

# Bemestingsadvies in de praktijk: substraatteelt

Wim Voogt WUR glastuinbouw

[wim.voogt@wur.nl](mailto:wim.voogt@wur.nl)  
[www.glastuinbouw.wur.nl](http://www.glastuinbouw.wur.nl)



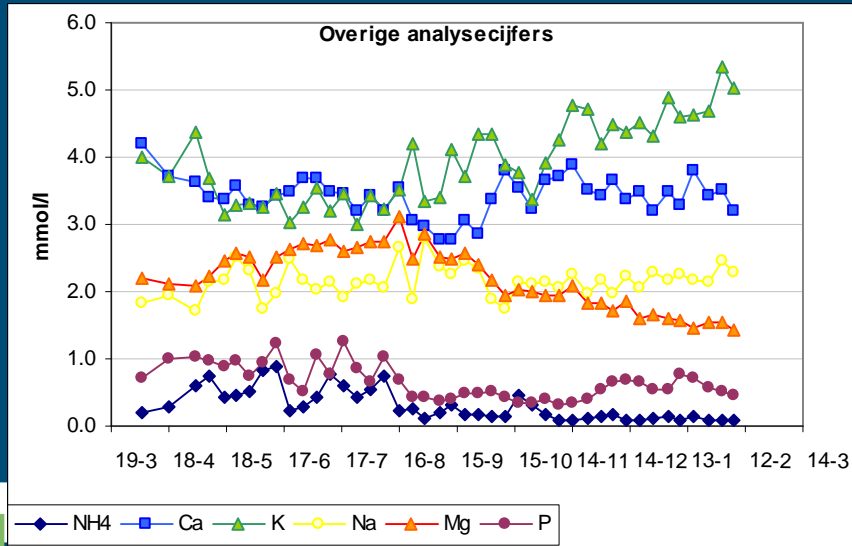
## Waarom

- Beperkt wortelvolumen
- Gewasgroei – ontwikkeling
- Opnameverschillen
- Doseringsverschillen
- pH veranderingen – beschikbaarheid
- Zekerheid



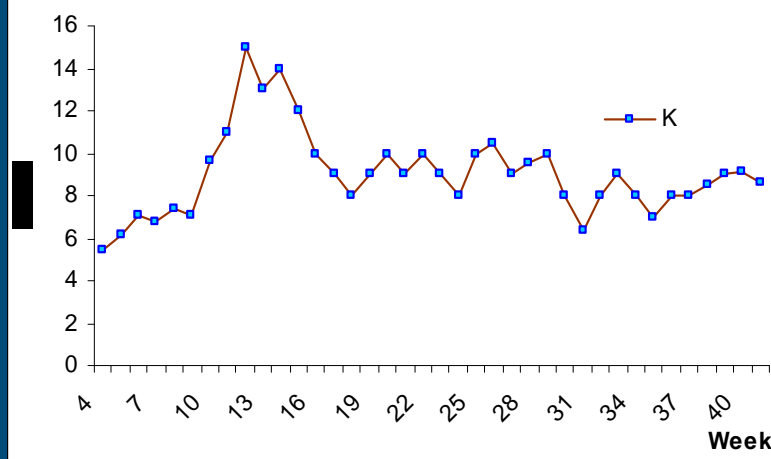
GREENHOUSE HORTICULTURE

## Voorbeeld



E

### K, uptake with tomato



## Voorbeeld roos

	Open system	Gesloten system	Streefwaarde wortelmilieu
EC	1.6	0.7	2
pH	5.5	5.5	5.5
NH <sub>4</sub>	1	0.8	0.1
K	4.5	2.2	5
Na	0	0	0
Ca	3.25	0.8	5
Mg	1.5	0.6	2.5
NO <sub>3</sub>	11.25	4.3	12.5
Cl	0	0	0
SO <sub>4</sub>	1.25	0.5	2.5
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1.25	0.5	0.9
Fe	25	15	25
Mn	5	5	3
Zn	3.5	3	3.5
B	20	20	20
Cu	0.75	0.5	1

## Aanpassingen standaard

	Verzadiging mat	start teelt	Vegetatief
EC			
pH			
NH <sub>4</sub>	0.5 -		0.25 +
K	0.5 -	0.5 -	0.5 +
Na			
Ca	0.35+	0.2+	0.5 -
Mg	0.15+		
NO <sub>3</sub>	0.5 -		
Cl			
SO <sub>4</sub>	0.35 +		
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.2 -		
Fe		15 +	
Mn			
Zn			
B	7 -		
Cu			

## Beoordeleing analyseresultaten

### 1. per element

		K	
		grenswaarden	
		laag	hoog
1			< 4.0
2		4.0	4.9
3		5.0	9.0
4		9.1	10.0
5			> 10.0

		aanpassing
1		2.0 +
2		1.0 +
3		0
4		1.0 -
5		2.0 -

## Beoordelign analyseresulaten

### 2. Overige parameters

K / Ca ratio	K	Ca
< 1.5	0.25 +	0.125-
1.5	0	0
> 1.5	0.5 -	0.25+

		pH		
NH4	HCO3	5.5-6	6-6.5	6.5-7.5
< 0.5	< 0.5			6
	0.5-1.0		6	7
	> 1.0	6	7	8
0.5-1.0	< 0.5			6
	0.5-1.0			6
	> 1.0		6	7

class	NH4
6	0.4
7	0.6
8	0.8

Standaardvoedingsoplossing													EC = 0.7	
NH <sub>4</sub>	K	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo		
0.8	2.2	0.8	0.6	4.3	0.5	0.5	15	5	3	20	0.5	0.5		

Streefcijfers op basis van EC(c) = 2.0												
NH <sub>4</sub>	K	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	P	pH	Fe	Mn	Zn	B	Cu
< 0.5	5.0	5.0	2.5	12.5	2.5	0.9	5.2	25.0	3.0	3.5	20	1.0

Waardering gecorrigeerd op EC(c)										
Element		NH <sub>4</sub> <sup>*</sup>	K	Na <sup>*</sup>	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	Cl <sup>*</sup>	SO <sub>4</sub>	P
laag	<		4.0		4.0	1.5	8.0		1.5	0.60
hoog	>	0.5	7.0	6.0	7.5	4.0	16.0	8.0	4.0	1.20
Buiten A.V.W.	<		3.0		2.0	0.75	5.0		1.0	0.25
" "	>	2.0	11.0	10.0	10.0	6.0	20.0	10.0	8.0	2.75

WAGENINGEN UNIVERSITY  
WAGENINGENUR

Waardering niet gecorrigeerd op EC(c)									
		HCO <sub>3</sub>	EC	pH	Fe	Mn	Zn	B	Cu
laag	<		1.5	5.0**	20.0	1.0	3.0	5	0.5
hoog	>	1.0	3.0	6.5	35.0	4.0	5.0	25	3.0
Buiten A.V.W.	<		1.0	6.0***	10.0		1.0	3	
" "	>	2.0	4.0	7.0	65.0	10.0	20.0	60	6.0

\* Geen correctie EC(c) \*\* HCO<sub>3</sub> < 0.5 \*\*\* HCO<sub>3</sub> > 0.5

WAGENINGEN UNIVERSITY  
WAGENINGENUR

GREENHOUSE HORTICULTURE

## Grenzen voor aanpassingen hoofdelementen bij EC(c)

	K	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	P
1	< 3.0	< 3.0		< 6.0		< 0.30
2	3.0-3.9	3.0-3.9	< 1.5	6.0-7.9	< 1.5	0.30-0.59
3	4.0-7.0	4.0-7.0	1.5-4.0	8.0-16.0	1.5-4.0	0.60-1.20
4	7.1-9.0	7.1-9.0	> 4.0	16.1-18.0	> 4.0	1.21-1.75
5	> 9.0	> 9.0		> 18.0		> 1.75

## Hoofdelementen in mmol/l

	K	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	P
1 +	1.25	0.75		2.25		0.25
2 +	0.625	0.375	0.2	1.125	0.25	0.125*
3	0	0	0	0	0	0
4 -	0.625	0.375	0.2	1.125	0.25	0.125
5 -	1.25	0.75		2.25		0.25

\* Als pH < 6.5 aanpassing is 0.25 mmol/l

## Grenzen voor aanpassingen sporelementen

	Fe	Mn	Zn	B	Cu
1	< 15.0		< 2.0	< 5	< 0.30
2	15.0-19.9	< 1.0	2.0-2.9	5-9	0.30-0.49
3	20.0-35.0	1.0-4.0	3.0-5.0	10-25	0.50-3.00
4	35.1-50.0	4.1-6.0	5.1-8.8	26-30	3.01-4.00
5	> 50.0	> 6.0	> 8.8	> 30	> 4.00

## Sporelementen in %

	Fe	Mn	Zn	B	Cu
50			50	50	50
25		25	25	25	25
0		0	0	0	0
25		25	25	25	25
50		50	50	50	50

Extra aanpassingen		Ammonium aanpassing	
Factor K/Ca	> 1.5	Combinatieklasse*	Extra $\text{NH}_4\text{NO}_3$
analyse-cijfer		pH/ $\text{NH}_4$ / $\text{HCO}_3$	mmol/l
K	Ca	6	0.4
4.0-7.0	4.0-7.0	7	0.6
Aanpassing		8	0.8
- 0.25 K			
+0.125Ca			

\* Voor combinatieklasse zie hoofdstuk 3

1. Zo mogelijk de pH van het druppelwater verhogen, echter niet boven 6.2. De ammoniumnitraat uit de voedingsoplossing weglaten (indien aanwezig; overgaan van vaste kalksalpeter naar vloeibare kalksalpeter). Eventueel afzonderlijk (zonder voedingsoplossing) kalibicarbonaat doseren (EC 1.0 mS/cm).

### Potgrond/veensubstraat


1: 1.5 volume extract roeren

1 deel grond

1.5 delen water

Filtratie

Filtraat : analyse


**WAGENINGEN UNIVERSITY**  
 WAGENINGENUR

GREENHOUSE HORTICULTURE

### Verdunning !!

#### Bodemvocht


1 deel grond

- Vaste delen (25 %)
- Vocht ( 45 %)
- Lucht ( 30.5 %)

$$\text{Verdunning} = \frac{0.45}{1.5 + 0.45} =$$

$$0.23$$

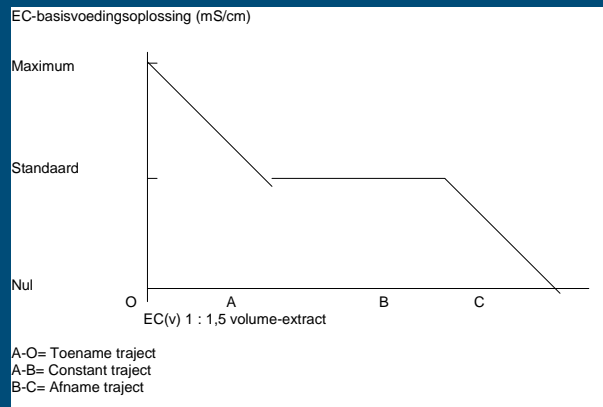
$$= 4.3$$


**WAGENINGEN UNIVERSITY**  
 WAGENINGENUR

GREENHOUSE HORTICULTURE



## EC advies



## gewasgroepen

- Teveel soorten
- Indeling naar groepen voedingsbehoefte
- Zoutgevoeligheid
- pH klasse

**Streefcijfers**

De streefcijfers voor de voedingselementen bij begin en tijdens de teelt in de vegetatieve fase zijn:

Klasse	K*	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	P*
1 X.X.	1.0	0.8	0.3	1.5	0.4	0.5
2 X.X.	1.2	1.0	0.3	2.5	0.6	0.5
3 X.X.	1.6	1.2	0.5	4.0	0.8	0.5
4 X.X.	2.4	1.4	0.6	6.0	1.0	0.5

**Zoutgevoeligheid**

Indeling naar zoutgevoeligheid op basis van Na, Cl en EC

klasse	zoutgevoeligheid	Na mmol/l extract (1 :1,5 volume extract)	Cl	EC mS/cm
X.1.X	gevoelig	<1.7	<1.7	<1.0
X.2.X	matig gevoelig	<2.5	<2.5	<1.4
X.3.X	weinig gevoelig	<3.5	<3.5	<1.8


**pH**


De indeling naar pH-water in het substraat is als volgt:

klasse	streefwaarde	grenswaarde waarboven NH <sub>4</sub> -aanpassing
X.X.1	< 4.6*	5.1
X.X.2	4.6 - 5.4	5.9
X.X.3	4.9 - 5.7	6.2
X.X.4	5.2 - 6.0	6.5
X.X.5	5.5 - 6.3	6.8

**3.1 KLASSE-INDELING**

Klasse	Gewas	Synoniem
1.1.1	Dionaea	
1.1.1	Drosera	
1.1.1	Sarracenia	
1.1.4	Asplenium	
1.3.5	Aporocactus	Cereus
1.3.5	Cereus	
2.1.4	Tillandsia	
2.1.4	Vuylstekeara	
2.1.4	Zelkova	
2.1.5	Saintpaulia	
2.2.3	Achimenes	
2.2.3	Aeschynanthus *	
2.2.3	Calceolaria (perkpl)	
2.2.3	Callistemon	
4.2.4	Sparmannia	
4.2.4	Zantedeschia	Calla
4.2.5	Capsicum *	
4.2.5	Hebe *	Veronica
4.3.4	Brugmansia	Datura
4.3.5	Pelargonium	
5.1.4	Vriesea	
5.2.4	Aechmea	

Gewasgroep : 3.X.X. vegetatief										
EC(c) = 0.67										
Basisvoedingsoplossing										
NH <sub>4</sub>	K	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>				
1.1	5.5	3.0	0.75	10.9	1.1	1.0				
Streefcijfers 1 : 1.5 volume-extract							Dosering	EC	EC(v)1:1.5 extr.	
NH <sub>4</sub>	K	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	P	Standaard	1.7	0.5<EC(v)<0.9	
<0.1	1.6	1.2	0.5	4.0	0.8	0.5	Maximum	2.5	0	
							Minimum	0	1.8	
Waardering gecorrigeerd op EC(c)										
Element	NH <sub>4</sub> *	K	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	P	EC*		
laag	<	1.3	0.8	0.3	3.2	0.5	0.4	0.5		
hoog	>	0.5	1.9	1.6	0.7	4.8	1.1	0.6		
buiten	<				1.0					
A.P.	>	1.0	3.2	2.8	1.4	8.0	2.4			
* Geen correctie op EC(c)										
 <b>WAGENINGEN UNIVERSITY</b> <small>WAGENINGENUR</small>				GREENHOUSE HORTICULTURE						

Grenzen voor aanpassing hoofdelementen (gecorrigeerd op EC(c))						
	K	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	P
1	< 0.9	< 0.3		< 2.3		< 0.25
2	0.9-1.2	0.3-0.7	< 0.3	2.3-3.1	< 0.5	0.25-0.39
3	1.3-1.9	0.8-1.6	0.3-0.7	3.2-4.8	0.5-1.1	0.40-0.60
4	2.0-2.3	1.7-2.1	0.8-1.0	4.9-5.7	1.2-1.5	0.61-0.75
5	> 2.3	> 2.1	> 1.0	> 5.7	> 1.5	> 0.75
Aanpassingen hoofdelementen in mmol/l						
	K	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	P
1 +	2.5	1.5		5.0		0.5
2 +	1.25	0.75	0.25	2.5	0.5	0.25
3	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4 -	1.25	0.75	0.25	2.5	0.25	0.25
5 -	2.5	1.5	0.5	5.0	0.5	0.5
 <b>WAGENINGEN UNIVERSITY</b> <small>WAGENINGENUR</small>				GREENHOUSE HORTICULTURE		

## Regels voor aanpassingen

- 1. Bepaal de afwijking van de standaard streefwaarde
- 2. Aanpassingen voor teeltstadium
- 3. Aanpassingen voor EC
- 4. Aanpassingen voor waterkwaliteit
- 5. Aanpassingen voor drainwater samenstelling
- 6. Evenredige vereffening van afwijking kationen en van anaionen afzonderlijk

## Voorbeeld

	Streefwaarde	Analysis	EC correction	Aanpassingsklasse	Aanpassing	Vereffening	Voed.	Nieuw
				cations	1.25	0.00	15.00	15.00
				anions	-0.50	0.00	15.00	15.00
EC	2	3.1	2.0				1.6	1.60
pH	5.5	6.2	6.2				5.5	5.50
NH4	0.1	0	0.0				1	1.00
K	5	6	3.9	1	1.25	0.63	4.5	5.13
Na	0	2.3	2.3				0	0.00
Ca	5	7	4.5			-0.21	3.25	3.04
Mg	2.5	3.2	2.1			-0.10	1.5	1.40
NO3	12.5	18	11.6			0.25	11.25	11.50
Cl	0	1.8	1.8				0	0.00
SO4	2.5	6	3.9	5	-0.25	-0.125	1.25	1.13
H2PO4	0.9	0.2	0.1				1.25	1.25
Fe	25	22	14.2	1	50%	12.5	25	50.00
Mn	3	1.4	1.4	2	25%		5	6.25

meststofrecept		datum	30-nov-00	
teler	opweek		A.	
watersoort	bronwater			
doseer EC	2.60			
aantal liters mestoplossing	1000			
	100 maal geconcentreerd			
<b>A bak</b>				
Kalksalpeter	vast	95	kg	
Ammoniumnitraat	vloeib	3	liters	
Ijzerehaat 7 %		2797	gram	
Kalisalpeter		18	kg	
Salpeterzuur		5	liters	
<b>B bak</b>				
Kalisalpeter		28.5	kg	
Bitterzout		40.6	kg	
Magnitra	vloeib	0.0	liters	
Kalisulfaat		39.2	kg	
Fosforzuur		17.6		
Salpeterzuur		15.2		
Monokalifosfaat		0.0		
Mangaansulfaat		25.4		
Zinksulfaat		11.5		
Borax		9.5	gram	
Kopersulfaat		1.9		
Natriummolybdaat		7.3		
Berekende voedingsoplossing	NH4	1.10	NO3	16.00
(met waterkwaliteit en schema-aanpassingen)	K	9.10	SO4	3.90
	Ca	4.40	P	1.50
	Mg	1.65		
	zuur	3.00		
Aanpassingen	NH4	-0.10	NO3	0.00
(t.o.v. standaard recept)	K	-0.40	SO4	-0.50
	Ca	-1.00	P	0.00
	MG	-0.75		

**Mest recept**

WAGENINGEN UNIVERSITEIT  
WAGENINGEN

CULTURE



## Van belang

- Bemonsteringsmethode
- Juiste informatie
  - water kwaliteit
  - Meststoffen (vast, vloeibaar, meng-)
  - teeltstadium
  - pH controle
- Aanpassingen op tijd
- Aanpassingen niet langer dan nodig

## Einde

© Wageningen UR

