

C. Sonneveld en ir. J. van den Ende, Proefstation voor de groente- en fruitteelt onder glas te Naaldwijk

Bijmesten via de regenleiding met behulp van de concentratiemeter

In de glastuinbouw valt een toenemende belangstelling waar te nemen voor het met behulp van de concentratiemeter toedienen van mestoplossingen via de regenleiding. De gunstige resultaten die daarmee kunnen worden verkregen en de steeds dringender wordende noodzaak om tot automatisering van de bedrijven over te gaan, hebben al veel telers tot de aankoop van een concentratiemeter doen besluiten. De sterk toegenomen vraag naar deze apparatuur heeft, via een snelle ontwikkeling in de fabricage de verkoopprijs ervan in een voor de telers gunstige zin beïnvloed, zodanig dat de apparatuur nu ook binnen het bereik van de kleinere bedrijven is komen te liggen.

Systeem

In figuur 1 is het meest gebruikte systeem voor de inrichting van de installatie schematisch weergegeven. De kunstmest wordt opgelost in de voorraadbakken. Bij het aanzuigen van water zal de pomp na het openen van de regelkraan, ook kunstmestoplossing mee gaan zuigen; uiteraard alleen uit die voorraadbak waarvan de afsluiter is geopend. Naarmate de regelkraan verder wordt geopend, zal er meer kunstmestoplossing worden meegezogen. Er zijn zowel met de hand te bedienen als elektrische regelkranen. De eerste moet met de hand worden ingesteld en bij het verlopen van de concentratie worden bijgesteld. De elektrische kraan wordt bij het verlopen van de concentratie door de concentratiemeter zelf bijgesteld. Het automatische systeem is duurder maar vraagt minder toezicht van de teler dan het handbediende. Bij het automatische systeem is het noodzakelijk dat een

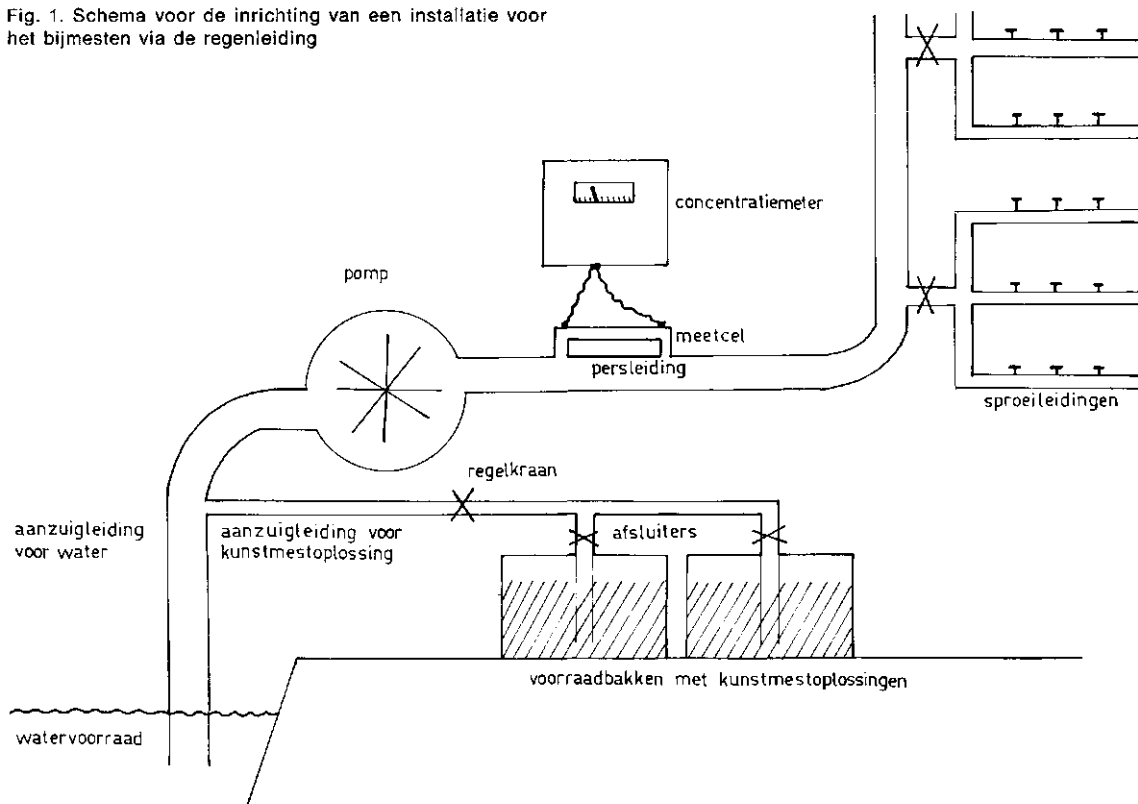
beveiliging op de installatie aanwezig is, zodat het systeem bij storingen van de apparatuur buiten werking wordt gesteld om te voorkomen dat een te hoog geconcentreerde mestoplossing op het gewas wordt gespreid.

Concentratiemeter. De concentratie van de gedoseerde hoeveelheid voedingszouten wordt bepaald door meting van de elektrische weerstand van het water met de daarin opgeloste zouten. De weerstand wordt kleiner, naarmate de concentratie aan voedingszouten toeneemt. Op de apparatuur wordt de concentratie weergegeven in atmosferen osmotische druk. Om nauwkeurig te kunnen meten moet de concentratiemeter zijn voorzien van een correctiemogelijkheid voor de temperatuur van het gietwater. Omdat het verband tussen het elektrische geleidingsvermogen en de osmotische druk niet voor alle zouten gelijk is [1] moet de apparatuur voorts zijn aangepast aan de verschillende voedingszouten.

De meetapparatuur moet dicht bij de regelkraan worden opgesteld, zodat bij het instellen van de concentratie de aanwijzingen van de meter gemakkelijk gevolgd kunnen worden. De concentratiemeter moet liefst niet in een vochtige omgeving worden geplaatst, want inwerking van vocht verkort de levensduur ervan en kan gemakkelijk leiden tot storingen.

Voorraadbakken. Afhankelijk van de aard van het bedrijf moeten voor het oplossen van de meststoffen twee of meer voorraadbakken aanwezig zijn, zodat verschillende mestoplossingen in voorraad kunnen worden gehouden. De voorraadbakken worden vervaardigd van plastic, eterniet, ijzer of beton. Eterniet

Fig. 1. Schema voor de inrichting van een installatie voor het bijmesten via de regenleiding



heeft het nadeel dat het breekbaar is en ijzer en beton dat ze door de hooggeconcentreerde mestoplossingen worden aangetast. De aantasting van laatstgenoemde materialen kan worden beperkt door de binnenzijde van de bak te behandelen met een daarvoor geschikt middel. De behandeling moet gewoonlijk jaarlijks worden herhaald.

De grootte van de bakken dient te zijn aangepast aan de oppervlakte die wordt beregend. Als norm zou kunnen worden aangehouden dat de bak zo groot moet zijn dat hij tijdens de beregening niet hoeft te worden bijgevuld. Een capaciteit van 150 liter per 1000 m² glasoppervlakte is doorgaans voldoende.

De hoeveelheid kunstmest die in oplossing kan gaan, is voor elke mestsoort verschillend. Bij niet te lage watertemperatuur kan van de gebruikelijke meststoffen minstens 15 kg per 100 liter water worden opgelost.

Meststoffen

Meststoffen die worden gebruikt voor het bijmesten via de regenleiding moeten goed oplosbaar zijn in water en mogen bij beregening over het gewas geen zichtbaar residu op het blad achterlaten. Onoplosbare bestanddelen, zoals kalkmergel en gips, mogen dus

niet in de meststoffen aanwezig zijn. Zelfs de zuiverste kunstmeststoffen bevatten echter wel een geringe hoeveelheid onoplosbare delen. Dit is op zichzelf niet zo ernstig, mits dit residu zodanig van samenstelling is dat het in de bak bezinkt. Het zal dan geen verontreiniging geven op het gewas.

De meststoffen dienen samengesteld te zijn uit dissociërende verbindingen – zoals de meeste kunstmeststoffen – omdat alleen deze door de concentratiemeter kunnen worden gemeten. Goed oplosbare verbindingen die in water niet dissociëren, kunnen met behulp van de concentratiemeter echter toch worden gedoseerd mits ze worden gemengd met een dissociërende draagstof. De concentratie van deze verbindingen wordt dan geregeld met behulp van de concentratie van de draagstof, die in een bepaalde verhouding met de te doseren verbinding is gemengd. Op deze wijze kunnen bij voorbeeld bestrijdingsmiddelen worden toegevoegd aan het sproeiwater.

Enkelvoudige meststoffen. Een aantal enkelvoudige meststoffen die in de tuinbouw in gebruik zijn, kunnen niet worden toegepast bij het bemesten via de regenleiding. Zo bevatten kalkammonsalpeter en superfosfaat respectievelijk kalkmergel en gips als nevenbestanddeel en kunnen daarom niet worden gebruikt. Zelfs dubbel-superfosfaat dat meestal slechts enkele procenten gips bevat, geeft neerslag op het blad. Patentkali wordt in water zeer hard en lost daarna vrijwel niet meer op.

De enkelvoudige meststoffen die wel geschikt zijn voor het bemesten via de regenleiding, zijn vermeld in

Tabel 1. Meststoffen die kunnen worden gebruikt voor bemesting via de regenleiding.

Meststof	Chemische samenstelling
Zwavelzure ammoniak	$(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$
Natronsalpeter	NaNO_3
Kalksalpeter	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Kalisalpeter	KNO_3
Zwavelzure kali	$\text{K}_2 \text{SO}_4$
Bitterzout	$\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$

tabel 1. Zoals blijkt, is er geen fosfaatmeststof aanwezig die aan de gestelde eisen voldoet. Oriënterende proeven met mono-ammoniumfosfaat gaven gunstige resultaten. Deze meststof wordt in Nederland echter niet in de handel gebracht. Als de berekening onder het gewas door wordt uitgevoerd, kan wel van dubbelsuperfosfaat gebruik worden gemaakt.

Mengmeststoffen. Vrijwel alle mengmeststoffen, zoals 12-10-18 en 9-10-23, zijn ongeschikt voor het bemesten via de regenleiding, omdat ze te veel onoplosbaar residu bevatten. Bovendien zijn deze meststoffen gekorrelt en de harde korrels laten zich moeilijk in water oplossen. De kunstmestindustrie heeft hierom voor het bemesten via de regenleiding een aantal mengmeststoffen samengesteld, die snel en vrijwel volledig in water oplossen. De A.S.F.-fabrieken brengen deze meststoffen in de handel onder de naam 'Kristallijn' en Delta-Chemie onder de naam 'Delta Spray'. In tabel 2 is een overzicht gegeven van de soorten die verkrijgbaar zijn.

Tabel 2. Mengmeststoffen, speciaal vervaardigd voor bemesting via de regenleiding.

Stikstof-kali-verhouding	Delta Chemie $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O-MgO}$	A.S.F. $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O-MgO}$
1 : 2	10-5-20-6	10-5-20-6
1 : 1	15-5-15-6	
1 : 1	20-5-20-0	18-6-18-0

Bladverbranding. Bij het beregenen van kunstmestoplossingen over het gewas kan bladverbranding optreden, als een te hoge concentratie wordt gebruikt. Bij het optreden van bladverbranding spelen de klimatologische omstandigheden en de gevoeligheid van het gewas een belangrijke rol. Een niet afgehard gewas is doorgaans gevoelig voor verbranding. Vooral tijdens een donkere winterperiode zal een dergelijk gewas ontstaan. Planten die nog niet eerder zijn beregend met een mestoplossing, zijn gevoeliger dan die welke reeds verschillende keren zijn behandeld. De eerste keer dat een gewas met een mestoplossing

wordt berekend, moet daarom met een lage concentratie worden gewerkt. Gewassen die door sterke transpiratie tijdelijk zijn verwelkt, kan men beter niet met een mestoplossing beregenen.

De toelaatbare hoeveelheid die zonder gevaar voor bladverbranding kan worden gedoseerd, is voor elke meststof verschillend. De hieronder vermelde concentraties zijn afgestemd op een normaal afgehard gewas.

Stikstofmeststoffen die de stikstof in ammoniumvorm bevatten, zoals zwavelzure ammoniak, kunnen bij beregening over het gewas heen reeds in een concentratie van 1 atm. verbranding geven. Bij voorkeur wordt van deze meststoffen geen grotere hoeveelheid gedoseerd dan overeenkomt met $\frac{1}{2}$ atm. Indien de stikstof als nitraat aanwezig is, zoals in kalisalpeter en kalksalpeter, is een concentratie van 1 atm. toelaatbaar. Kali- en magnesiummeststoffen geven minder snel bladverbranding dan stikstofmeststoffen en kunnen zo nodig tot een concentratie van $1\frac{1}{2}$ à 2 atm. toegediend worden. De toelaatbare concentratie van de diverse mengmeststoffen hangt vooral af van de hoeveelheid en de vorm van de stikstof die de meststof bevat. De stikstofrijke mengsels moeten bij voorkeur niet in een hogere concentratie worden gedoseerd dan $\frac{3}{4}$ atm. De stikstofarme mengsels kunnen gebruikt worden in concentraties tot $1\frac{1}{2}$ atm. Indien echter regelmatig wordt bijgemest, is het doorgaans niet nodig hoge concentraties te gebruiken.

Bijmesten

Tijdens de teelt wordt door opname van het gewas en uitspoeling tengevolge van het gieten de grond armer aan voedingsstoffen. Door bijmesten kan de voedingsstoestand op peil worden gehouden. Het bijmesten is vooral noodzakelijk bij gewassen die veel voedingsstoffen aan de grond onttrekken en veel worden gegoten.

Voedingsstoffen. De verhouding waarin de voedingsstoffen bij het bijmesten worden toegediend, wordt

vastgesteld aan de hand van onder meer de voedingsstoestand van de grond, de mate waarin de elementen aan uitspoeling onderhevig zijn en de aard en de stand van het gewas.

Een goed inzicht in de voedingsstoestand van de grond kan alleen worden verkregen door chemisch grondonderzoek. Het is daarom gewenst de grond regelmatig te laten onderzoeken.

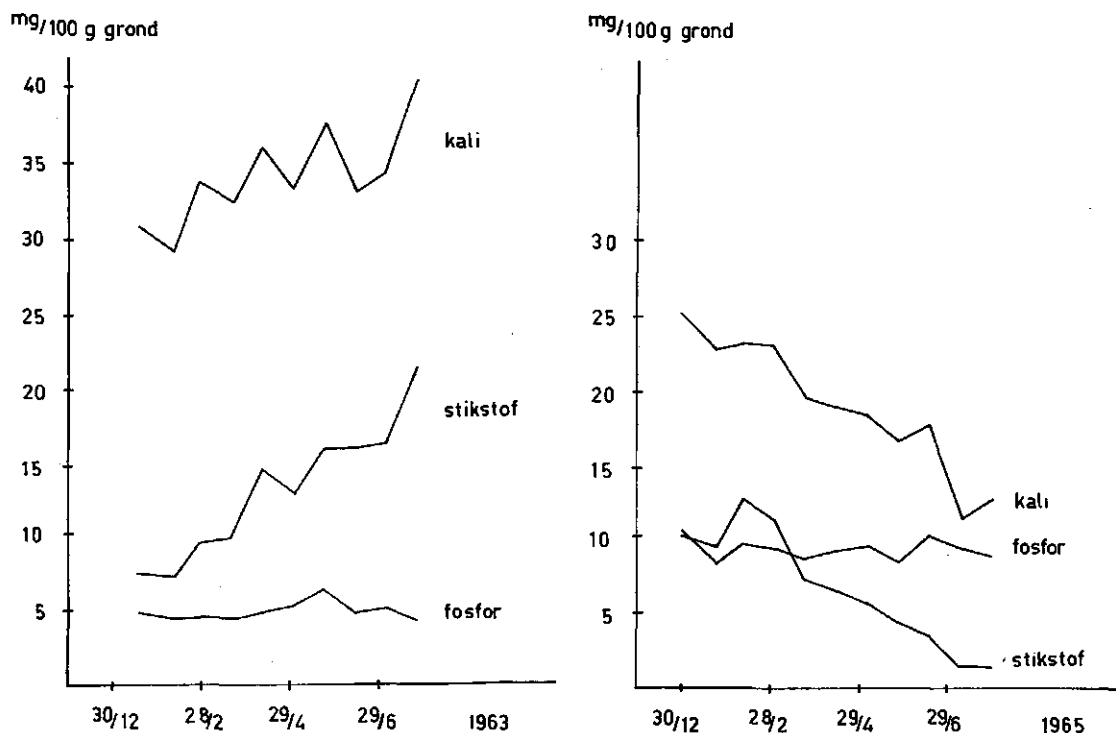
Door uitspoeling kan vooral veel stikstof verloren gaan. Op gronden met een beperkt adsorptiecomplex, zoals zand- en lichte zavelgronden, kunnen naast het stikstofgehalte ook het kali- en het magnesiumgehalte snel dalen. Op zwaardere gronden zijn kali en magnesium minder aan uitspoeling onderhevig, doordat ze sterker aan het adsorptiecomplex zijn gebonden. Fosfor spoelt maar weinig uit; het is in de grond grotendeels vastgelegd in verbindingen die in water weinig oplosbaar zijn.

In figuur 2 is het verloop van de hoeveelheid in water oplosbare stikstof, fosfor en kali op een opdrachtige duinzandgrond tijdens een tomatenteelt weergegeven. Het fosforcijfer blijkt vrijwel constant te zijn. Het verloop van het stikstof- en het kaligehalte wordt grotendeels bepaald door de watergift. Bij de geringe watergift in 1963 lopen door het bijmesten en de opstijging vanuit de ondergrond het stikstof- en het kaligehalte regelmatig op. Het oplopen van het stikstofgehalte kan voor een deel ook door stikstofmineralisatie zijn veroorzaakt. Bij de grotere watergift in 1965 dalen, ondanks de veel hogere mestgift, het stikstof- en het kaligehalte regelmatig.

Gewassen die veel droge stof produceren, zoals tomaat en komkommer, kunnen grote hoeveelheden voedingsstoffen aan de grond onttrekken. Bij een hoge opbrengst kunnen wel 4 kg stikstof (N) en 8 kg kali (K_2O) per are worden opgenomen. Fosfor (P_2O_5) en magnesium (MgO) worden dan in een hoeveelheid van 1 à 3 kg aan de grond onttrokken [2, 3]. Bij een gewas dat slechts weinig droge stof produceert, zoals sla, is de opname van voedingsstoffen geringer.

Tomaten worden in de beginperiode veelal bijgemest met een mengmeststof met een stikstof- kaliverhou-

Fig. 2. Het verloop van de hoeveelheid in water oplosbare stikstof, fosfor en kali (Naaldwijkse methodiek van onderzoek) op een duinzandgrond tijdens een stooktomatenteelt. Bijgemest per are in 1963: 3,4 kg N en 3,1 kg K₂O. In 1965: 5,8 kg N, 2,9 kg P₂O₅ en 11,6 kg K₂O. Watergift in 1963 105 mm en in 1965 361 mm



ding van 1 : 2. Later, als er flink wordt gegoten, is het gewenst een stikstofrijker mengsel te gebruiken, bij voorbeeld N : K₂O = 1 : 1. Op bedrijven waar magne-

Tabel 3. Het percentage blad met magnesiumchlorose bij tomaten die via berekening verschillende voedingsoplossingen kregen toegediend.

Voedingsoplossing N : K ₂ O : MgO	% Chlorotisch blad	
	1964	1965
1 : 1 : 0	30	15
1 : 2 : 0	32	17
1 : 2 : 1	18	3

siumgebrek in het gewas valt te verwachten, verdienen magnesium bevattende mestmengsels de voorkeur. Hiermede kan de magnesiumchlorose grotendeels worden voorkomen. Dit is onder meer gebleken uit de resultaten van een proef, waarin verschillende stikstof- kali- magnesiumverhoudingen werden vergeleken (tabel 3). De chlorose werd door het gebruik van het magnesium bevattend mengsel sterk verminderd. Vooral wanneer veel gegoten wordt, treedt gemakkelijk magnesiumgebrek op en is het toedienen van magnesium gewenst.

Bij de komkommerteelt is in de beginperiode de kali-

toestand van de grond vaak hoog en wel als gevolg van de grote hoeveelheid organische mest die gewoonlijk wordt toegediend. Aanvankelijk wordt daarom bij deze teelt vaak alleen wat stikstof bijgemest. Als door het gieten en de opname door het gewas de kalitoestand van de grond is gedaald, kan op een mengmeststof met een stikstof-kaliverhouding van 1 : 1 worden overgegaan.

Sla wordt doorgaans niet bijgemest. In uitzonderingsgevallen, als door veel gieten de stikstoftoestand van de grond teveel is gedaald, kan wat nitraatstikstof worden gegeven.

Concentratie. Evenals de onderlinge verhouding wordt ook de concentratie van de voedingsstoffen vastgesteld aan de hand van verschillende factoren, zoals het voedingsniveau van de grond, de uitspoeling en de ontwikkeling van het gewas.

Als de voedingstoestand van de grond hoog is, zal het meestal niet gewenst zijn bij te mesten, maar zal er naar moeten worden gestreefd om door ruim water te geven de voedingstoestand te verlagen. Bij een normale voedingstoestand moet regelmatig een lage concentratie aan voedingszouten worden gedoseerd – bij voorbeeld $\frac{1}{4}$ tot $\frac{1}{2}$ atm. – teneinde de verliezen in de grond door uitspoeling en opname door het gewas te compenseren. Voor het op peil brengen van een laag voedingsniveau moet $\frac{1}{2}$ – 1 atm. aan voedingszouten worden toegediend.

Bij de traditionele methode van bijmesten wordt de hoeveelheid meststof uitgedrukt in een gewichtshoeveelheid per oppervlakte-eenheid. In afwijking hiervan wordt met het bijmesten via de regenleiding de hoeveelheid meststof uitgedrukt als concentratie van het toegediende water. Bij deze methode wordt meer mest gegeven, naarmate de watergift groter is. De optredende verliezen door uitspoeling bij een grote watergift worden hierdoor min of meer automatisch gecompenseerd. Dit kan worden gedemonstreerd met de resultaten van een factorenproef, waarin drie voedingsoplossingen in drie concentraties werden vergeleken. Bovendien waren twee watergiften in de proef opge-

Tabel 4. De hoeveelheid in water oplosbare stikstof en kali, gevonden bij grondonderzoek (Naaldwijkse methodiek) na berekening met voedingsoplossingen bij verschillende watergiften: normale watergift (1) en anderhalf maal zo grote watergift (2).

	N			K ₂ O		
	Watergift 1	2	Gem.	Watergift 1	2	Gem.
1964	11,5	10,4	11,0	25,3	25,7	25,5
1965	12,0	11,2	11,6	27,5	27,2	27,4

nomen: een normale watergift en een anderhalf maal zo grote.

Bij het grondonderzoek bleek bij de grotere watergift – en dus evenredig grotere mestgift – het kaligehalte gemiddeld ongeveer gelijk te zijn aan het kaligehalte bij de normale watergift. Het stikstofgehalte was bij de grotere watergift zelfs iets lager (tabel 4).

Bij tomaten wordt voor het verkrijgen van een hard gewas in de beginperiode wel berekend met een concentratie van 1 atm. aan voedingszouten. Vooral op percelen waar een sterke groei wordt verwacht, kan mede door een flinke voorraadbemesting en door tijdig bijmesten in voldoende hoge concentratie de ontwikkeling van het gewas in de hand worden gehouden. De hoge concentratie mag echter niet te lang worden gehandhaafd. Door het continu doseren van hoge concentraties kan de produktie namelijk ongunstig worden beïnvloed (zie tabel 5). De concentratie moet tijdig worden teruggebracht tot $\frac{1}{2}$ à $\frac{1}{4}$ atm. Voor het verkrijgen van een goede kwaliteit van de vruch-

Tabel 5. De opbrengst van tomaten in kg per plant bij verschillende concentraties aan voedingsstoffen in het sproeiwater.

1964		1965	
Concentratie	Kg	Concentratie	Kg
0,5 atm.	5,0	0,4 atm.	5,1
1,0 atm.	5,0	0,7 atm.	5,0
1,5 atm.	4,5	1,1 atm.	4,5
Gem.	4,8	Gem.	4,9

ten – ook aan de hogere trossen – is het evenwel gewenst regelmatig bij te blijven mesten.

Indien bij komkommers in de beginperiode alleen stikstof wordt gegeven, zal het doorgaans niet nodig zijn hogere concentraties te gebruiken dan $\frac{1}{4}$ atm. In later stadium, als een mengmeststof wordt gebruikt, wordt eveneens een concentratie van ongeveer $\frac{1}{4}$ atm. aangehouden.

Bij sla dient de concentratie laag te zijn, gezien de grote gevoeligheid van dit gewas voor verbranding. De concentratie mag niet meer dan $\frac{1}{2}$ atm. zijn. Als het nodig is een hogere concentratie te gebruiken, dan moet het gewas met water worden nagespoeld.

Osmotische druk

In het voorgaande is de concentratie van het sproeiwater uitgedrukt in atmosferen osmotische druk. De gewichtshoeveelheid die per volume water moet worden opgelost voor het verkrijgen van een bepaalde osmotische druk, is voor elk zout verschillend en kan op eenvoudige wijze worden berekend [1]. In tabel 6 is voor de meest gebruikte kunstmeststoffen weergegeven, hoeveel gram in 100 liter zuiver water moet worden opgelost om een oplossing van 1 atm. te verkrijgen.

Tabel 6. De hoeveelheid meststof die in 100 liter water moet worden opgelost om een osmotische druk van 1 atm. te verkrijgen.

Meststof	Aantal grammen
Zwavelzure ammoniak	196
Natrionsalpeter	190
Kalksalpeter	271
Kalisalpeter	225
Zwavelzure kali	259
Bitterzout	549
18-6-18	213*
10-5-20-6 (A.S.F.)	332*
20-5-20	207*
15-5-15-6	246*
10-5-20-6 (Delta Chemie)	267*

* volgens opgave fabrikant

Samenvatting

De concentratiemeter is in de glastuinbouw een vrij algemeen gebruikt hulpmiddel voor het bijmesten via de regenleiding. De meststoffen die worden gebruikt, moeten goed oplosbaar zijn in water en mogen geen zichtbaar residu op het gewas achterlaten. De concentratie moet bij berekening over het gewas heen zodanig laag worden gekozen, dat geen bladverbranding optreedt. De keuze van de meststof en de concentratie, waarin deze aan het sproeiwater wordt toegediend, worden vastgesteld aan de hand van onder meer de voedingstoestand van de grond, de mate waarin de voedingselementen aan uitspoeling onderhevig zijn en de stand van het gewas. Indien regelmatig wordt bijgemest, worden meestal concentraties tussen $\frac{1}{4}$ en $\frac{1}{2}$ atm. gebruikt.

Literatuur

1. Sonneveld, C., P. Koornneef en J. van den Ende: *De osmotische druk en het elektrische geleidingsvermogen van enkele zoutoplossingen*. Meded. Dir. Tuinb. 29 (1966), blz. 471–474.
2. Spithost, L.S.: *De onttrekking aan de grond van minerale voedingsstoffen door de tomaat*. Jaarverslag Proefstation voor de Groente- en Fruitteelt onder Glas te Naaldwijk 1959, blz. 29–31.
3. Roorda van Eysinga, J. P. N. L. en J. N. M. van Haeff: *Onttrekking van voedingselementen aan de grond door komkommer*. Jaarverslag Proefstation voor de Groente- en Fruitteelt onder Glas te Naaldwijk 1964, blz. 35–38.

Summary

Additional manuring via sprinkling pipes with the aid of the concentration meter – C. Sonneveld and J. v. den Ende, Experimental Station for fruit and vegetable growing under glass in Naaldwijk.

In Dutch horticulture under glass the concentration meter is a rather generally used apparatus for additional manuring via sprinkling pipes.

The fertilizers used must be easily soluble in water and not leave any visible residues on the crop.

When sprinkling, the concentration strength must be so low that no leaf burning sets in.

The choice of the fertilizers and the strength of the concentration in which they are added to the spray water depend on the nutritive condition of the soil, the extent to which nutritive elements are subject to leaching, and on the state of the crop.