ovisno o uzroku zaslanjivanja. U prvom redu, treba sprovoditi početno (pred izmjenu kultura) i redovito (za vrijeme vegetacije) ispiranje soli. Međutim, ovu mjeru poboljšanja solnog režima tla moguće je provesti samo ako je osigurana dobra dreniranost supstrata i podloge. U suprotnom, najprije treba riješiti problem vodnog režima postavljanjem sistema cijevne drenaže.

Količina vode za početno i redovito ispiranje soli određuje se na osnovu poznavanja koncentracije soli u tlu, kvaliteta vode za navodnjavanje, te osjetljivosti, odnosno tolerantnosti, uzgajane kulture prema sadržaju soli u tlu (graf. — 1 i 2).

Graf. 1 Početno ispiranje soli
(Agricultural Research Service USDA, 1955.)



Graf 2 Redovito ispiranje soli



Gnojdba (fertilizacija)

Kontinuirana proizvodnja povrća i cvijeća u staklenicima i plastenicima zahtijeva upotrebu neuporedivo većih količina mineralnih gnojiva u odnosu na proizvodnju na otvorenom prostoru. Aplicirane količine aktivnih hraniva, ovisno o uzgajanoj kulturi i sadržaj hraniva u tlu (supstratu,) često prelaze 2 tone/ha godišnje.

Pravilna i pravovremena gnojidba mineralnim gnojivima, obzirom na količinu, vrstu i oblik gnojiva, te na način i vrijeme primjene, neobično je kompleksan problem. To postaje tim više razumljivo kada se uzmu u obzir slijedeći faktori koji, jače ili slabije utječu na primanje — usvajanje biljnih hraniva, odnosno na ishranu biljaka:

1. Vrste biljke
2. Korijenova sredina (pH stanje opskrbljenosti hranivima, tekstura i struktura, volumen tla, kapacitet zamjene kationa, sadržaj vlage, ukupna koncentracija soli, omjer i koncentracija pojedinih soli)
3. Uvjeti okoline (intenzitet svjetlosti, vlažnost zraka, koncentracija CO₂, temperatura, pogodnost vode za navodnjavanje)
4. Predkultura

Budući da su mnogi od navedenih faktora promjenljive veličine, vrlo teško je unaprijed sa sigurnošću i preciznošću predvidjeti određenu reakciju biljke na fertilizaciju. Rezultat toga je da zemlje s razvijenom proizvodnjom, ove vrste, imaju uglavnom razrađene svoje vlastite praktične »recepte« fertilizacije, koji se više ili manje baziraju na višegodišnjem iskustvu, a podesni su za određeno klimatsko područje, vrstu umjetnog supstrata, tip tla i dr. Uvozom tehnologije ti isti »recepti« većinom se koriste i kod nas, međutim, na kontroli, usavršavanju i uvođenju vlastitih rješenja za naše proizvodne uvjete, učinjeno je vrlo malo.

Kod formuliranja preporuka za gnojidbu, obzirom na količinu i vrstu gnojiva koja će se primijeniti, može se poći od različitih stanovišta:

- na osnovu višegodišnjeg iskustva;
- putem teoretske procjene idealnog sastava zalihe hraniva u tlu i potrebe pojedine kulture;
- na osnovu poznavanja ravnoteže između iznesenog i dodanog hraniva;
- na osnovu rezultata kemijskih analiza tla i biljnog tkiva — folijarne dijagnostike.

Među ostalim uvjetima za uspješan uzgoj kultura u staklenicima i plasticima, od velike je važnosti i pravovremena gnojidba, koja se obično dijeli u dvije faze:

- a) osnovna gnojidba — primjena krutih gnojiva koja se unose u tlo pred sadnju,
- b) prihrana — višekratna primjena krutih ili tekućih gnojiva za vrijeme vegetacije.

U pravilu, kod supstrata kod kojih dominira mineralni dio, osnovnom gnojidbom unose se sva potrebna hraniva koja nisu podložna ispiranju i koja ne povećavaju koncentraciju soli do štetnog nivoa. Preostale količine biljci potrebnih hraniva daju se putem prihrana, ručno s krutim gnojivima

ili prilikom navodnjavanja s tekućim (vodotopivim) gnojivima. Poseban način, naročito pogodan za upotrebu mikroelemenata, je aplikacija preko lista — folijarna gnojidba. Učestalost prihrana ovisi o vrsti uzgajane kulture, sastavu uzgojnog supstrata i količini gnojiva datoj u osnovnoj gnojidbi.

Dobar program fertilizacije za normalan rast i razvoj biljke, osim primjene makroelemenata (N, P, K, Ca, Mg), uzima u obzir i neophodno potrebne mikroelemente (Fe, Mn, B, Zn, Cu i Mo). Posebno se to odnosi na novije tehnologije proizvodnje povrća i cvijeća u sasvim umjetnim, kemijskim gotovo inertnim supstratima. Neprekidno iskorištavanje tla (supstrata) uz vrlo intenzivnu proizvodnju i jednostrana primjena makroelemenata dovode do sve većeg iscrpljivanja zaliha mikroelemenata. Nedostatku pojedinog mikroelementa u biljci, osim niskog sadržaja u tlu (supstratu), pridonose i razni drugi faktori (Tab. — 5).

Kod upotrebe različitih mineralnih gnojiva, posebno onih koja sadrže mikroelemente, treba biti vrlo oprezan, jer nedovoljna kao i preobilna fertilizacija mogu izazvati razne poremetnje i oštećenja kod biljaka, čime direktno utječu na prinos i kvalitet proizvoda.

Uvođenjem stalne kontrole pomoću specijalnih analiza tla (supstrata) i biljnog tkiva može se dosta realno utvrditi da li je određena fertilizacija bila dovoljna i djelotvorna.

Tabela 5 — Faktori koji pridonose definiciji mikroelemenata u biljkama (Lucas, Knezek, 1972)

	B	Cu	Mn	Mo	Fe	Zn
Nizak sadržaj u tlu (ovisno o tipu tla supstrata)	*	*	*	*	*	*
Alkalna reakcija tla	*					*
Kisela i blaga kisela reakcija tla			*		*	
Visoki intenzitet svjetlosti	*					
Niski intenzitet svjetlosti			*			
Niska temperatura tla			*			
Slaba dreniranost tla			*			
Suho vrijeme		*	*			
Visok sadržaj P, N i Zn u tlu		*				
Visok sadržaj Fe, Cu i Zn u tlu			*			
Visok sadržaj pokretljivog Fe u tlu				*		
Obilna gnojidba alkalnih tala					*	*
Nizak sadržaj org. tvari kod kiselih tala		*			*	*
Visok sadržaj fosfora u tlu					*	
Visok sadržaj slobodnog CaCO ₃						*
Niske temperature						
Ekstremna vlažnost tla					*	
Slaba prozračnost tla					*	
Ekstremi temperature					*	*

Upotreba ugljičnog dioksida (CO₂) kao gnojiva

Na izvanredne mogućnosti povećanja prinosa u zatvorenom sistemu staklenika, kroz povećanje koncentracije CO₂ u zraku, prvi put je ukazano 1950. god. (Hooley, Goldsberry), iako je približan odnos između koncentracije CO₂ u zraku, intenziteta svjetla i fotosinteze bio poznat još ranije (Hoover, 1933).

Jedan od najranijih, najjednostavnijih i najjeftinijih izvora povećanja koncentracije CO₂ u zraku bilo je unošenje organske tvari (stajski gnoj, malč od slame i dr.). Znatne količine oslobođenog CO₂, nastalog ragradnjom organske tvari u mikrobiološki aktivnom tlu, pokazale su se od male koristi, jer se u vrijeme prozračivanja staklenika ne može održavati zadovoljavajući nivo CO₂.

U posljednjih 20-ak godina, za obogaćenje CO₂ u staklenicima, korišteni su razni izvori kao što su tekući CO₂, kerozen, parafin, prirodni plin i dr. Neki od njih, iako su dali vrlo dobre rezultate, napušteni su zbog skupe ili zbog skupe opreme. Od mogućih izvora CO₂, prirodni plin se pokazao relativno najjeftinijim i vrlo zadovoljavajućim, tako da već od 1962. god. njegova upotreba postaje općom praksom kod uzgoja povrća u Holandiji. Danas, čak što više, 90 — 100% površina za uzgoj krastavaca obogaćuje se CO₂ iz prirodnog plina.

Izgaranje plina, koji sadrži CO₂, odvija se u instaliranim specijalnim CO₂ — generatorima smještenim van staklenika. Toplina, proizvedena u ovom postupku, prenosi se u sistem grijanja, dok se distribucija CO₂ unutar staklenika odvija pomoću ventilatora preko sistema perforiranih plastičnih cijevi, lateralno položenih na zemlju. Posebnim mjeracem kontrolira se koncentracija CO₂ u zraku. Općenito, maksimalna preporučljiva koncentracija CO₂ u zraku za staklenike je između 1000 — 1500 ppm (0,10 — 0,15%), dakle 3 — 5 puta veća od prosječnog sadržaja u zraku, dok koncentracija iznad 3000 ppm izaziva oštećenja. Injektiranje CO₂ izvodi se svaki dan u trajanju od 6 — 10 sati, ovisno o vanjskoj temperaturi, intenzitetu svjetlosti i konstrukciji staklenika.

Radi ilustracije, navodimo samo neke od rezultata istraživanja koji ukazuju na izrazit utjecaj povećane koncentracije CO₂ na povećanje prinosa odnosno broja ubranih cvjetova (Tab. — 6 i 7).

Tabela 6 — Prinos krastavca (kg/m²) u obogaćenom i neobogaćenom stakleniku (Berkel, Uffelen, 1975)

Obogaćeno sa CO ₂	1970.		1971.		1972.		1973.	
	—	+	—	+	—	+	—	+
Prinos (kg/m ²)	26,5	32,4	22,1	25,6	18,4	26,6	13,0	16,5
% povećanja		22		16		44		27

Tabela 7 — Utjecaj povećanja CO₂ na prinos karanfila Red Gayety (Goldsberry, 1961)

	Koncentracija CO ₂ (ppm)		
	200	350	500
Akumulirani prinos na kraju mjeseci			
Rujan, 1960.	13	35	43
Listopad, 1960.	73	83	83
Studenj, 1960.	91	94	93
Prosinac, 1960.	105	129	151
Siječanj, 1961.	153	201	236
Veljača, 1961.	218	272	302
Ožujak, 1961.	274	330	368
Travanj, 1961.	324	401	436
Svibanj, 1961.	378	490	517
% povećanja		30	37

I pored u svijetu već odavno poznate koristi od upotrebe CO₂, kod nas još uvijek nema interesa za ovaj vid gnojidbe, iako klimatske prilike nude ogromne mogućnosti.

LITERATURA

- Baker, K. F. (1957):** The U. C. System for producing healthy container-grown plants. Univ. Calif., Calif. Agr. Exptl. Sta Man. 23.
- Berkel, van N., Uffelen, van J. A. M. (1975):** CO₂ nutrition of spring cucumbers in the Netherlands. Acta Horticulturae 51, Naaldwijk.
- Berstein, L., Fireman, M., Reeve, R. C. (1955):** Control of salinity in the Imperial Valley, California. USDA Agricultural Research Service.
- Bernstein, L. (1964):** Salt tolerance of plants. USDA Agr. Inf. Bulletin 283.
- Bierhuizen, J. F. (1969):** Wather quality and yield depression. Tehnical Bulletin 61, Wageningen.
- Boertje, G. A., Bik, R. A. (1975):** Potting substrates in the Netherlands. Acta Horticulturae 50, Naaldwijk.
- Goldsberry, K. L. (1961):** The effects of carbon dioxide on carnation growth. Colo. State. Univ., Ft. Collins.
- Hanan, J. J., Holley, W. D., Goldsberry, K. L. (1978):** Greenhouse management. Springer—Verlag, Berlin—Heidelberg—New York.

9. **Hanić, E. (1972):** Utjecaj različitih tipova i doza treseta i stajnjaka na agrohemijske osobine zemljišta i proizvodnji karanfila u stakleniku. IV Kongres JDPZ, Sarajevo.
10. **Lawrence, W. J. C., Newell, J. (1952):** Seed and Potting Composts. London: Allen and Unwin.
11. **Lucas, R. E., Knezek, B. D. (1972):** Climatic and soil conditions promoting micronutrient deficiencies in plants. Soil Sci. Soc. Amer.
12. **Messemeackers van de Graff, R. M. (1971):** Soil salinity. Lecture notes, Wageningen.
13. **Mihalić, V., Butorac, A., Tomić, F. (1978):** Agrobiotopi mediteranskog područja i optimalizacija stanišnih uvjeta za vrtlarstvo. Zagreb—Split.
14. **Pavlek, P. i sur. (1975):** Opće povrćarstvo. Poljoprivredni fakultet Zagreb.
15. **Roorda van Eysinga, J. P. N. L. (1961):** Mineral fertilization, yield and quality of vegetables. International Potash Institute, Berne.
16. **Rosanow, M. (1969):** Soil fertility and fertilizers. Syllabus of Lectures, Wageningen.
17. **Sonneveld, C., Beusekom, van J. (1974):** The effect of saline irrigation water on some vegetables under glass. Acta Horticulturae 35, Naaldwijk.
18. **Tešić, Ž. i sur. (1960):** Kvalitet naših treseta kao organskih đubriva. Agrohemija broj 5, Beograd.
19. **Tomaš, I., Tomić, F. (1977):** Rješavanje problema vodnog i solnog režima pri intenzivnom uzgoju kultura u staklenicima. Vodoprivreda 45 — 46, Beograd.
20. **Tomaš, I., Kasum, D. (1979):** Utjecaj kvaliteta supstrata na prinos povrćarsko-cvjećarskih kultura u stakleniku. Savjetovanje »Uređenje površina s gledišta hidromelioracija i agromelioracija«, Zadar.
21. **Volden, S. (1978):** Fysiske forhold i ulike voksmidia. Scientific Report of the agr. univ. of Norway. Rep. No. 72.
22. **White, J. W. (1974):** Criteria for selection of growing media for greenhouse crops. Florists. Rev. 155.
23. . . . Annual Report 1971/72, 1973/74, 1975. Glasshouse crops research and experimental station, Naaldwijk.
24. . . . Guide to liming and manuring glasshouse soils and composts. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Agricultural Development and Advisory Service, 1972.
25. . . . U S Salinity Laboratory: Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Handbook, 60, 1954.