

g. brouwer en m. van noordwijk

## het met zoutzuur vrijspoelen van wortels uit steenwol en het effect daarvan op het wortelgewicht

with a summary: separation of roots from rock wool  
by means of washing with HCl, and the effect thereof  
on root weight

instituut voor  
landbouwvruuchtbaarheid  
en-gr.

---

rapport 4-78

---



CODEN: IBBRAH (4-78) 1-11 (1978)

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID

RAPPORT 4-78

HET MET ZOUTZUUR VRIJSPOELEN VAN WORTELS UIT STEENWOL EN HET EFFECT  
DAARVAN OP HET WORTELGEWICHT

*With a summary*

*Separation of roots from rock wool by means of washing with HCl, and  
the effect thereof on root weight*

door

G. BROUWER EN M. VAN NOORDWIJK

1978

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Oosterweg 92, Haren (Gr.)

---

*Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 4-78 (1978) 11 pp.*

## INHOUD

1. Inleiding	3
2. Het effect van zuur op steenwol	4
3. Het effect van zuur op het wortelgewicht	6
3.1 Materiaal en methode	6
3.2 Resultaten	6
3.3 Discussie	8
4. Samenvatting	9
5. Summary	10
6. Literatuur	11

## 1. INLEIDING

Door het toenemend gebruik van steenwol als kunst-substraat in de tuinbouw, ontstaat voor het onderzoek behoefte aan een methode om de beworteling in dit substraat te bestuderen. Steenwol bestaat uit een onder hoge temperatuur tot draden verspoten mengsel van diabaas en kalksteen; deze draden zijn tot een luchtige mat samengeperst. Het direct vrijprepareren van wortels uit dit materiaal kost zeer veel tijd en is nauwelijks kwantitatief uit te voeren. Het was tot nu toe wel mogelijk om het worteldrooggewicht te schatten door het verassen van beworteld steenwol bij 700°C (van de steenwol blijft alle gewicht over, van de wortels het as-gehalte van ca. 5%), maar over de wortellengte en -dikte is zo geen uitspraak te doen.

Bij het gebruik van steenwol in een voedingsgoot-teelt had bij een per abuis te laag gestelde pH de steenwol alle structuur verloren en was een slappe massa geworden (mond.med. Verwer 1977). Dit bracht ons op het idee met een zuurbehandeling de steenwol zover uiteen te laten vallen, dat het vrijspoelen van de wortels mogelijk wordt. In het eerste deel van dit rapport is deze methode nader uitgewerkt en beschreven.

Nadat het aldus mogelijk bleek om met zoutzuur de wortels van de steenwol te scheiden, moest nagegaan worden welk effect deze behandeling heeft op de wortels. In deze proef zijn tegelijk een aantal andere behandelingen betrokken die wortels bij het onderzoek (soms) ondergaan, zoals spoelen en korte tijd in water bewaren, langere tijd bewaren in water met thymol en spoelen in alcohol (bij de saffranine-kleurmethode voor oppervlaktebepaling). Bij deze behandelingen is het eventuele verlies aan droge stof bekeken van wortels van tomateplanten in de vegetatieve en in de generatieve fase.

### *Verantwoording*

J. Floris was bij het ontwikkelen van de methode en bij de formulering van dit rapport behulpzaam.

## 2. HET EFFECT VAN ZUUR OP STEENWOL

Om wortels kwantitatief vrij te spoelen uit grond werden zeven gebruikt met een maaswijdte van 0,035 cm. De steenwol moest dus zover afgebroken worden dat het een dergelijke zeef kon passeren. Daarbij moesten zuursterkte en inwerkingstijd zo worden gekozen dat zo min mogelijk wortelbeschadiging optrad.

Voor een proefserie zijn 0,5 l blokken steenwol in 2 l zoutzuur weggezet met 0,6, 1,2 of 1,8 vol.% HCl, vanuit een uitgangsooplossing van 30%. De pH hiervan was aanvankelijk resp. 1,4, 1,3 en 1,2, maar liep bij de zwakste oplossing sterk op bij het inwerken op de steenwol (verbreken van Ca-bruggen??). Na een inwerkingstijd van 4, 16, 20 of 32 uur, bij tussentijds roeren, werd de steenwol gespoeld over vier boven elkaar geplaatste zeven (resp. 0,5, 0,3, 0,1 en 0,035 cm maaswijdte). Per monster werd 2 min. gespoeld met een roterende spoeler op de bovenste zeef en daarna  $\frac{1}{2}$  min. op iedere volgende zeef. Na het inwerken van het zuur bleven van de steenwol, naast de draderige massa, brokken gruis achter, die hard gebleven zijn (restanten van de bij verhitting gebruikte cokes?). Deze resten gruis zijn door decanteren te scheiden van de draden die op de zeef achterblijven. De op de verschillende zeven resterende steenwol werd droog gewogen en uitgedrukt als percentage van het uitgangsgewicht (per blok gewogen). De resultaten zijn samengevat in tabel I. Bij 0,6 en 1,2% HCl bleven nog brokstukken steenwol over, groter dan 0,5 cm. Met 1,8% HCl is een inwerkingstijd van 16 uur voldoende.

Met zwavelzuur is eenzelfde resultaat te behalen als met zoutzuur, maar wat prijs betreft verdient zoutzuur de voorkeur. Naderhand is als standaardmethode gekozen voor een zuursterkte van 1,8%, een inwerkingstijd van 20 uur en een volumeverhouding steenwol:zuur van 1:8 (was 1:4 bij deze proef). Bij deze ruimere verhouding "verslijmt" de steenwol nog verder. De monsters moeten tijdens de inwerking in een ruimte met afzuigmogelijkheid staan en degen die ermee werkt moet een masker dragen ter bescherming tegen de zure dampen.

TABEL I. Spoelresultaat bij verschillen in zuursterkte (als volumeprocent opgegeven) en inwerkingstijd, bij 2 l HCl per 0,5 l steenwol. De steenwolfracties zijn gegeven als percentage van het uitgangsdrooggewicht.

	Tijd (hr)/ <i>Time</i>	pH/ <i>pH</i>	Weggespoeld/ <i>Washed away</i>	Grove brokken (zeef 0,5 cm)/ <i>Large pieces</i>	Restfractie (zeef t/m 0,035 cm)/ <i>Rest fraction</i> draden/ <i>fibres</i> gruis/ <i>cinders</i>	
0,6% HCl	0	1,4	-	-	-	-
	4	1,6	79	12	6,1	3,9
	16	2,7	75	17	3,6	4,5
	20	3,2	81	14	1,5	3,2
	32	3,1	86	9	2,2	3,0
1,2% HCl	0	1,3	-	-	-	-
	4	1,4	91	5	2,5	3,7
	16	2,0	93	3	1,8	2,7
	20	2,3	94	3	0,6	2,8
	32	2,3	95	1	1,3	2,7
1,8% HCl	0	1,2	-	-	-	-
	4	1,4	94	0	2,1	3,8
	16	1,4	98	0	0,3	1,8
	20	1,5	98	0	1,0	1,7
	32	1,5	98	0	0,0	1,4

TABLE 1. Results of washing rock wool over four sieves, after treatment with acid of different concentrations for different periods of time (2 l HCl per 0.5 l rock wool). The dry weight of rock wool is given as a percentage of the original weight.

### 3.-HET EFFECT VAN ZUUR OP HET WORTELGEWICHT

#### 3.1 Materiaal en methode

Om na te gaan hoe groot het verlies aan wortelgewicht is bij het met zoutzuur vrijspoelen van wortels uit steenwol, is een aparte proef opgezet. Tomateplanten (c.v. Moneymaker) werden opgekweekt in 5 l emmers (3 planten per pot) met wekelijks ververste voedingsoplossing. Driemaal werden hier wortels afgeknipt voor behandeling, te weten bij jonge planten (voor de eerste bloei), 1 maand later (na de eerste bloei) en 2 maanden later (bij de eerste rijpe tomaten). De wortels werden verdeeld in gelijke porties van resp. ca. 6, ca. 10 en ca. 15 g vers gewicht bij de planten van de jonge, midden en oude groep. De vertakkingsgraad was voor de porties ongeveer gelijk (visuele schatting). Na centrifugeren gedurende 1 min. (huishoudcentrifuge met 2800 toeren per min., 30 seconden op toeren laten komen en 30 seconden uitdraaien) is per monster het versgewicht bepaald. De controle-monsters zijn direct hierna gedroogd, andere monsters hebben eerst één of meer andere behandelingen ondergaan. Alle behandelingen in de proef zijn in duplo of triplo uitgevoerd. De behandelingen waren:

W = 4 of 20 uur in water, bij kamertemperatuur

Z = 4 of 20 uur in zoutzuur van 1,2 of 1,8%, bij kamertemperatuur

A = 30 min. in alcohol (85%) (zoals bij de worteloppervlaktebepaling met saffranine wordt toegepast), bij kamertemperatuur

T = 3 maanden bewaren met thymol in de koelkast (ca. 10 g thymol/l) (zoals regelmatig gebeurt bij het wortelonderzoek)

en diverse combinaties: Z-T, T-A en Z-A.

Tussen de verschillende behandelingen door werden de wortels gespoeld (driemaal door schoon water gehaald en daarna voorzichtig op een zeefje onder de kraan afgespoeld), na de behandeling gedroogd en gewogen. De drogestofgehalten zijn uitgedrukt als percentage van de blanco (direct gedroogd).

#### 3.2 Resultaten

In figuur 1A en B zijn de resultaten weergegeven. De spreiding tussen herhalingen was nogal groot, zodat alleen de verschillen tussen de behandelingsgroepen (0 en 1), 2 en (3 t/m 11) statistisch betrouwbaar zijn. De inwerkingstijd lijkt iets belangrijker dan de sterkte van het zuur, maar de verschillen hier tussen zijn klein (en in deze proef niet betrouwbaar). Opvallend is wel dat de als controle in de proef betrokken behandeling van 20 uur in water (bij kamertemperatuur) al 15% verlies aan droge stof gaf. Uit fig. 1B blijkt dat de andere behandelingen die wortels in de loop van het onderzoek kunnen ondergaan tot dezelfde drogestofverliezen kunnen leiden. Daarbij moet opgemerkt worden dat ondanks de thymol bij de planten van de midden- en oude groep de bovenste wortels in de pot zwart werden (schimmel?) en wat bacterieaanslag in de potten ontstond, voorzover de wortels niet met zuur waren behandeld. Mogelijk zaten de wortels te dicht op elkaar in de pot (volume wortels:volume thymol was resp. 1:30, 1:18 en 1:12 voor jong, midden en oud; in de praktijk wordt bij 1:30 in het algemeen geen bacterie- of schimmelvorming gezien en bij dichtere opeenhoping gere-

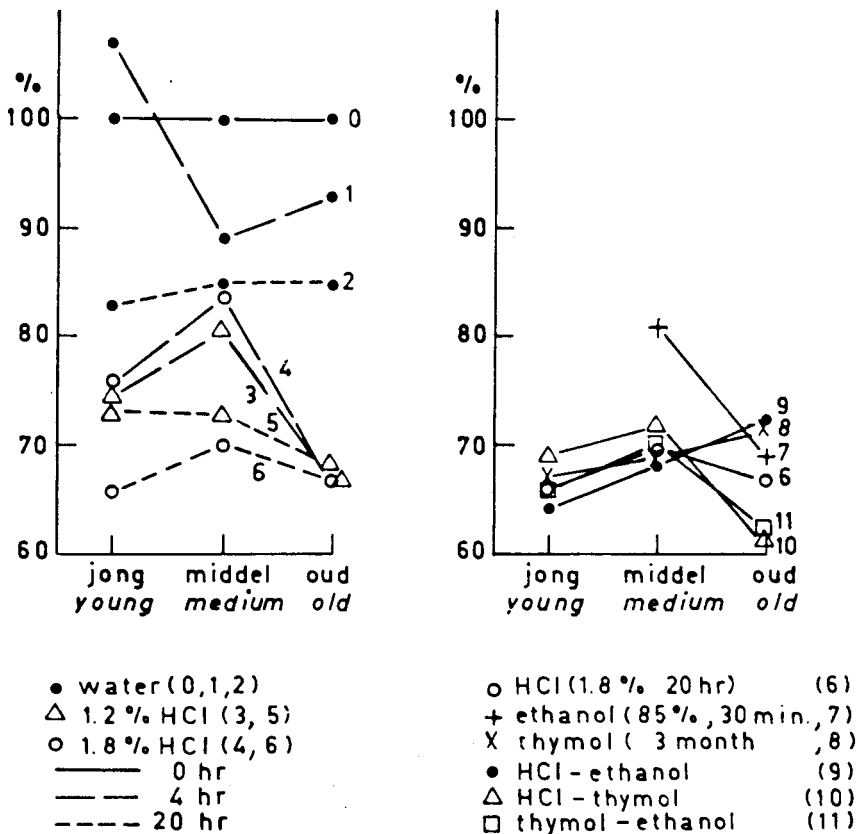


Fig.1. Het effect van diverse behandelingen op het drogestofgehalte van wortels, als percentage van het drogestofgehalte van direct gedroogde wortels (resp. 5,7, 7,1 en 9,5%, voor jonge, "middel" en oude planten). De verschillen tussen behandeling 0 en 1 en tussen 3 t/m 11 zijn statistisch niet significant, de overige wel.

Fig.1. *Effect of different treatments on dry-matter content of roots as a percentage of the control (dried immediately). Dry-matter contents of the control were 5.7, 7.1 and 9.5% for young, intermediate and old plants. The differences between treatment 0 and 1 and between 3 to 11 are not significant, the others are.*

geld), of was de afsluiting van de potten onvoldoende. Er zijn voorbeelden van wortels die jarenlang goed blijven in thymol, zelfs bij kamertemperatuur, mits luchtdicht afgesloten. In monsters met veel organische stof of veel dode wortels treden echter binnen enkele weken problemen op. In deze proef gaf de thymolbehandeling bij jonge planten (zonder aantasting) eenzelfde drogestofverlies als bij oudere planten (met aantasting).

De effecten van de behandelingen zijn niet additief. Na een zuurbehandeling geeft een alcoholbehandeling geen extra verlies meer. Opmerkelijk is dat de wortels van jonge en oudere planten eenzelfde procentueel verlies gaven, ondanks de sterk gestegen drogestofgehalten van de blanco (van 5,7 via 7,1 naar 9,5%). De wortels van de "oude" planten waren zelf grotendeels jong en verschilden qua uiterlijk niet veel van die van "jonge" planten. Maar de verschillen in drogestofgehalte geven aan dat het om andere wortels gaat.



### 3.3 Discussie

De resultaten wijzen erop dat een vast deel van de droge stof in de wortel gemakkelijk verloren gaat bij behandeling van de wortel (gelijk voor alle behandelingen). Onze proefopzet werd geïnspireerd door Knot en Mesker (1977) die aantoonde dat tarwewortels bij opkoken en bij behandeling met pyrofosfaat (zoals gebruikt bij het spoelen van kleimonsters) een vast deel van de droge stof kunnen verliezen (wel afhankelijk van de leeftijd: 50% bij jonge en 25% bij oude planten). Ook bij hun proef hadden opeenvolgende behandelingen geen additief effect. In voorlopige proeven, met minder materiaal dan bij de tomatenproef, werden bij Ricinus en bij tuinbonen verliezen van 30 à 40% droge stof gevonden bij zuurbehandeling, zonder veel effect van de inwerkingstijd.

Het verlies aan droge stof kan waarschijnlijk maar voor een klein deel worden toegeschreven aan het verlies van zijwortels of worteldelen (alleen de schors van oudere wortels laat wel eens los), maar moet vooral bestaan uit de celinhoud van overigens intacte wortels. Een verklaring zou kunnen zijn, dat bij het afsterven van de wortel de permeabiliteit toeneemt en de celinhoud weggespoeld kan worden. Het dan overblijvende structurele (celwand)materiaal is veel moeilijker aan te tasten, zodat een volgende of langduriger behandeling weinig extra effect heeft.

Opmerkelijk is dan dat bij deze tomaten bij jonge en volwassen planten dezelfde verliezen optraden bij grote verschillen in drogestofgehalte. Dit verschijnsel zou kunnen duiden op een procentueel gelijke hoeveelheid structureel materiaal, of toevallig kunnen ontstaan door tegen elkaar inwerkende factoren, zoals een groter verlies van oude schorcellen bij de oudere wortels en een hoger percentage structureel materiaal (celwandverdichtingen). Bij de tarweproef van Knot en Mesker varieerde het verlies wel sterk met de leeftijd en het drogestofgehalte van de wortels.

Voor de praktische toepassing van de zuurmethode is het erg gunstig dat de verliespercentages bij de verschillende behandelingen en leeftijden niet ver uiteenlopen. Enige voorzichtigheid is nog wel geboden: bij de zuurbehandeling van steenwol zouden stoffen vrij kunnen komen die nog tot extra verliezen leiden, naast de zuur-effecten. Erg waarschijnlijk is dit niet, maar het vraagt om aparte toetsing.

Het feit dat ook een periode van 20 uur in water bij kamertemperatuur al tot 15% verlies leidt, geeft wel te denken. Bij het spoelen van wortels uit grond of bij het verwerken van wortelstelsels van fysiologische proeven, kan gemakkelijk een dergelijke behandeling optreden. Dit kan tot aanzienlijke verschillen in wortelgewicht leiden als de behandeling niet voor alle wortels gelijk is en tot systematische fouten in de opgegeven wortelgewichten. Dit probleem lijkt tot nu toe niet onderkend te zijn. Het is te vroeg om t.a.v. de thymolbehandeling en de waterbehandeling (afhankelijk van de temperatuur?) definitieve conclusies te trekken, zeker waar het gaat om andere gewassen, maar de gegevens manen tot voorzichtigheid en geven reden voor vervolgprouwen.

#### 4. SAMENVATTING

(1) Het is mogelijk om wortels uit steenwol vrij te spoelen door de steenwol 20 uur in 1,8% HCl te zetten bij 8 volumedelen zoutzuur per volume steenwol.

(2) Bij een zuurbehandeling van tomatewortels trad een drogestofverlies op van 30%, onafhankelijk van de leeftijd van de plant.

(3) Hetzelfde drogestofverlies trad ook op bij behandeling met alcohol of bij bewaren in water met thymol, methoden die in het wortelonderzoek worden gebruikt. De effecten van deze behandelingen zijn niet additief.

(4) Ook bij bewaren van wortels in water gedurende 20 uur bij kamertemperatuur trad al 15% verlies aan drogestof op.

(5) Nader onderzoek is nodig ten aanzien van de verliezen bij het bewaren van wortels in thymol en bij het uit grond vrijspoelen van wortels,

## 5. SUMMARY

A method is described by which roots can be separated from rock wool by a treatment with 1.8% HCl for 20 hr (with a volume ratio of rock wool to acid of 1:8). In an experiment with tomato roots, such a treatment caused a 30% loss of dry matter, regardless of the dry-matter content (age) of the plants. Treatment of the roots with ethanol (for 30 min), as used in the saffranine method for determining root surface area, or storing of the roots in water with some thymol, may cause comparable losses. These effects are not additive. Even keeping the roots in water at room temperature for 20 hr can give a 15% loss of dry matter.

## 6. LITERATUUR

Knot, L. en Mesker, G., 1977. Invloed van het conserveren van wortels op het drooggewicht. Inst.Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 21-77.