

2b

Bib

ibliotheek
efstation
aldwijk

A
2
5
74

pap/ms/csanalyse
PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS NAALDWIJK

BIBLIOTHEEK
PROEFSTATION VOOR TUINBOUW
ONDER GLAS TE NAALDWIJK

De bruikbaarheid van plantesapanalyse bij gewasonderzoek

C. Sonneveld

pap/ms/csanalyse
PROEFSTATION VOOR TUINBOUW ONDER GLAS NAALDWIJK

De bruikbaarheid van plantesapanalyse bij gewasonderzoek

C. Sonneveld

Intern Verslag nr. 24

mei 1987

2232000

Inhoud	Bladzijde
Doel	3
Proefopzet	3
Teeltverloop	3/4
Resultaten	4
Verwerking van de resultaten	4
Aanhangsel	7
Conclusies	7
Bijlagen	8 t/m 14

Doel

Uit eigen onderzoek en ook uit andere onderzoekingen was gebleken dat het mogelijk beter zou zijn gewasanalyseresultaten uit te drukken op het plantesap dan op de droge stof. Met name voor een element als kali ligt dit zeer voor de hand, omdat planten neiging vertonen een min of meer constant kaligehalte te handhaven in het plantesap. Terwijl ook bekend is dat vrijwel alle kali in de plant ook in het plantesap is opgelost. Indien droge-stofgehalten van planten verschillen blijkt het gehalte uitgedrukt op de droge stof relatie te vertonen met het niveau van het droge-stofgehalte. Deze samenhang lijkt niet logisch. Vandaar dat een onderzoek is gestart naar de wijze van uitdrukken van gewasanalyseresultaten. In de eerste plaats is daarbij het element kali in studie genomen. Om echter ook informatie te verkrijgen over andere elementen is ook gekozen voor calcium. Dit element heeft een duidelijk ander gedrag in de plant, omdat het voor een belangrijk deel niet in het plantesap is opgelost.

Proefopzet

Teneinde gewasmateriaal te verkrijgen met uiteenlopende gehalten aan kali en calcium bij verschillende gehalten aan droge stof, zijn tomatenplanten in watercultures geteeld in verschillende perioden van het jaar.

De gehalten aan kali en calcium in de gebruikte voedingsoplossing liepen uiteen als volgt:

Behandeling	K	Ca
1	1	6,5
2	3	5,5
3	7	3,5
4	11	1,5
5	13,5	0,25

Verder was de voedingsoplossingen als volgt samengesteld NO_3^- -11.5, P -1.5, SO_4^{2-} -1.75, Mg -1.0, NH_4^+ -0.5 mmol.l^{-1} en Fe -35, Mn -20, B -20, Cu 0.5 en Mo 0.5 $\mu\text{mol.l}^{-1}$.

Zink was doorgaans voldoende aanwezig in het water dat werd gebruikt. Het Ca -niveau van 0,25 mmol.l^{-1} was gemiddeld ook in het water aanwezig. De perioden waarin de gewassen werden geteeld waren als volgt:

Teelt	Teeltperiode
1	december-februari 1983
2	oktober-november 1983
3	april-mei 1984
4	mei-juni 1985

Teeltverloop

De tomatenplanten werden geteeld in containers met 15 l voedingsoplossing. De oplossingen werden intensief belucht met borrelaars. De voedingsoplossing werd regelmatig aangevuld, waarbij de EC op een waarde van 1,5 werd gehouden en de pH tussen 5 en 6.

De meststoffen die werden gebruikt voor het samenstellen van de voedingsoplossing zijn vermeld in bijlage 1. Per teelt werden per behandeling 5 of 6 planten geteeld.

Bij de bloei van de vijfde tros werden de planten afgesneden, gewogen

en bemonsterd. Tevens werd van de voedingsoplossing in de containers een monster genomen.

Bij de gewasbemonstering werden de koppen en de bladeren tussen de tweede en de vierde tros verzameld. De bladeren werden verdeeld in bladstelen en bladschijven. De kop had een lengte van ongeveer 10 cm. Bladeren en bladstelen werden onderzocht door middel van droge-stof ontsluiting en door middel van perssap analyse. De koppen werden alleen onderzocht door perssap analyse. De gehalten aan kali en calcium werden bepaald. In blad en bladstelen werd ook het droge-stofgehalte vastgesteld.

Resultaten

Voedingsoplossing

De samenstelling van de voedingsoplossingen aan het einde van de teelt is opgenomen in bijlage 2. De verschillen die tussen de teelten optreden kunnen voor een deel worden verklaard uit het feit of een voedingsoplossing kort te voren al of niet was bijgesteld. Dit verklaard bijvoorbeeld ook het feit dat de EC- en pH-waarden niet op peil zijn. De gegevens geven aanleiding tot de volgende opmerkingen:

K en Ca zijn in overeenstemming met de behandelingen.

Na is laag bij laag K en Mg bij laag Ca.

NO₃ is lager bij toenemend K en Cl vaak bij toenemend Ca.

Het P-gehalte van behandeling 1 in teelt 2 zal foutief zijn bepaald.

Gewasonderzoek

De gehalten aan K en Ca van de gewasmonsters zijn opgenomen in de bijlagen 3 en 4 voor blad en bladstelen. Voor wat betreft het onderzoek van de koppen zijn de resultaten in bijlage 5 opgenomen.

Versgewichten en droge stof

De plantgewichten en de gehalten aan droge stof van blad en bladsteel zijn opgenomen in bijlage 6.

Gebreksverschijnselen

De volgende gebreksverschijnselen hebben zich voorgedaan:

Teelt 1: K-gebrek bij behandelingen 1 en 2.

Teelt 2: K-gebrek bij behandeling 1 en Ca gebrek in kop bij behandeling 5.

Teelt 3: Als teelt 2.

Teelt 4: Als teelt 2. Bij de behandelingen 4 en 5 veel neusrotte vruchten.

Verwerking van de resultaten

Bij verwerking van de resultaten zijn allereerst de hoeveelheden K en Ca vergeleken die uit het plantmateriaal werden geëxtraheerd met de beide gewasanalysemethoden die werden toegepast. Hiertoe werden de quotiënten Kpd/Kd en Ca pd/Ca d vergeleken. In de tabellen 1 en 2 is een overzicht gegeven.

Tabel 1: Quotiënten voor hoeveelheden K geëxtraheerd uit plantesap K pd en via ontsluiting van droge stof K d.

Quotiënt K pd/K d.

Behan- deling	Blad					Bladsteel				
	Proef					Proef				
	1	2	3	4	M	1	2	3	4	M
1	112	107	118	94	108	64	107	111	88	92
2	96	107	104	93	100	87	110	96	88	95
3	91	98	103	89	95	79	100	102	87	92
4	84	102	104	88	94	77	98	101	83	90
5	88	98	94	80	90	85	99	94	76	88
M	94	102	105	89	97	78	103	101	84	92

Tabel 2: Quotiënten voor hoeveelheden Ca geëxtraheerd uit plantesap Ca-pd en via ontsluiting van droge stof Ca-d.

Quotiënt Ca-pd/Ca-d.

Behan- deling	Blad					Bladsteel				
	Proef					Proef				
	1	2	3	4	M	1	2	3	4	M
1	56	59	50	43	52	41	61	46	32	45
2	53	57	51	44	51	52	58	46	27	46
3	46	54	45	42	47	43	54	44	15	39
4	39	45	39	29	38	22	39	17	9	22
5	27	12	13	4	14	6	6	2	1	4
M	44	45	40	32	40	33	44	31	17	31

Uit de resultaten blijkt, dat kali min of meer volledig is opgelost in het plantesap, maar dat dit bij calcium niet het geval is. Bij hoge gehalten is het ongeveer voor 50% in het plantesap aanwezig. Bij lage gehalten maar voor een gering percentage.

Naast de verhoudingen tussen de geëxtraheerde hoeveelheden zijn ook regressie-vergelijkingen berekend tussen de uitkomsten van verschillende onderzoekmethoden. In tabel 3 is een overzicht gegeven van de resultaten van deze berekeningen.

Tabel 3: Overzicht regressievergelijkingen berekend tussen verschillende analyseresultaten van de bepalingen.

Plantedeel	Regressievergelijking	Correlatie-coëfficiënt
blad	$K_p = 0.088 K_d + 27$	0.941
steel	$K_p = 0.059 K_d + 23$	0.862
blad	$K_p = 0.107 K_d + 5.51$ DM-55	0.969
steel	$K_p = 0.074 K_d + 10.96$ DM-87	0.912
blad	$K_{pd} = 0.923 K_d + 33$	0.980
steel	$K_{pd} = 0.913 K_d + 7$	0.966
blad+steel	$K_{pd} = 0.903 K_d + 39$	0.977
blad	$Ca_p = 0.078 Ca_d - 10.4$	0.905
steel	$Ca_p = 0.046 Ca_d - 8.0$	0.941
blad	$Ca_p = 0.072 Ca_d + 3.2$ DM-44	0.957
steel	$Ca_p = 0.046 Ca_d + 0.9$ DM-15	0.949
blad	$Ca_{pd} = 0.557 Ca_d - 62$	0.966
steel	$Ca_{pd} = 0.573 Ca_d - 96$	0.924
blad + steel	$Ca_{pd} = 0.572 Ca_d - 83$	0.944

Naast de berekeningen voor de regressievergelijkingen voor de functies vermeld in tabel 3 zijn berekeningen met polynomen en logaritmische functies uitgevoerd. Dit bracht doorgaans geen verhoging van de correlatiecoëfficiënten met zich.

Uit tabel 3 blijkt dat voor kali duidelijk de hoogste correlatiecoëfficiënten worden gevonden als het droge-stofgehalte als vermenigvuldigingsfactor (Kpd) wordt gebruikt. Voor calcium kan dit niet worden gezegd. Bij interpretatie van kaligehalten in het gewas moet dus duidelijk het vochtgehalte verrekend worden. Bij calcium moet dit zeker nog nader worden gezien.

Voorts zijn regressievergelijkingen berekend tussen analyseresultaten van bladeren en bladstelen. In tabel 4 is een overzicht gegeven van de resultaten.

Tabel 4. Overzicht van de regressievergelijkingen berekend voor analyseresultaten tussen blad en bladsteel.

Bepaling	Regressievergelijking	Correlatie-coëfficiënt
Kp	st = 1.152 bl - 4.0 bl = 0.829 st + 8.4	0.977
Kd	st = 1.629 bl + 212 bl = 0.513 st + 52	0.914
K pd	st = 1.685 bl + 78 bl = 0.527 st + 64	0.942
Ca p	st = 0.488 bl - 2.3 bl = 1.596 st + 12.4	0.883
Ca d	st = 0.848 bl - 2.4 bl = 0.888 st + 156	0.868
Ca pd	st = 0.898 bl - 48 bl = 0.812 st + 119	0.854

Uit de resultaten blijkt, dat alleen voor kali in het plantesap een zeer hoge correlatie is gevonden tussen blad en bladsteel. Voor het uitdrukken van kali op de droge stof is de correlatie belangrijk lager. Voor calcium zijn alle correlatie coëfficiënten vrij laag.

Bij de berekeningen is ook onderzoek gedaan naar verschillen tussen teelten. Hiertoe is de spreiding berekend tussen de teelten bij een optimale kali- en calciumvoorziening. De gehalten in het gewas bij behandeling 3 zijn daartoe genomen. In tabel 5 zijn de waarden en de resultaten van de berekeningen opgenomen.

Tabel 5. Optimale K- en Ca-gehalten in de verschillende teelten en de standaarddeviatie en de variatiecoëfficiënt daarvan.

Kali blad		bladsteel	
Kd	Kp	Kd	Kp
959	104	2374	130
1376	122	2387	128
934	119	1617	139
836	121	1369	128
M 1026	116	1937	131
s 239	8.4	422	5.3
vc 23	7.2	27	4.0

Calcium blad		bladsteel	
Cad	Cap	Cad	Cap
1053	57	825	25
718	35	721	21
926	52	674	25
669	46	628	10
M 841	48	712	20
s 180	10	84	7
vc 21	20	12	35

Voor kali is het duidelijk dat met persvocht een beter constante waarde over de seizoenen wordt verkregen. Dit blijkt uit de lagere variatiecoëfficiënt. Voor calcium kan deze uitspraak niet worden gedaan. Weliswaar wordt voor calcium een lage standaarddeviatie gevonden, maar de variatiecoëfficiënt is voor het plantesap tenminste even hoog als voor de bepaling in de droge stof.

Aanhangsel

In de laatste proef zijn in het plantesap ook Na en Mg bepaald, omdat deze elementen in de voedingsoplossing (bijlage 2) zo'n duidelijk verloop vertoonden met de behandelingen. In bijlage 7 zijn de resultaten opgenomen. Natrium toont niet veel verloop met de behandelingen. De gehalten zijn overal laag. Mogelijk zijn de verschillen nog beperkt tot de wortel. Deze is echter niet bemonsterd. Hoog calcium (laag kali) geeft ophoping van magnesium in de bladsteel en daardoor waarschijnlijk een lager gehalte in het blad.

Conclusies

- Interpretatie van het kaligehalte van tomatplanten uitgedrukt op het droge-stofgehalte is afhankelijk van het gehalte aan droge stof. Uitgedrukt op het plantesap is het kaligehalte niet afhankelijk van het droge-stofgehalte van de plant.
- Voor wat calcium betreft kan niet een dergelijke nauwe samenhang met het droge-stofgehalte worden aangetoond. Een duidelijke uitspraak over bepalingswijze en de manier van uitdrukken is dan ook niet mogelijk. Om voor een dergelijk element tot een uitspraak te komen moet nader onderzoek worden gedaan.
- Het onderzoek heeft wel aangetoond dat plantesap analyse perspectieven biedt. De eenvoudige extractie van het plantemateriaal is een groot voordeel bij toepassingen als "quicktests".

Bijlage 1

Voedingsoplossingen

Per 10 liter 200 x geconcentreerd.

Behandeling	in g				
	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5
Ca (H ₂ PO ₄) ₂ ·2 H ₂ O	378	-	-	-	-
K H ₂ PO ₄ Monokaliumfosfaat	-	408	408	408	408
K NO ₃ kalisalpeter	-	102	910	1718	2324
Ca (NO ₃) ₂ kalksalpeter	2080	1990	1268	544	-

Oplossing B

MgSO ₄ 7 H ₂ O bitterzout	492 g
K ₂ SO ₄	174 g
(NH ₄) ₂ SO ₄ zwavelzure amm.	67 g
FeLo 13%	30.1 g
MnSO ₄	6.8 g
Borax	3.8 g
CuSO ₄	0.25 g
Na-Molybdaat	0.25 g

Bijlage 2

Voedingsoplossing bij einde van teelt

Beh,	NH ₄	K	Na	Ca	Mg	NO ₃	Cl	SO ₄	HCO ₃	P	EC	pH
<u>Teelt 1</u>												
1	0.0	0.4	0.9	5.9	0.9	6.2	1.0	2.0	1.2	0.3	1.4	6.6
2	0.1	0.2	1.5	3.6	0.7	2.0	0.6	1.8	1.7	0.2	0.9	6.9
3	0.1	1.3	2.1	1.2	0.6	0.3	0.5	1.6	1.3	0.4	0.7	7.2
4	0.2	5.0	2.2	0.3	0.3	0.2	1.1	1.9	0.9	0.6	0.9	7.4
5	0.1	3.2	2.0	0.2	0.1	0.2	0.4	1.6	1.1	0.3	0.7	7.4
<u>Teelt 2</u>												
1	0.1	0.2	0.7	7.7	1.4	12.1	0.9	2.2	0.4	(0.0)	1.9	6.3
2	0.1	0.7	0.9	5.4	1.3	9.0	0.2	2.0	0.1	1.1	1.6	6.0
3	0.1	5.8	1.1	3.2	1.0	9.4	0.5	1.7	0.2	1.2	1.8	6.5
4	0.1	10.6	1.3	1.3	0.8	8.7	1.1	2.1	0.2	1.2	2.0	6.8
5	0.1	12.2	1.5	0.6	0.4	6.0	1.3	2.3	0.6	1.2	2.0	7.3
<u>Teelt 3</u>												
1	0.1	0.3	1.0	8.4	1.4	13.3	0.4	3.0	0.1	1.0	1.9	6.5
2	0.1	0.8	1.7	7.9	1.3	13.6	0.2	3.1	0.1	1.5	1.9	6.2
3	0.1	5.5	1.9	3.6	0.8	9.5	0.7	3.0	0.1	1.3	1.8	6.2
4	0.1	12.4	2.3	1.4	0.5	8.5	1.5	3.7	0.2	1.3	2.0	6.9
5	0.1	13.2	2.2	0.7	0.3	5.8	2.0	4.0	0.7	1.9	2.0	7.3
<u>Teelt 4</u>												
1	0.1	0.1	0.9	11.6	1.7	18.7	0.3	3.7	0.1	1.3	2.7	6.3
2	0.1	1.7	1.3	11.2	1.9	20.6	0.1	3.6	0.1	2.4	2.9	5.9
3	0.1	12.6	2.0	6.3	1.6	20.3	0.9	3.6	0.1	2.5	3.4	5.9
4	0.1	14.9	2.5	1.7	0.5	11.7	1.8	3.3	0.1	1.8	2.7	6.5
5	0.1	20.4	2.7	0.9	0.5	13.3	2.4	4.0	0.3	2.4	3.2	6.7

Bijlage 3

Behan- deling	Blad			Bladsteel		
	1e proef			1e proef		
	Kd	Kp	Kpd	Kd	Kp	Kpd
1	169	33.4	189	432	31.6	275
2	466	65.4	446	1280	80.0	1114
3	959	104.0	877	2374	130.0	1870
4	986	128.0	827	2619	157.0	2024
5	1326	148.0	1162	3014	176.0	2574
	2e proef			2e proef		
1	642	71	684	1004	60	1072
2	1371	131	1467	2282	132	2508
3	1376	122	1348	2387	128	2382
4	1430	132	1458	2684	141	2624
5	1649	152	1615	3128	180	3093
	3e proef			3e proef		
1	234	39	276	400	45	444
2	775	99	809	1341	112	1288
3	934	119	963	1617	139	1643
4	1176	145	1223	1989	170	2009
5	1725	189	1628	2685	232	2530
	4e proef			4e proef		
1	202	40.6	189	453	46.2	398
2	689	99.7	639	1128	107.6	990
3	836	121.3	745	1369	127.7	1189
4	1136	156.2	1001	1841	158.0	1523
5	1608	182.3	1288	2298	189.9	1748

Kd - K-gehalte in droge stof bepaald ($\text{mmol} \cdot \text{kg}^{-1}$)
 Kp - K-gehalte in perssap bepaald ($\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$)
 Kpd - K-gehalte perssap uitgedrukt op droge stof.

Bijlage 4

Behan- deling	Blad			Bladsteel		
	1e proef Cad	Cap	Capd	1e proef Cad	Cap	Capd
1	831	82.3	466	977	46.0	401
2	949	73.8	503	924	34.8	485
3	1053	57.2	482	825	24.7	355
4	556	33.2	215	374	6.3	81
5	497	17.3	136	262	1.1	16
	2e proef			2e proef		
1	570	34.88	336	834	28.58	511
2	586	30.04	336	670	20.54	390
3	718	35.26	390	721	20.72	386
4	597	24.53	271	444	9.28	173
5	126	1.37	15	70	0.21	4
	3e proef			3e proef		
1	982	70	495	758	35	345
2	983	61	499	798	32	368
3	926	52	421	674	25	296
4	543	25	211	351	5.0	59
5	101	1.5	13	123	0.2	2
	4e proef			4e proef		
1	727	68.0	316	606	22.2	191
2	877	60.4	387	559	16.6	153
3	669	46.2	284	628	10.2	95
4	389	17.7	113	212	2.0	19
5	117	0.7	5	91	0.1	1

Cad, Cap en Capd - zie bijlage 3

Bijlage 5

Kop tomatplanten

Behandeling	K(p)	Ca(p)
	<u>1e proef</u>	
1	56	20.9
2	78	16.4
3	116	7.6
4	130	0.4
5	147	0.1
	<u>2e proef</u>	
1	70	3.9
2	108	3.7
3	103	4.6
4	110	1.6
5	117	0.2
	<u>3e proef</u>	
1	83	6.6
2	100	4.2
3	105	5.4
4	122	0.9
5	114	0.3
	<u>4e proef</u>	
1	83	4.6
2	97	4.0
3	82	1.4
4	112	0.1
5	119	0.1

Bijlage 6

% droge stof		Versgewicht	
Behandeling		1e proef	1e proef
	blad	steel	%
1	15.0	10.3	56 240 g per plant
2	12.8	6.7	84 360
3	10.6	6.5	100 428
4	13.4	7.2	90 386
5	11.3	6.4	87 372
		2e proef	2e proef
1	9.4	5.3	79 389
2	8.2	5.0	97 485
3	8.3	5.1	100 502
4	8.3	5.1	108 543
5	8.6	5.5	98 492
		3e proef	3e proef
1	12.4	9.2	79 1265
2	10.9	8.0	103 1652
3	11.0	7.8	100 1600
4	10.6	7.8	100 1592
5	10.4	8.4	81 1290
		4e proef	4e proef
1	17.7	10.4	91 1006
2	13.5	9.8	109 1209
3	14.0	9.7	100 1109
4	13.5	9.4	106 1178
5	12.4	9.8	85 944

Bijlage 7

Na en Mg gehalten 4e proef

Plantesap

Behan- deling	Blad		Bladsteel		Kop	
	Na	Mg	Na	Mg	Na	Mg
1	3.8	18.4	3.0	19.6	1.6	6.2
2	2.6	17.0	1.6	16.8	1.4	7.3
3	3.2	18.6	2.1	15.7	1.3	7.5
4	3.8	23.7	2.2	14.9	1.8	9.5
5	5.8	24.1	3.2	9.6	2.4	10.2

De natriumgehalten in het plantesap vertonen geen duidelijke verschillen.

Magnesium in het blad neemt toe met toenemend kali; in de bladsteel is het juist andersom. De kop reageert als het blad.