

CODEN: IBBRAH (1-81) 1-18 (1981)

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID

RAPPORT 1-81

EEN SCHATTING VAN HET VERLIES AAN DROGESTOF EN VAN DE VERANDERING IN DIAMETER VAN WORTELS VAN ENGELS RAAIGRAS (*LOLIUM PERENNE*) DOOR BEMONSTEREN, BEWAREN EN SPOELEN

With a summary: An estimation of dry-matter loss and changes in the diameter of roots of perennial ryegrass (Lolium perenne) due to sampling, storage, and washing

door

J. FLORIS en A. DE JAGER

1981

Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Oosterweg 92, Postbus 30003, 9750 RA Haren (Gr.)

Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 1-81 (1981) 18 pp.

INHOUD

1. Inleiding	3
2. Materiaal en methode	4
3. Resultaten	7
4. Discussie	13
5. Samenvatting	16
6. Summary	17
7. Literatuur	18

1. INLEIDING

Bij het nemen van wortelmonsters in het veld en het opwerken daarvan in het laboratorium kunnen aanzienlijke drogestofverliezen optreden, vooral als de wortelmonsters enige tijd moeten worden bewaard. Zulke verliezen hebben een onderschatting van het te bepalen wortelgewicht tot gevolg. Van Noordwijk en Floris (1979) gebruikten wortels van tarwe, gekweekt op *voedingsoplossing*, om het verlies aan drogestof te schatten zoals dat optreedt na een bemonstering van wortels in *grond* zowel met de wortelboor als met de naaldenplank. Daarbij bleek dat bemonsteren, bewaren en spoelen elk een invloed hebben op de omvang van de verliezen, die in een jong stadium konden oplopen tot bijna 50%. Knot en Mesker (1977) vonden dat in jonge wortels van rogge ook een dergelijk drogestofverlies kan optreden als een combinatie van behandelingen wordt toegepast die elk afzonderlijk al een belangrijk drogestofverlies teweeg kunnen brengen (bv. koken). Het blijft onduidelijk in hoeverre drogestofverliezen van wortels afkomstig uit grond afwijken van die van wortels gegroeid in voedingsoplossing, die vaak een geringere diameter hebben en slechts zelden wortelharen.

Om na te gaan in hoeverre de drogestofverliezen afhangen van de plantesoort, is een vervolgs-experiment uitgevoerd met Engels raaigras. Het is van praktisch belang de omvang van de verliezen bij deze soort te kennen aangezien deze verreweg de belangrijkste component vormt van grasland, waaraan in het kader van bemestings- en beregeningsonderzoek regelmatig bewortelingsstudies worden verricht. Voorts is in aanvulling op de door Van Noordwijk en Floris (1979) toegepaste behandelingen tevens de invloed nagegaan van bewaren in diepgevroren toestand. Tenslotte zijn tevens bepalingen uitgevoerd van de worteldiameter vóór en na de behandeling. Dit is van belang omdat de berekening van het worteloppervlak wordt gebaseerd op de diameter van gespoelde wortels en omdat deze door de behandeling zou kunnen afwijken van de werkelijke diameter.

2. MATERIAAL EN METHODE

De gebruikte methoden komen overeen met die, beschreven door Van Noordwijk en Floris (1979). Zaden van Engels raaigras werden in zand gezaaid en na drie weken overgeplaatst op 5-liter emmers gevuld met voedingsoplossing, samengesteld volgens een gangbaar recept. Per pot werden negen plantjes geplaatst, verdeeld over drie gaten in het deksel en daarin vastgezet met schuimplastic. De kweek werd uitgevoerd in een kas gedurende de maanden mei t/m juli 1979. De voedingsoplossing werd regelmatig verversst.

Een totaal van 72 emmers werd verdeeld over drie oogsttijdstippen, 53, 68 en 89 dagen na het inzetten van de kweek. Bij de oogst werden de wortels losgesneden van de planten waarna de wortelmassa per drie planten verder als één monster werd gehanteerd. Het versgewicht werd bepaald door weging na 30 seconden centrifugeren tussen filtreerpapier, het drooggewicht door weging na 48 uur drogen bij 70 °C. het drogestofverlies bij een bepaalde behandeling is berekend als de procentuele afname in de verhouding drooggewicht - versgewicht van de behandeling ten opzichte van die van de controle waarvan de wortelmonsters *direct* worden gedroogd na bepaling van het versgewicht. De spreiding (\bar{S}) van het gemiddelde is berekend volgens

$$\frac{\bar{S}_{\bar{x}_c} - \bar{x}_i}{\bar{x}_c} = \frac{\bar{x}_c^2 \bar{S}_{\bar{x}_i}^2 + (\bar{x}_c + x_i)^2 \bar{S}_{\bar{x}_c}^2}{\bar{x}_c^4}$$

waarin \bar{x}_c en \bar{x}_i de gemiddelde drogestofgehalten zijn van de controle en van de behandeling en $\bar{S}_{\bar{x}_c}$ en $\bar{S}_{\bar{x}_i}$ hun respectievelijke spreiding.

In de verschillende behandelingen zijn op een aantal manieren een aantal van de volgende onderdelen gecombineerd: (1) monsternamen en transport naar het laboratorium, (2) bewaarmethode voorafgaande aan het spoelen, (3) behandelen met pyro-P (tetra-natrium-pyrofosfaat) vóór het spoelen, (4) spoelen, en (5) bewaren na spoelen, voorafgaande aan de metingen. De afzonderlijke stappen zijn uitgevoerd zoals beschreven door Schuurman en Goedewaagen (1971).

De diameterbepaling vond plaats aan deelmonsters, vóór en ná de behandeling, waarbij onderscheid gemaakt werd tussen jongere en oudere delen van het wortelstelsel.

Verdere details betreffende de methode van behandelen en ook het nabootsen van een naaldenplank-, resp. een boorbemonstering worden gegeven in tabel I.

TABEL I. Betekenis van de symbolen in tabel II.

TABLE I. Meaning of the symbols in table II.

onderdeel (<i>part</i>)	behandeling (<i>treatment</i>)	symbool (<i>symbol</i>)
monstername (<i>sampling</i>)	doorsnijden van naar schatting 1/3 van de hoofdassen (naaldenplankmethode) of van alle wortels elke 5 cm (boormethode) en 24 uur bewaren bij 20 °C in een vochtige atmosfeer (<i>cutting approximately 1/3 of the main axes (pinboard method) or cutting all the roots to 5-cm pieces (auger method) and storing for 24 hours at 20 °C in a moist environment</i>)	S
bewaarmethode vóór spoelen (<i>storage before washing</i>)	1 week bij 20 °C (1 week at 20 °C)	1
	2 weken bij 4 °C (2 weeks at 4 °C)	2
	drogen bij 20 °C en opweken in pyrofosfaat (<i>drying at 20 °C and rewetting in pyrophosphate</i>)	3
	onbepaalde tijd in een diepvriezer (<i>indeterminate period in a deep freezer</i>)	4
losmaken van klei- of harde zandlaagjes (<i>detachment of clay or compacted sand</i>)	infiltreren met pyrofosfaat onder vacuum (<i>vacuum-pretreatment with pyrophosphate</i>)	p
spoelen (<i>washing</i>)	schoonsoelen met stromend kraanwater gedurende 0,5 uur (boormonsters) of gedurende 3 uur (naaldenplankmonsters) (<i>washing with running tap water for 0.5 hours (auger method) or for 3 hours (pinboard method)</i>)	W
bewaren na spoelen (<i>storage after washing</i>)	1 dag in water bij 20 °C (1 day in water at 20 °C)	a
	3 dagen in stromend kraanwater (3 days in running tap water)	b
	2 weken in water van 20 °C plus thymol (2 weeks in water of 20 °C with thymol added)	c

3. RESULTATEN

Alle gegevens over drogestofverliezen zijn samengevat in tabel II, de verklaring van de daar gebruikte symbolen wordt gegeven in tabel I. Zowel in tabel II als in de tekst wordt een vergelijking gemaakt tussen de resultaten met Engels raaigras en die met tarwe, zoals verkregen door Van Noordwijk en Floris (1979). De gekozen combinaties weerspiegelen de in de praktijk toegepaste behandelingen en geven niet altijd de mogelijkheid om het effect van elke stap afzonderlijk goed te kunnen inschatten.

Hoewel bij de bespreking van de resultaten hoofdzakelijk aandacht zal worden besteed aan de over drie tijdstippen gemiddelde waarden (tabel II, laatste kolom), zijn ook de gegevens van de afzonderlijke tijdstippen gegeven. Omdat de spreiding van de gemiddelden per tijdstip en ook van het gemiddelde over de drie tijdstippen uniform was, is deze per kolom aangegeven onder de tabel.

Bij een onderzoek van de effecten van de verschillende variabelen in een variantieanalyse bleek de controlegroep significant af te wijken van de behandelingen ($P < 0,001$). Binnen de groep van behandelingen was er een significant effect van de behandeling met pyro-p en van bewaren (beide met $p < 0,01$) en van spoelen ($p < 0,05$). Omdat de naaldenplankmethode en de boormethode bij vergelijkbare behandelingen eenzelfde effect te zien gaven zijn beide hierbij als één groep behandeld.

Voor Engels raaigras blijken de verliezen na spoelen gemiddeld over drie tijdstippen te variëren van 12 tot 33% (bij tarwe van 17 tot 43%). In dit experiment lijkt het stadium weinig invloed te hebben op de grootte van de verliezen.

Voor het verlies tengevolge van de *monstername* zelf (verwonding) is geen onafhankelijke schatting te verkrijgen. Het feit, dat overeenkomstige behandelingen bij de twee bemonsteringsmethoden, die een verschillende mate van verwonding geven, geen systematische verschillen laten zien (vergelijk de behandelingen, SW, SpW en SWac bij de naaldenplankmethode en de boormethode) wijst er echter op dat het bemonsteringsverlies

TABEL II. Het gemiddelde drogestofverlies per tijdstip van wortels van Engels raaigras in procenten ten opzichte van de controle, voor de naaldenplank- en de boormethode, in afhankelijkheid van de behandeling. In de laatste kolom is het gemiddelde over 3 tijdstippen bij Engels raaigras vergeleken met dat bij tarwe (naar Van Noordwijk en Floris, 1979). Voor de berekening van het verlies en van de daarbij behorende spreiding wordt verwezen naar Materiaal en Methode. De betekenis van de symbolen wordt verklaard in tabel I.

TABLE II. Mean loss of dry-weight of roots of perennial ryegrass at different times of harvest as a percentage of the control, for the pinboard method and the auger method, as affected by treatment. In the last column the mean loss averaged over the three times of harvesting in the case of roots of perennial ryegrass is compared with that in wheat (after Van Noordwijk and Floris, 1979). The meaning of the symbols is explained in table I. The losses are calculated as the decrease in dry matter content of the treatment relative to the control $\times 100\%$. In the controls, roots were dried immediately after determination of fresh weight.

behandeling (treatment)	aantal waarnemingen (number of replicates)	drogestofverlies (%) (loss of dry matter (%))			gemiddeld drogestofverlies (average loss of dry matter)	
		weken na aanvang van de kweek (weeks after the culture was started)			Engels raaigras (<i>Lolium perenne</i>)	tarwe (wheat)
		53	68	89		
naaldenplankmethode (pinboard method)						
S - - - -	4	2	10	2	5	9
S - - W -	3	20	7	10	12	17
S 1 - W -	3	36	31	28	31	33
S 2 - W -	3	23	30	24	26	18
S 4 - W b	3	18	16	15	16	--
S - - W a	3	17	17	12	15	21
S - - W b	3	16	22	6	15	21
S - - W ac	3	11	21	23	19	28
S - p - -	3	18	14	9	13	26
S - p W -	3	24	19	22	22	34
S - p W ac	3	19	36	24	27	35
S 1 p W -	3	34	29	37	33	43
S 2 p W -	3	35	18	22	25	30
S 4 p W ac	3	23	20	29	24	--
gewogen gemiddelde (weighted mean)	43	21 \pm 7	20 \pm 4	18 \pm 5	20 \pm 5	
boormethode (auger method)						
S - - - -						19
S - - W -	3	11	24	1	12	20
S 3 - W -	3	24	10	20	17	31
S 4 - W -	3	9	23	17	17	--
S - - W ac	3	21	27	9	19	--
S - p W -	3	23	20	28	24	22
S 3 p W ac	3	27	20	22	23	--
S 4 p W -	3	28	20	17	21	--
gewogen gemiddelde (weighted mean)	21	20 \pm 7	21 \pm 4	16 \pm 5	19 \pm 5	

gering is, althans bij Engels raaigras. Dit zou dan betekenen dat het verlies van 5% in behandeling S grotendeels optreedt tijdens transport en bewaring, het eerste etmaal.

Verliezen tengevolge van *bewaring* kunnen worden geschat door behandelingen met bewaren te vergelijken met de behandeling bestaande uit bemonsteren en na een etmaal direct spoelen (SW) die een verlies geeft van 12%. Als een "naaldenplankmonster" voorafgaande aan spoelen twee weken wordt bewaard in een koelcel (S2W) dan neemt het verlies toe van 12 naar 25%. Bewaring bij kamertemperatuur voorafgaande aan spoelen (S1W) doet het verlies oplopen van 12 tot 33%. Bewaren in een diepvriezer (S4Wb) daarentegen geeft slechts een toename van het verlies van 12 naar 16%, zelfs met verlies tengevolge van bewaren na spoelen inbegrepen (behandeling b). Als de wortelmonsters voor het spoelen droog worden bewaard ("boormonsters", S3W) neemt het verlies toe van 12 naar 17%. Bewaren in een diepvriezer (S4W) geeft bij "boormonsters" eenzelfde verliestoename als bij "naaldenplankmonsters" namelijk van 12 naar 17%.

De verliezen tengevolge van behandeling met *pyro-P* hangen af van de daaraan voorafgaande stappen. Voor "naaldenplankmonsters" geldt, dat vergeleken met alleen bemonsteren (S) een behandeling met *pyro-P* (Sp) een verhoging geeft van het verlies van 5 naar 13%. Vergeleken met SW geeft SpW een verhoging van het verlies van 12 naar 22% (voor "boormonsters": van 12 naar 24%). Na een voorafgaande bewaring in de koelcel (S2W) geeft een *pyro-P* behandeling (S2pW) geen extra verlies neer (van 26 naar 25%). Na bewaren bij kamertemperatuur (S1pW t.o.v. S1W) en na bewaren in de diepvriezer (S4pWac t.o.v. S4Wb) treedt nog wel een extra verlies op van 31 naar 33% resp. van 16 naar 24% (voor "boormonsters" in het laatste geval van 17 naar 21%). Na droog bewaren (S3W) geeft een behandeling met *pyro-P* (S3pWac) nog een verhoging van het verlies van 17 naar 23%, waarbij echter ook bewaring na spoelen is inbegrepen.

Uitgezonderd na bewaren in een koelcel treedt er dus altijd nog een extra verlies op tengevolge van een behandeling met *pyro-P* tussen de 2 en 12%. Daarbij komt het totale verliespercentage steeds op ± 25 , uitgezonderd na bewaren bij kamertemperatuur. Dit betekent, dat ingeval een *pyro-P* behandeling nodig is, de bewaarmethode er niet toe doet, als bewaren bij kamertemperatuur maar vermeden wordt.

De verliezen tengevolge van *spoelen* zijn te schatten uit de vergelijkingen tussen de behandelingen S en SW en tussen Sp en SpW. Daaruit blijkt een verhoging van het verlies van 5 naar 12%, respectievelijk van 13 naar 22%.

Als een monster na het spoelen opnieuw *bewaard* wordt dan vindt in het algemeen nog een gering extra verlies plaats van 3 à 5% (vergelijking van enerzijds SW en SpW met anderzijds SWa, SWb en SpWac).

In figuur 1 zijn de gegevens uit tabel II zodanig samengevat, dat een overzichtelijk beeld ontstaat van het effect van het toevoegen van een bepaalde stap aan een bepaalde behandeling. Duidelijk komen hierin de effecten naar voren van het behandelen met pyro-P en het bewaren bij kamertemperatuur.

De geringe afname van het verlies in de tijd (van 20 à 21% de eerste twee tijdstippen naar 17 à 18% op het derde tijdstip) is niet in overeenstemming met de resultaten van Van Noordwijk en Floris (1979) met tarwe, en van Knot en Mesker (1977) met rogge. Mogelijk is dit te wijten aan de relatief korte tijdsduur tussen de oogsttijdstippen bij de proef met Engels raaigras. Hier kan ook het feit een rol spelen dat de rogge en de tarwe bij de tweede oogst zich al in het generatieve stadium bevonden, terwijl het Engels raaigras gedurende de gehele proef vegetatief is gebleven en dus doorgroeide.

In tabel III zijn de diameters weergegeven van zowel oudere als jongere wortels voor en na de betreffende behandeling. Gemiddeld over alle behandelingen is er geen invloed te zien. Bezie men echter de verschillende behandelingen dan valt op dat zowel jongere als oudere wortels na diepvriezen een afname van de diameter vertonen. Gezien de spreiding in de metingen is het effect vrij onzeker en een uitvoeriger proef zou nodig zijn om een betrouwbare uitspraak te doen.

Uit tabel III blijkt ook het verschil in diameter tussen oudere en jongere wortels. In grond is dit meestal een gevolg van het afsterven van de cortex en het is mogelijk dat dit proces de verklaring biedt voor de op voedingsoplossing gevonden diameterafname.

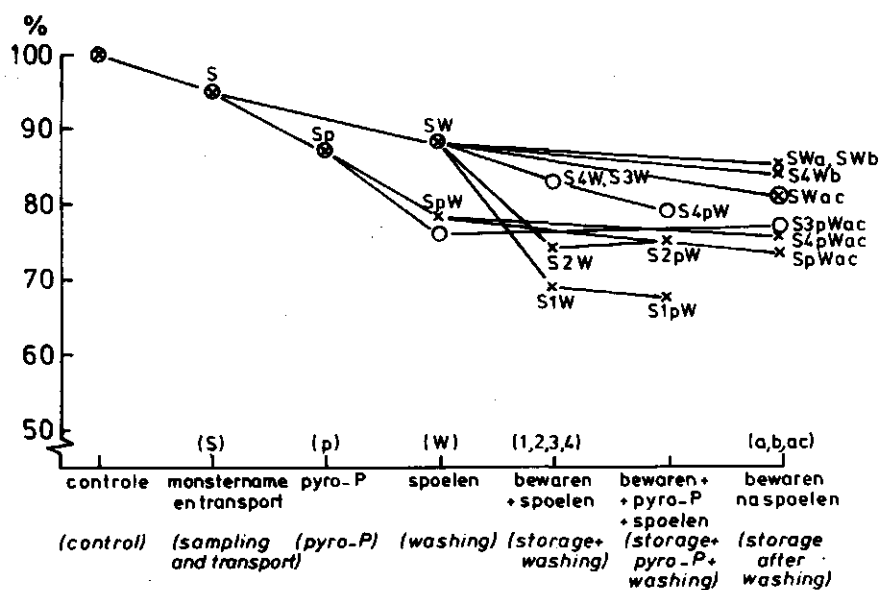


Fig. 1. Het drogestofgehalte, van wortels van Engels raaigras gemiddeld over 3 tijdstippen als een percentage van de controle, van de naaldenplankmethode (x) en de boormethode (o), in afhankelijkheid van de behandeling. De betekenis van de symbolen wordt verklaard in tabel I. Voor de behandelingen S en Sp is aangenomen, dat de boormethode gelijke resultaten geeft als de naaldenplankmethode.

Fig. 1. Dry-matter content averaged over three times of harvest of roots of perennial rye grass as a percentage of the control for the pinboard method (x) and the auger method (o), as affected by treatment. The meaning of the symbols is explained in table I. It is assumed that the results of the treatments S and Sp are similar for the pinboard method and the auger method.

TABEL III. Invloed van de behandeling op de diameter (10^{-2} mm) van jongere en oudere wortels van Engels raaigras. In de tabel wordt het gemiddeld gegeven met standaardafwijking (\bar{s}); $n = 10-25$. Voor verklaring van de symbolen zie tabel I.

TABLE III. Effect of treatment on the diameter (10^{-2} mm) of younger and older roots of perennial ryegrass. The table shows the mean with standard-deviation (\bar{s}); $n = 10-25$. The symbols are explained in table I.

behandeling (<i>treatment</i>)	oudere worteldelen (<i>older parts of the root</i>)		jongere worteldelen (<i>younger parts of the root</i>)	
	voor	na	voor	na
	behandeling	behandeling	behandeling	behandeling
	(<i>before treatment</i>)	(<i>after treatment</i>)	(<i>before treatment</i>)	(<i>after treatment</i>)
S - - - -	17 ± 3	15 ± 3	47 ± 3	48 ± 3
S - - W -	16 ± 3	13 ± 1	44 ± 3	44 ± 3
S 1 - W -	13 ± 1	19 ± 3	22 ± 3	25 ± 3
S 2 - W -	15 ± 3	14 ± 3	38 ± 3	41 ± 2
S - - W b	17 ± 3	19 ± 3	45 ± 13	43 ± 3
S - - W a	15 ± 3	16 ± 2	44 ± 3	46 ± 2
S - - W ac	12 ± 2	15 ± 1	43 ± 3	47 ± 2
S - p - -	14 ± 2	13 ± 1	34 ± 4	40 ± 4
S - p W -	15 ± 4	16 ± 2	45 ± 4	44 ± 4
S 2 p W -	14 ± 2	15 ± 1	40 ± 4	40 ± 3
S - p W ac	14 ± 2	14 ± 2	46 ± 1	45 ± 1
S 4 - W b	17 ± 2	15 ± 1	44 ± 3	34 ± 3
S 4 p W ac	26 ± 5	17 ± 2	44 ± 3	38 ± 3
S 3 - W -	17 ± 3	18 ± 3	44 ± 3	35 ± 4
S - p W -	14 ± 1	16 ± 2	39 ± 2	40 ± 2
S 3 p W ac	13 ± 1	11 ± 1	32 ± 4	33 ± 3
gemiddelde (ongewogen) (<i>mean, unweighted</i>)	15,7	15,4	40,7	40,2

4. DISCUSSIE

Uit de gegevens blijkt duidelijk dat bij de opeenvolgende fasen van opwerken, nl. monsternamen, bewaren, behandelen met pyro-P, spoelen, en tenslotte weer bewaren, steeds weer een deel van het drooggewicht verdwijnt (zie vooral fig. 1), al dragen niet alle behandelingen daaraan in gelijke mate bij, en al hangt het verlies in een bepaalde fase ook af van de mate waarin in een eerder stadium verliezen zijn opgetreden.

Het feit, dat de verliezen bij Engels raaigras (Lp) wat lager liggen dan bij tarwe (Ta) kan voortvloeien uit een verschil in omstandigheden tijdens de kweek, waardoor bv. koolhydraatgehalten kunnen variëren, maar kan ook een verschil tussen de soorten aanduiden.

Nu ligt het voor de hand dat aan de drogestofverliezen grenzen zijn, omdat normaal alleen de celinhoud (cytoplasma plus vacuole) kan verdwijnen en het geraamte zal overblijven. Alleen indien de omstandigheden gunstig zijn voor microbiële afbraak, zoals wellicht bij het bewaren bij kamertemperatuur gedurende meerdere dagen, kunnen misschien ook wortelharen, zijwortels, en delen van epidermis en schors losraken. Er verdwijnt dan ook structureel materiaal, waardoor niet alleen het gewicht, maar ook de lengte van de wortels foutief bepaald wordt.

Het is verleidelijk om te speculeren over de aard van het drogestofverlies ook al zijn in de gerapporteerde proeven daarover geen gegevens verzameld. Het ligt voor de hand om daarbij onderscheid te maken - in volgorde van toenemende desintegratie van de cel - tussen (I) verademingsverliezen (o.a. suikers, zetmeel, vetten, en proteïnen), (II) weglekken van opgeloste bestanddelen (naast bovengenoemde stoffen vooral ionen en mineralen) via de overigens nog redelijk intact zijnde membraan, en (III) desintegratie van de celmembraan (plasmalemma), de vacuolemembraan (tonoplast), en andere membraan- en proteïnestructuren (organellen).

Uit de literatuur (bv. Grobbelaar, 1963) en uit eigen ongepubliceerde gegevens kunnen de volgende schattingen worden gemaakt van de gehalten in de drogestof : suikers plus zetmeel 6%, mineralen (exclusief stikstof)

12%, stikstof 3% en overige opgeloste stoffen (voornamelijk organische zuren) 3%. Uitgaande van een gehalte van 15,8% N in proteïne (Van Faassen, pers.meded.) en aannemend dat nitraat, ammonium en vrije aminozuren een verwaarloosbare bijdrage leveren aan N-totaal, kan het aandeel van proteïnen worden geschat op 19%. Alle fracties samen vormen dan 40% van de drogestof.

Als we ervan uitgaan, dat na de monstername de groei nog doorgaat ten koste van de reserves dan valt een berekening te maken over de gedurende een etmaal na de monstername te verwachten verademing (fractie I). Aannemende dat de ademhalingsnelheid van een groeiend wortelstelsel gemiddeld ongeveer 65 $\mu\text{l O}_2$ per gram drogestof per minuut bedraagt (Russell, 1977), kan via de bruto-ademhalingsformule ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$) terug worden gerekend naar een verademing van ongeveer 120 mg suikers per gram drogestof, een verlies van 12%. Volgens Saglio en Pradel (1980) neemt na afsnijden de ademhalingsintensiteit van worteltoppen echter vrijwel direct met 50% af terwijl ook al na korte tijd het respiratoir quotiënt (R.Q.) van 1,00 naar 0,75 zakt. Het R.Q. is gedefinieerd als de hoeveelheid geproduceerde CO_2 gedeeld door de hoeveelheid verbruikte O_2 , en is ongeveer 1 als suikers worden verademd (zie bruto ademhalingsformule). Een daling van deze waarde geeft aan dat ook vetten en proteïnen worden verademd. Als we aannemen dat deze veranderingen voor het hele wortelstelsel gelden, en daarvoor correcties aanbrengen, dan wordt niet 120 mg verademd, maar $0,5 \times 75/100 + 120$ d.i. 45 mg, een verlies van 4,5%. Dit komt redelijk overeen met het voor fractie I gevonden gemiddelde van 5% bij Lp, maar minder goed met dat van 9% bij Ta (behandeling S).

Een schatting van de verliezen uit fractie II (mineralen en opgeloste stoffen exclusief reeds verademde stoffen) kan worden verkregen door vergelijking van SW (direct spoelen, zie tabellen I en II) S4W, en S2W (bewaren in diepvriezer of koelcel) met S (alleen verademingsverliezen). Dit levert extra verliezen op van 11, 7 resp. 21% voor Lp en van 8 resp. 9% voor Ta (de diepvriesvariant ontbreekt hier). Als we aannemen dat het verlies van 21% bij Lp niet tot stand is gekomen bij intact zijnde membraan (het maximale verlies, bij S1pW ligt slechts 7% hoger dan bij S2W, dan vinden we van de berekende 15% er niet meer dan 9 (Ta), resp. 11 (Lp) terug.

De verliezen uit fractie III kunnen nu worden geschat door van het maximaal opgetreden verlies S₁P_W de som van de maximale verliezen uit de fracties I en II af te trekken (18% voor Ta en 16% voor Lp). Dit levert waarden op van 17% voor Lp en van 25% voor Ta. Als we daarentegen uitgaan van de behandeling S₁W (omdat bij S₁P_W mogelijk structureel materiaal verloren gaat) dan vinden we als schatting voor de proteïne fractie 15% voor Lp en eveneens 15% voor Ta. Beide schattingen liggen redelijk in de buurt van de berekende 19%.

Geconstateerd mag worden, dat de gevonden verliezen in het algemeen redelijk verklaard kunnen worden met wat reeds bekend is over gehalten van de voornaamste celbestanddelen.

Om bovenstaande speculaties een vastere grond te verschaffen zou van het overgebleven materiaal een analyse kunnen worden verricht op het gehalte aan suikers, zetmeel, mineralen en proteïne.

5. SAMENVATTING

Recentelijk hebben Van Noordwijk en Floris (1979) voor tarwe aangetoond dat tijdens het onderzoek, afhankelijk van de aard van de behandeling, wortels een deel van de drogestof verliezen tussen de bemonstering en de meting, voornamelijk tijdens bewaren en spoelen.

Een nieuw experiment is uitgevoerd met Engels raaigras om vast te stellen (1) hoe deze drogestofverliezen afhangen van de plantesoort, (2) hoe het effect is van bewaren in een diepvriezer en (3) of er tijdens de behandeling veranderingen optreden in de worteldiameter.

De verliezen aan drogestof van gespoelde wortels van Engels raaigras variëren van 12 tot 33% en liggen dus in dezelfde grootte-orde als bij tarwe (17 tot 43%). Het verschil kan behalve aan het verschil in soort ook te wijten zijn aan, bijvoorbeeld, een verschillend koolhydraatgehalte tengevolge van een verschil in omstandigheden tijdens de kweek.

Diepvriezen als bewaarmethode reduceert het verlies aan drogestof in vergelijking tot bewaren bij kamertemperatuur of in de koelcel. Als echter de monsters na bewaren met tetra-natrium-pyrofosfaat (pyro-P) zijn behandeld (o.a. kleimonsters), zijn de uiteindelijke verliezen overal gelijk, uitgezonderd na bewaren gedurende 1 week bij kamertemperatuur. Waarschijnlijk treedt hier verlies van celwandmateriaal op tengevolge van microbiële afbraak tijdens de bewaring. Bewaren bij kamertemperatuur gedurende meerdere dagen moet dus worden afgeraden.

In dit experiment leveren "boormonsters" (meer verwonding) geen grotere verliezen op dan "naaldenplankmonsters".

In de discussie is naar voren gebracht, dat het verlies aan drogestof dat optreedt bij achtereenvolgens bemonstering plus transport, bewaren, behandelen met pyro-P, spoelen, en opnieuw bewaren, achtereenvolgens zal bestaan uit (1) verademingsverliezen ($\pm 5\%$), (2) weglekken van oplosbare bestanddelen, vooral mineralen (tot 15%) en (3) verlies van beschadigde proteïnestructuren (tot 19%). De som van de geschatte verliezen (39%) komt goed overeen met de gevonden gemiddelde maxima (33% voor Lp en 43% voor Ta).

Uitgezonderd na diepvriezen, is bij geen enkele behandeling een verandering in de worteldiameter waarneembaar, zodat het in de meeste gevallen correct is om de berekening van het worteloppervlak te baseren op diametermetingen aan gespoelde wortels.

6. SUMMARY

In a recent paper Van Noordwijk and Floris (1979) showed that several methods for storing soil-root samples and freeing the roots from soil cause a loss of part of the dry matter from these (wheat) roots. A second experiment has been performed (1) to establish whether differences among species exist - instead of wheat perennial ryegrass (*Lolium perenne*) was used - (2) to test the effect of deep-freezing in addition to the other storage treatments, and (3) to determine the effect of most of the treatments on root diameter.

Dry-weight losses after washing perennial ryegrass roots, although generally somewhat lower (12 to 33% as opposed to 17 to 43%), are of the same order as losses from wheat roots. Whether these slightly different losses are inherent in the species remains uncertain. It may just as well reflect, for instance, the carbohydrate status of the plants.

Deep-freezing as a means of storing soil-root samples (pinboard as well as core samples) reduces losses as compared with storing at room temperature and at 4 °C. When however, afterwards the samples have been vacuum-treated with tetrasodium pyrophosphate (pyro-P), e.g. clay samples, losses are about the same for deep-frozen samples as for samples stored at 4 °C. When samples have been stored for 1 week at room temperature, however, subsequent vacuum treatment with pyro-P causes additional losses, which indicates a possible loss of cell wall material (root hairs, cortex, etc.), possibly as a consequence of bacterial activity on dying roots. Storage at room temperature must therefore be avoided whenever possible.

In the discussion the authors make it plausible that the losses of material during sampling plus transport, storage, vacuum-infiltration with pyro-P, washing, and again storage, constitute respiratory loss of carbohydrates (up to 5%), leakage of soluble compounds, especially minerals (up to 15%), and loss of disrupted protein structures (up to 19%). The sum of the estimated losses (39%) compares well with the measured mean maximum losses (33% with Lp and 43% with Ta).

The root diameter seems to decrease after deep-freezing, irrespective of the age of the roots, but in no other treatment such reduction was found, so that normally root surface calculations can be based upon measurement of the diameter of the treated root material.

7. LITERATUUR

- Grobbelaar, W.P., 1963. Responses of young maize plants to root temperature. Meded. Landbouwhoges. Wageningen 63. 5, 71 pp.
- Knot, L. en G. Mesker, 1977. Invloed van het conserveren van wortels op het drooggewicht. Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 21-77, 10 pp.
- Russell, R.S., 1977. Plant root systems, their function and interaction with the soil. McGraw-Hill, London, 298 pp.
- Saglio, P.H., and A. Pradel, 1980. Soluble sugars, respiration, and energy charge during ageing of excised maize root tips. Plant Physiol. 66: 516-519.
- Schuurman, J.J., and M.A.J. Goedewaagen, 1971. Methods for the examination of root systems and roots, Pudoc, Wageningen, 86 pp.
- Van Noordwijk, M., and J. Floris, 1979. Loss of dry weight during washing and storage of root samples. Plant Soil 53: 239-243.