

lth

(ook andere rapp. v. V. herover)

R A P P O R T 1 0 6

DE BEWARING VAN AARDAPPELEN BIJ 10°C ONDER LUCHT, GEBRUIK MAKEND
VAN VERSCHILLENDE RLV-WAARDEN EN C₂H₄-DOSERINGEN
(Bewaarseizoen 1974-1975)

Ir. W.F. van Vliet

en

Mej. S.E. Hertog

Instituut voor Bewaring en Verwerking van Landbouwprodukten
IBVL - Bornsesteeg 59 - Postbus 18 - Wageningen -
Tel.: 08370-19043 - Telex: 45371

oktober 1975

201238

INLEIDING

In de Interne Rapporten 382, 394 en 398 werd verslag uitgebracht over de bewaring van aardappelen in een van lucht afwijkende gasatmosfeer, onder lucht met verschillende waarden voor de relatieve luchtvochtigheid (rlv) en in lucht met verschillende etheen (C_2H_4) doseringen. Bij deze bewaarproeven bleek onder meer dat

- een dosering < 50 ppm etheen in lucht bij $10^{\circ}C$ een interessante remming van de kiemlengtegroei veroorzaakt
- bij bewaring onder stromende lucht het gewichtverlies en de kieming bij $10^{\circ}C$ iets toenemen naarmate de lucht door een lager rlv wat droger wordt.

Het laatstgenoemde resultaat klopt niet met de praktijk. Daarom werden deze bewaarproeven herhaald, waarbij ook op de kiemdrogestof gelet werd.

De genoemde bewaarproeven met etheen werden in containers verricht, waarbij het lucht/etheen mengsel om de 1 à 2 weken werd ververscht. Deze proeven werden nu herhaald, waarbij de knollen onder stromende lucht met 25 of 5 ppm etheen werden bewaard. In het bijzonder werd nagegaan of er verschil bestaat tussen de bewaring onder continu stromende en discontinu ververschte mengsels.

Bij het onderzoek van de bewaarproef-monsters werden bepaald: gewichtsverlies, drogestofgehalte, kieming en suikergehalten, waardoor de onder meer voor de aardappelverwerking belangrijke eigenschappen naar voren komen. Door de knolsamenstelling tevens te beschrijven als gram per kilogram begingewicht (gk-waarden). Kan de verandering tijdens de bewaring duidelijk worden aangegeven.

UITGANGSMATERIAAL

Uitgegaan werd van een partij Bintje afkomstig van Proefboerderij "De Eest". Voor de bewaarproeven werd de knolgrootte-fractie 35-45 mm gekozen die bij $10^{\circ}C$ bewaard werd. Op 25 november 1974 werden de bewaar-

proeven ingezet. Tabel 1 geeft aan wat het suikergehalte en het drogestofgehalte van de knollen bij het begin van de bewaring was.

METHODEN VAN BEWARING

De toegepaste bewaaromstandigheden zijn in Tabel 2 kort weergegeven. Het gaat hierbij om een bewaring a a n , i n e n o n d e r l u c h t o f l u c h t / e t h e e n m e n g s e l s b i j 100C.

De bewaring o n d e r stromende lucht met 0,5 of 25 ppm C_2H_4 en een rlv van 70, 80 of 90% is voor dit onderzoek het belangrijkste. De opstelling hiervoor wordt in Fig. 1 geschetst.

Bij deze bewaring zijn steeds drie culturevessels achter elkaar geschakeld, zodat op drie data een monster voor onderzoek kan worden afgehaakt. Tabel 3 geeft aan wanneer dit gebeurde en hoeveel dagen dan na de start van de bewaring verstreken waren.

Deze bewaring werd op twee manieren uitgevoerd

- 1) met lucht waarvan de rlv 70, 80 of 90% bedraagt door de lucht te leiden door een gaswasfles met 64, 53 of 35% glycerol in water
- 2) met lucht die 0,5 of 25 ppm etheen bevat en waarvan de rlv 90% bedraagt als gevolg van leiden door 35% glycerol in water.

Van de in Fig. 1 geschetste opstelling werden er 5 in een 10°C cel geplaatst, waarbij de gasflessen zich buiten de cel bevonden. Lucht met etheen werd buiten deze bewaarcel afgevoerd zodat andere opgeslagen produkten niet met het plantaardig hormoon in kontakt konden komen. Bij de bewaring i n e e n c o n t a i n e r m e t l u c h t o f l u c h t + 25 p p m C_2H_4 waarbij ademhalings CO_2 wordt geabsorbeerd en om de 1-2 weken wordt ververst werd gewerkt volgens Fig. 2.

De container wordt via de gaskranen G ververst en met lucht gevuld. Via het Pierce injectie stuk wordt met een gasnaald 25 ppm etheen (ca. 0,6 ml) in de container gebracht. Gedurende de bewaring wordt O_2 bij de ademhaling verbruikt en het geproduceerde CO_2 geabsorbeerd. Er zal dus altijd enige onderdruk optreden totdat weer ververst wordt. Er werden 2 containers (zonder en met C_2H_4) bewaard.

Om de normale bewaring zoveel mogelijk te benaderen werden in de bewaarcel waarin zich de beschreven opstelling bevonden ook een monster aardappelen a a n d e l u c h t b e w a a r d . D e r e l a t i e l u c h t v o c h t i g h e i d b e d r a a g t

hierbij ongeveer 90%.

Bij de bewaring i n e n a a n de lucht werden voor onderzoek monsters genomen gelijk met die bij de bewaring o n d e r stromende lucht.

METHODEN VAN MONSTERONDERZOEK

Het uitgangspunt voor de analyse is het gewicht bij de start van de bewaring en de samenstelling op dat moment zoals vermeld in Tabel 1. Na de bewaring worden bepaald: Knolgewicht en drogestofgehalte; kiemgewicht en drogestofgehalte; glucose-fructose-saccharose (g-f-s) in de knol, waarbij reducerende suiker is g + f en totaalsuikers is g + f + s. De drogestofbepaling werd verricht door een representatief monster bij 105°C te drogen tot konstant gewicht.

Voor de bepaling van de suikers wordt met behulp van een sapcentrifuge aardappelsap verkregen, waarna 50 ml sap wordt gemengd met 100 ml 96%-ige ethanol. Het mengsel wordt gecentrifugeerd om het eiwit precipitaat te verwijderen waarna 5 ml van de heldere oplossing voorzichtig in de rotavapor wordt drooggedampt. In het residu worden de suikers nu gaschromatografisch bepaald volgens P i e r c e (1974). Bij deze bepaling worden de suikers behandeld met hydroxylamine-HCl en de gevormde oximmen worden omgezet in trimethylsilyl (TMS) ethers. Chromatograferend op een 3% OV-17/Chromosorb TMW(HP) kolom met phenyl-β-D-glucopyranoside als interne standaard wordt bij 150-250°C een uitstekend chromatogram verkregen, waarbij de suikers g, f en s en de interne standaard één piek vertonen.

Gebruikmakend van een Hewlett hp Packard 5711 gaschromatograaf met vlamionisatie-dedector en een 2-pens integrerende Kipp Recorder (No BD 12) bleek een gaschromatografische suiker bepaling in aardappelen (en andere produkten) vlot en goed mogelijk.

De resultaten van het onderzoek zijn samengevat in de Tabellen 4 en 5. In de Tabellen 4a en 5a zijn de uitkomsten gegeven als percentage van het knolgewicht. In de Tabellen 4b en 5b zijn de uitkomsten gegeven als grammen per kilogram begingewicht op 24 november 1974 (gk-waarden). In de Figuren 3-6 zijn de gk-waarden uitgezet tegen de bewaartijd.

RESULTATEN

De figuren vergelijkend valt één verschil sterk op. Bij de bewaring a a n de lucht nemen de suikergehalten gedurende 100 dagen regelmatig toe. Daarna nemen het glucose- en het saccharosegehalte iets af, terwijl het fructosegehalte nog toeneemt (Fig. 4). Bij de andere bewaringen in en onder lucht of lucht/etheen mengsels is het beeld steeds dat de suikergehalten na 60 dagen beginnen te dalen, om na 100 dagen weer te stijgen, hetgeen betekent dat de suikers op 4 maart in de grafieken een minimum vertonen.

Omdat de oorzaak van dit verschil niet duidelijk is vraagt het om een nader onderzoek van de toegepaste bewaarmethoden.

Het bewaaronderzoek omvatte twee onderwerpen, die hierna behandeld worden.

1. Bewaring onder stromende lucht, waarbij de rlv wordt gevarieerd

Bij de bewaring volgens Fig. 1 werd de rlv ingesteld met behulp van glycerol-watermengsels, zodat aardappelen bewaard werden onder een rlv van 70, 80 of 90%. De uitkomsten zijn weergegeven in Tabel 4 en grafisch voorgesteld in Fig. 3.

Wanneer wij de waarden van het knolgewicht bekijken blijkt dat het gewichtsverlies na 60 en 100 dagen toeneemt met de rlv-waarde, terwijl na 140 dagen het gewichtsverlies met een toenemende rlv-waarde juist afneemt. Een dergelijke omkering treedt ook op bij het percentage kiemen. Na een bewaring gedurende 60 en 100 dagen is dit het geringst als de rlv het laagst is (70%). Na 140 dagen is het percentage kiemen dan juist het hoogst en neemt af naarmate de rlv-waarde stijgt. Interessant is dat een laag percentage kiemen globaal gepaard gaat met een hoog drogestofgehalte in de kiemen.

De suikergehalten nemen gedurende de eerste maanden van de bewaring globaal af, om na 140 dagen wat toe te nemen. Deze toename is groter naarmate de rlv stijgt.

Beginnend met knollen die 0.63% totaalsuikers en 0.44% reducerende suikers bevatten is het suikergehalte na 100 dagen afgenomen tot 0.3 à 0.4% totaalsuikers en 0.2 à 0.3% reducerende suikers. Na 140 dagen is er

weer sprake van een toename tot 0.5 à 0.8% totaalsuikers en 0.4 à 0.7% reducerende suikers. Nu neemt het suikergehalte duidelijk toe met de rlv, wat hiervoor niet het geval was.

Wat betreft deze gegevens zouden wij voor de kieming willen starten met een lage rlv-waarde (70%), om tenslotte naar een hoger waarde om te schakelen (90%). Dit laatste kan wat de suikergehalten betreft weer een bezwaar zijn.

2. Bewaring aan, in en onder lucht, gebruikmakend van ethene doseringen

Zoals volgt uit de Tabellen 5a en 5b gaat het hier om de bewaring in lucht met 0 of 25 ppm C_2H_4 en om de bewaring onder stromende lucht met 0, 5 en 25 ppm C_2H_4 . Ter vergelijking staat ook genoteerd de bewaring aan de lucht in de bewaarcel-temperatuur $10^{\circ}C$ - waarin ook de andere proeven waren opgesteld. In de Figuren 4, 5 en 6 werden de resultaten gebruikmakend van de gk -waarden grafisch afgebeeld.

Bij vergelijking van de bewaring aan, in en onder lucht zijn de respiratie, de kieming en de suikervorming in het laatste geval het geringst.

Wij kunnen eveneens vergelijken de bewaring in de lucht al dan niet met 25 ppm C_2H_4 en de bewaring onder stromende lucht al dan niet met 25 ppm C_2H_4 . De kiemremming door 25 ppm C_2H_4 is onder lucht wat beter dan in de lucht. Indien 140 dagen bewaard werd gaat dit niet meer op en is de kieming in de lucht juist geringer.

Wat de suikers betreft gaat de ethene-dosering in beide gevallen gepaard met een verhoging van het gehalte.

Bij vergelijking van de bewaring onder stromende lucht met 0, 5 of 25 ppm C_2H_4 blijkt na 60 en 100 dagen de kieming af te nemen als de ethenedosering toeneemt. Na 140 dagen bleek wat dit betreft de bewaring onder lucht met 5 ppm C_2H_4 aanmerkelijk beter dan met 25 ppm C_2H_4 . Ook bij deze vergelijking gaat ethenedosering steeds gepaard met een toename van het suikergehalte.

In het algemeen is het beeld van de kieming als volgt:

Na 60 dagen (op 21 januari) vertonen de kiemen wat zwarte puntjes.

Na 100 - 140 dagen (op 4 maart en 14 april) is een zekere kiemafsterving waarneembaar die gedurende deze periode toeneemt.

Na afloop van de bewaarproef werd een fotografisch overzicht van de resterende monsters gemaakt (Fig. 7).

Qua kiemremming komt nr. 12 (onder lucht met 5 ppm etheen) het best naar voren, gevolgd door de nummers 13 en 17 (onder lucht en in de lucht met 25 ppm etheen). Dit stemt overeen met de berekende waarden. Wanneer wij de nummers 3, 6 en 9 vergelijken blijkt de kieming onder lucht met een rlv = 70% inderdaad iets sterker dan bij een rlv = 80 - 90%. Dit stemt overeen met de berekende waarden.

Wij moeten hierbij bedenken dat het effect van het plantaardig hormoon etheen veelal zal zijn een remming van de kiemlengtegroei en aan stimulering van de kiemdiktegroei. Het uiteindelijke resultaat zal vaak een "remming" zijn wanneer de kiemen gewogen worden.

SAMENVATTENDE KONKLUSIES

In het voorgaand seizoen werd eveneens bij 10°C bewaard onder stromende lucht met verschillende rlv-waarden (Van Vliet en Hertog, 1974). Het globale resultaat was dat de kieming evenals het gewichtsverlies wat toenam naarmate de lucht droger werd. Wat de kieming betreft klopt dit niet met de praktijkverwachting, hetgeen een rede was deze proef te herhalen. Ditmaal nemen kieming en gewichtsverlies gedurende de eerste drie maanden van de bewaring juist toe naarmate de lucht vochtiger werd. Na een bewaring gedurende circa vijf maanden treedt echter een omkering op en nemen kieming en gewichtsverlies iets af naarmate de lucht vochtiger wordt.

Wat de kieming betreft is het begin van de bewaring dus in overeenstemming met de praktijkverwachting; na ongeveer vijf maanden trad echter een omkering op, waardoor het resultaat van vorig seizoen werd herhaald.

Het gaat hier om een opstelling volgens Fig. 1., waarbij de uitstromende lucht in feite nog aan een goede rlv/water bepaling moet worden onderworpen.

Wat betreft de invloed van etheen was interessant de uitkomsten te vergelijken met die van R y l s k i (1974). Zij beschrijft het tweeledig effect van etheen. Een kortstondige behandeling van de aardappelknol verkort de rustperiode, maar remt de kiemlengtegroei.

Een langdurige behandeling met etheen zal veelal tot kiemremming leiden, wat in ons geval ook bleek bij een bewaring onder lucht met 5 ppm etheen (bij 10°C).

De toevoeging van etheen zal volgens Rylski altijd leiden tot een kortstondige verhoging van de respiratie.

Ons baserend op de in Fig. 1 geschetste apparatuur lijkt belangrijk in de uitstromende lucht ook het ademhalings-koolzuur te bepalen, wat gaschromatografisch goed mogelijk is.

Bewaaromstandigheden overwegend is een interessant uitgangspunt het respiratieminimum dat bij 5-6°C bestaat. Ideaal is een aardappelras dat onder deze omstandigheden niet kiemt en evenmin een ernstige suikeraccumulatie vertoont, Dit laatste kan bedwongen worden door te bewaren onder stikstof met bijvoorbeeld 3% zuurstof. Van Vliet (1972) en (1973). Bewaartechnisch zal dit echter wel problemen geven. Kieming kan waar nodig geremd worden met IPC/CIPC, terwijl ook de invloed van etheen kan worden nagegaan. Belangrijk is te onderzoeken hoe de respiratie hierop reageert. Eveneens zou in dit geval belangrijk zijn om na te gaan of etheen en daarmee verbonden reactieproducten in de knol aantoonbaar zijn.

LITERATUUR

- Pierce (1974) TMS-Sugar-Oximes simplified analysis of commercially important sugars by gas-liquid-chromatography. Pierce Previews. Sept. 1974
- Rylski, I.c.s. (1974) Dual effects of ethylene on potato dormancy and sprout growth. Plant Physiol. 53, 658-62
- Vliet, W.F. van (1972) De bewaring van aardappelen in een van lucht afwijkende gasatmosfeer. Intern Rapport nr. 382 IBVL
- Vliet, W.F. van (1973) De bewaring van aardappelen in een van lucht afwijkende gasatmosfeer. Deel II. Intern Rapport nr. 394 IBVL
- Vliet, W.F. van en S.Hertog (1974) De bewaring van aardappelen in een van lucht afwijkende gasatmosfeer. Deel III. Intern Rapport nr. 398 IBVL.

SAMENVATTING

De beschreven bewaarproeven werden hoofdzakelijk uitgevoerd onder stromende lucht (20 ml/min), waarbij de relatieve luchtvochtigheid wordt ingesteld met behulp van een glycerol/water mengsel en waar nodig etheen (5 of 25 vol. ppm) aanwezig is door gebruik te maken van lucht/etheen mengsels. Ter vergelijking werden ook aardappelen bewaard in kunststof containers met lucht die al of niet 25 vol. ppm etheen bevatte. In deze containers werd koolzuur geabsorbeerd terwijl de lucht om 1-2 weken werd ververscht. De genoemde opstellingen, die alle knollen van het ras Bintje bevatten (35-45 mm afkomstig uit de N.O.P.), waren in een 10°C bewaarcel ongesteld. Als basis bevond zich in deze cel ook een monster knollen aan de lucht.

Tijdens de bewaarperiode (24/11 '74 - 14/4 '75) werden bepaald: knolgewicht, kiemgewicht, droge stof en suikers. Wat betreft de resultaten kunnen de volgende punten worden genoemd:

1) Bij de bewaring aan de lucht nemen de suikergehalten gedurende de eerste drie maanden regelmatig toe en nemen daarna iets af.

Bij de andere bewaringen in en onder lucht of lucht-etheen mengsels is het beeld steeds dat de suikers op 4 maart in de grafieken een minimum vertonen. Overwegende dat mogelijk CO₂ ophopingen voorkomen vraagt dit om een nader onderzoek van de bewaarmethoden.

2) Bij de bewaring onder lucht werd gewerkt met een rlv gelijk aan 0.7, 0.8 of 0.9. Gedurende een bewaring gedurende 60 en 100 dagen nemen gewichtsverlies en kieming toe met de rlv.

Na een bewaring gedurende 140 dagen nemen beide met de rlv juist iets af, zodat nu een onverwachte omkering is opgetreden.

De suikergehalten nemen gedurende de eerste maanden van de bewaring globaal af, om daarna weer wat toe te nemen.

3) Bij de bewaring in en onder lucht waaraan etheen werd toegevoegd komt wat de kiemremming betreft een bewaring onder lucht met 5 ppm etheen het best naar voren. Een dosering van etheen zal meestal gepaard gaan met een verhoging van de suikergehalten.

4) Ons baserend op deze en vroegere resultaten lijkt interessant de bewaring bij 5-6°C (respiratie minimum), gebruikmakend van een laag O₂ gehalte (b.v. onder 3% O₂ in N₂ om suikeraccumulatie te reduceren) en van IPC/CIPC of etheen (om waar nodig de kieming te remmen).

TABEL 1. De samenstelling van de gebruikte Bintje knollen in g per 1000 g bij de start op 24 november 1974

Droge stof	194
glucose (g)	2.7
fructose (f)	1.7
saccharose (s)	1.9
red. suiker (g + f)	4.4
tot. suiker (g + f + s)	6.3

TABEL 2. De toegepaste bewaaromstandigheden bij een temperatuur van 10°C

-
1. vrij a a n de lucht, a/d 1.
 2. i n container met 1 of 1 (25 ppm C₂H₄), CO₂ wordt geabsorbeerd, 1/C₂H₄ mengsel om 1-2 weken ververst, b.v. i/d 1/25.
 3. o n d e r stromende l met 0,5 of 25 ppm C₂H₄ en een rlv van 70, 80 of 90% (luchtsnelheid = 20 ml/min) b.v. onder 1/5.

TABEL 3. Monsterdata

24 november 1974	(start bewaring)
21 januari 1975	(na <u>±</u> 60 dagen)
4 maart 1975	(na <u>±</u> 100 dagen)
14 april 1975	(na <u>±</u> 140 dagen)

TABEL 4a. Bewaring onder stromende lucht met verschillende rlv waarden.

Gegeven wordt het percentage van het knolgewicht. Het gewichtsverlies van de knollen is gebaseerd op het knolgewicht bij de start. Kiem droge stof is het percentage van het kiemgewicht

rlv %	gewichtsverlies	kiemen	knol droge stof	kiem droge stof	glucose g	fructose f	sacch. s	red. suiker g + f	totaal suiker g + f + s
op 21-1-1975									
70	1.4	0.9	18.4	15.6	.26	.24	.20	.50	.70
80	1.7	1.2	18.4	14.3	.24	.26	.22	.50	.72
90	1.6	1.1	20.8	13.3	.24	.25	.30	.49	.79
op 4-3-1975									
70	2.9	2.4	18.4	14.9	.22	.11	.10	.33	.43
80	3.9	3.4	19.9	14.5	.17	.09	.13	.26	.39
90	4.0	3.6	19.0	14.9	.12	.07	.12	.19	.31
op 14-4-1975									
70	7.6	4.6	17.3	17.4	.21	.19	.06	.40	.46
80	5.3	2.9	18.5	18.6	.26	.21	.08	.47	.55
90	4.5	2.5	18.3	21.0	.37	.32	.08	.69	.77

TABEL 4b. Bewaring onder stromende lucht met verschillende rlv-waarden
 Gegeven worden de gk-waarden, dus gram per kilogram begin-
 gewicht

rlv %	knollen	kiemen	knol droge stof	kiem droge stof	glucose g	fructose f	sacch. s	red. suiker g + f	totaal suiker g+f+s
op 21-1-1975									
70	984	9	181	1.4	2.6	2.4	2.0	5.0	7.0
80	984	12	181	1.7	2.4	2.6	2.2	5.0	7.2
90	986	11	205	1.4	2.4	2.5	3.0	4.9	7.9
op 4-3-1975									
70	970	24	178	3.5	2.1	1.1	1.0	3.2	4.2
80	961	32	191	4.7	1.6	.9	1.3	2.5	3.8
90	960	34	182	5.1	1.2	.7	1.2	1.9	3.1
op 14-4-1975									
70	922	42	160	7.3	1.9	1.8	.6	3.7	4.3
80	950	27	176	5.1	2.5	2.0	.8	4.5	5.3
90	953	24	174	4.9	3.5	3.1	.8	6.6	7.4

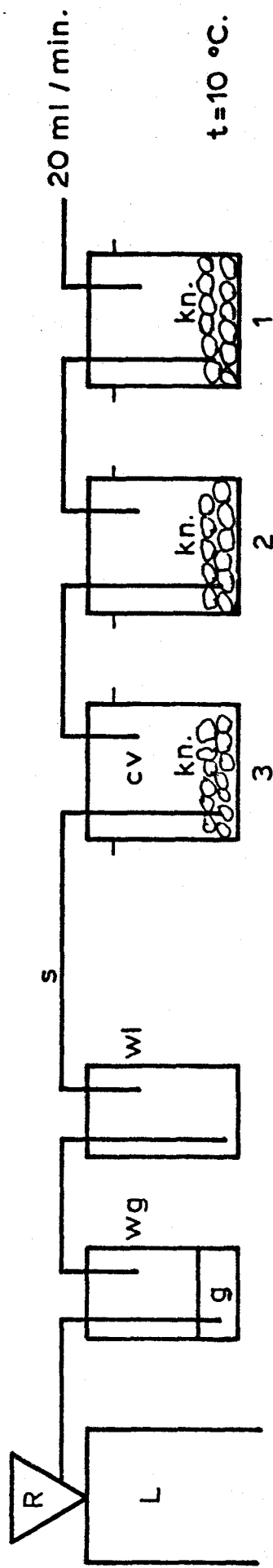
TABEL 5a. Bewaring aan, in of onder lucht met verschillende etheen toevoegingen. Gegeven wordt het percentage van het knolgewicht. Het gewichtsverloop van de knollen is gebaseerd op het knolgewicht bij de start. Kiem droge stof is het percentage van het kiemgewicht

bewaar- condities	ge- wichts- verlies	kiemen	knol droge stof	kiem droge stof	glucose g	fructose f	sacch. s	red. suiker g + f	totaal suiker g+f+s
op 21-1-1975									
a/d 1	2.3	1.6	18.6	16.1	.30	.36	.33	.66	.99
i/d 1	6.0	2.0	18.8	11.8	.26	.34	.28	.60	..88
i/d 1/25	5.3	3.1	18.5	10.3	.38	.43	.35	.81	1.16
onder 1	1.6	1.1	20.8	13.3	.24	.25	.30	.49	.79
onder 1/5	1.1	.4	18.1	12.4	.46	.58	.42	1.04	1.46
onder 1/25	1.1	.4	17.9	13.5	.51	.63	.40	1.14	1.54
op 4-3-1975									
a/d 1	4.9	3.1	17.4	18.8	.50	.30	.31	.80	1.11
i/d 1	5.4	4.0	20.7	9.3	.23	.15	.22	.38	.60
i/d 1/25	12.7	2.6	19.5	14.3	.46	.17	.27	.63	.90
onder 1	4.0	3.6	19.0	14.9	.12	.07	.12	.19	.31
onder 1/5	1.8	1.0	17.5	16.6	.36	.22	.12	.58	.70
onder 1/25	1.6	.7	16.5	19.0	.35	.22	.12	.57	.69
op 14-4-1975									
a/d 1	8.6	4.6	17.9	19.9	.38	.52	.18	.90	1.08
i/d 1	23.3	6.4	19.7	12.8	.46	.41	.18	.87	1.05
i/d 1/25	17.4	2.0	20.3	22.5	.43	.45	.24	.83	1.12
onder 1	4.5	2.5	18.3	21.0	.37	.32	.08	.69	.77
onder 1/5	3.3	.7	18.2	24.8	.51	.44	.11	.95	1.06
onder 1/25	4.7	2.3	16.6	16.8	.45	.56	.10	1.01	1.11

TABEL 5b. Bewaring aan, in of onder lucht met verschillende etheen toevoegingen. Gegeven worden de gk-waarden, dus gram per kilogram begingewicht.

bewaar- condities	knollen	kiemen	knol droge stof	kiem droge stof	glucose g	fructose f	sacch. s	red. suiker g + f	totaal suiker g+f+s
op 21-1-1975									
a/d 1	977	16	182	2.6	2.9	3.5	3.2	6.4	9.6
i/d 1	937	19	176	2.2	2.7	3.2	2.6	5.9	8.5
i/d 1/25	937	29	173	3.0	3.6	4.0	3.3	7.6	10.9
onder 1	986	11	205	1.5	2.4	2.5	3.0	4.9	7.9
onder 1/5	990	4	179	.5	4.6	5.7	4.2	10.3	14.5
onder 1/25	989	4	177	.5	5.0	6.2	4.0	11.2	15.2
op 4-3-1975									
a/d 1	948	29	165	5.5	4.7	2.8	2.9	7.5	10.4
i/d 1	943	37	195	3.4	2.2	1.4	1.4	3.6	5.0
i/d 1/25	870	23	170	3.3	4.0	1.5	2.4	5.5	7.9
onder 1	960	34	182	5.1	1.2	.7	1.2	1.9	3.1
onder 1/5	982	10	172	1.6	3.5	2.2	1.2	5.7	6.9
onder 1/25	985	7	163	1.3	3.5	2.2	1.2	5.7	6.9
op 14-4-1975									
a/d 1	915	42	164	8.4	3.5	4.8	1.7	8.3	10.0
i/d 1	764	49	151	6.3	3.5	3.1	1.4	6.6	8.0
i/d 1/25	823	17	167	3.8	3.5	3.7	2.0	7.2	9.2
onder 1	953	24	174	5.0	3.5	3.1	0.8	6.6	7.4
onder 1/5	966	7	176	1.7	4.9	4.3	1.1	9.2	10.3
onder 1/25	953	22	158	3.7	4.3	5.3	1.0	9.6	10.6

Fig. 1 De opstelling voor de bewaring onder stromende lucht met 0,5 of 25 ppm C_2H_4 en een rlv van 0,7; 0,8 of 0,9.



L = cylinder met perslucht (Hoekloos) of cylinder met perslucht met 5 of 25 ppm etheen (5 of 25 ml in 1000 L bij 1 atm.) (Matheson Gas Products / Hoekloos).

R = 2-traps compact laboratorium drukregelaar (Hoekloos).

wg = gaswasfles met glycerol-water mengsel (instellen rlv).

wl = lege gaswasfles als druppelvangner.

g = glycerol-water mengsel (% glycerol 64-53-35 → rlv 0,7-0,8-0,9).

cv = bijvoorbeeld Quickfit Culture Vessel FV2L met flat flange lid DA 5/75 en Cone (29/32) + 2 screw threads (size 24) MQ 1/4C.

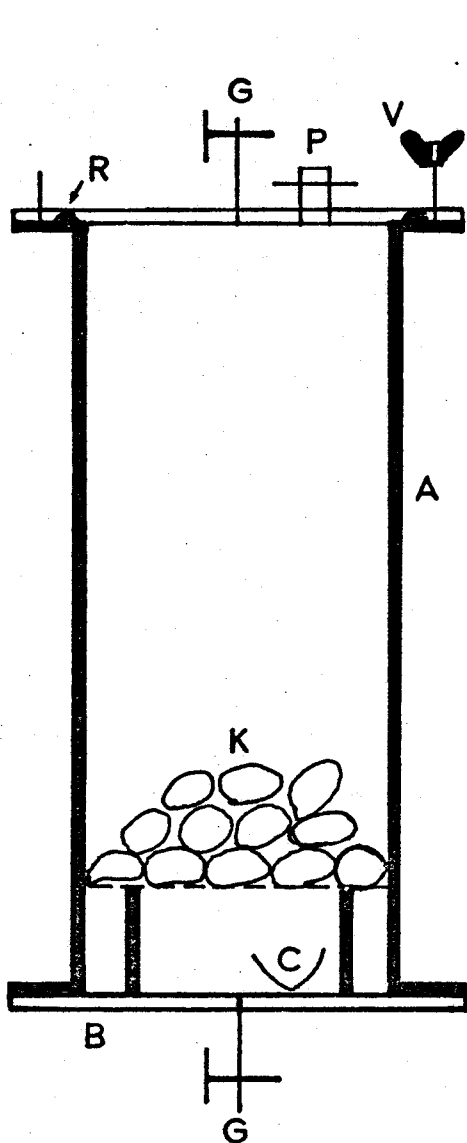
kn. = ca 1kg te bewaren knollen.

1.2 en 3 = volgorde waarin de Culture Vessels voor onderzoek worden afgehaakt.

S = soepel kunststof slang, ϕ 10 mm. d = 2 mm.

a = kanaal gasinjectienaald
 b = verwisselbaar septum
 c = afsluitschuif

t = 10 °C.



- G = Gaskraan
- P = Pierce injectie stuk
- V = Afsluit vleugelmoer
- R = Pakkingring
- A = Vinkaplast-akrylaatbuis
- B = Vinkaplast hard PVC
- C = CO₂ absorbens (Na OH tabletten)
- K = ca. 2 kg knollen

Fig. 2

De opstelling voor de bewaring in een container met lucht die 0 of 25 ppm C₂H₄ bevat.

Schaal 1 : 5. inhoud container ca 25 liter.

Fig. 3 t/m 6

Per bewaarproef worden tegen de bewaartijd uitgezet de *gk*-waarden, dat is het aantal gram per kilogram begingewicht op 24 november 1974.

De gewichten worden aangegeven door

K = knolgewicht

k = kiemgewicht

D = knol droge stof

Dk = kiem droge stof

g = glucose

f = fructose

s = saccharose

R = reducerende suiker = $g + f$

T = totaal suiker = $g + f + s$

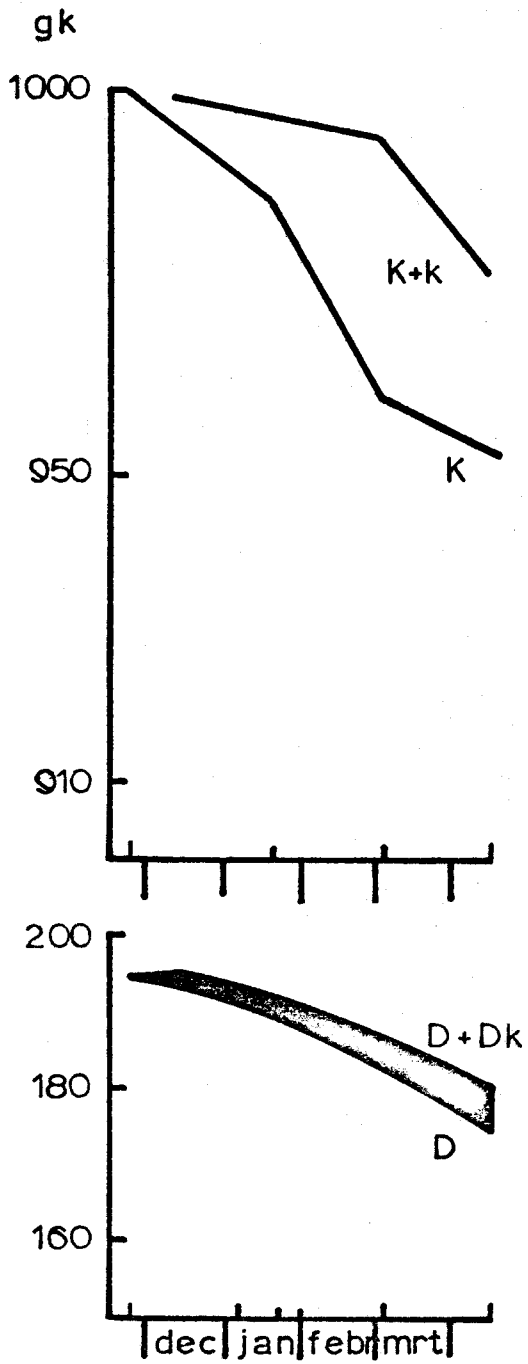
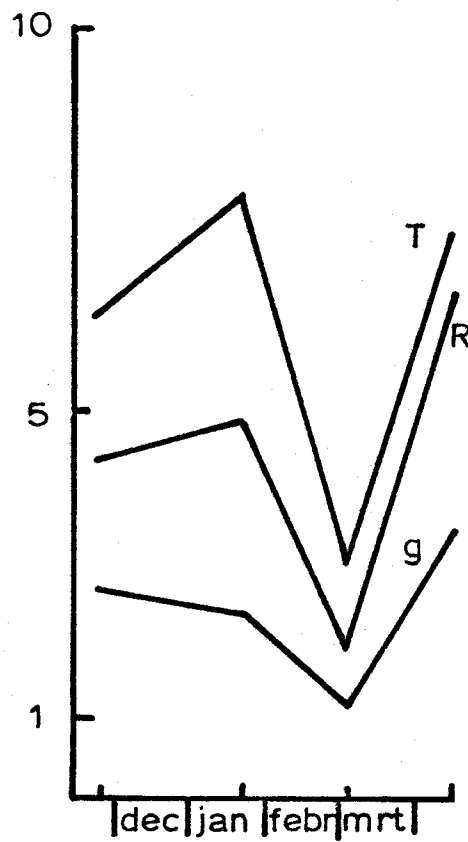


Fig. 3

De bewaring onder lucht met verschillende r_{lv} -waarden. Als voorbeeld $r_{lv}=0.9$. De andere grafieken zijn hieraan ongeveer gelijk.



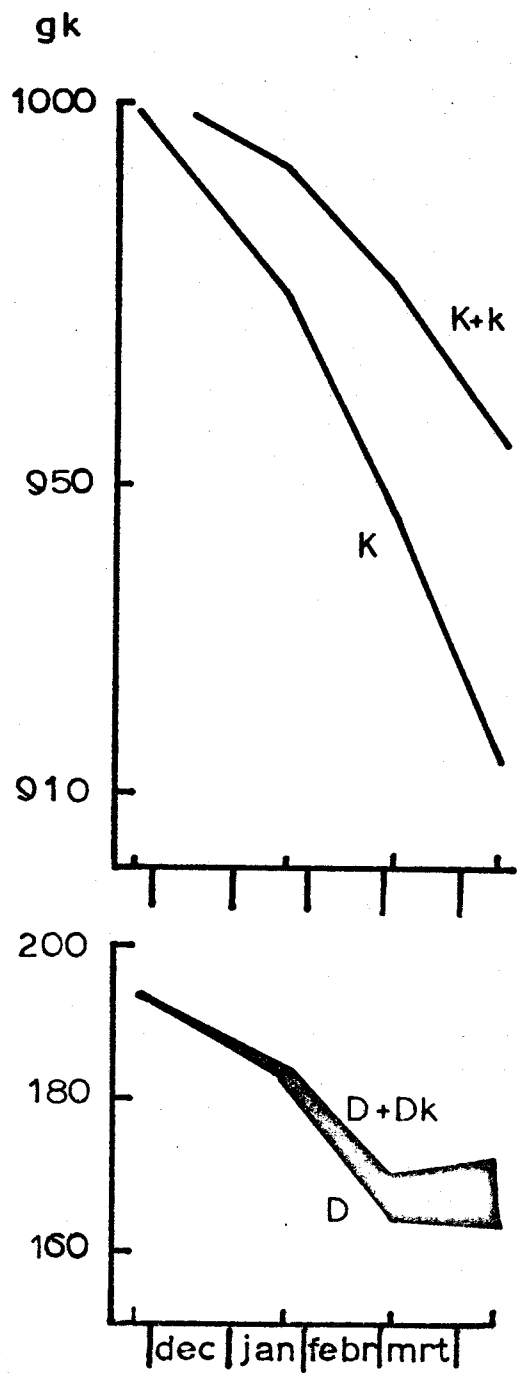
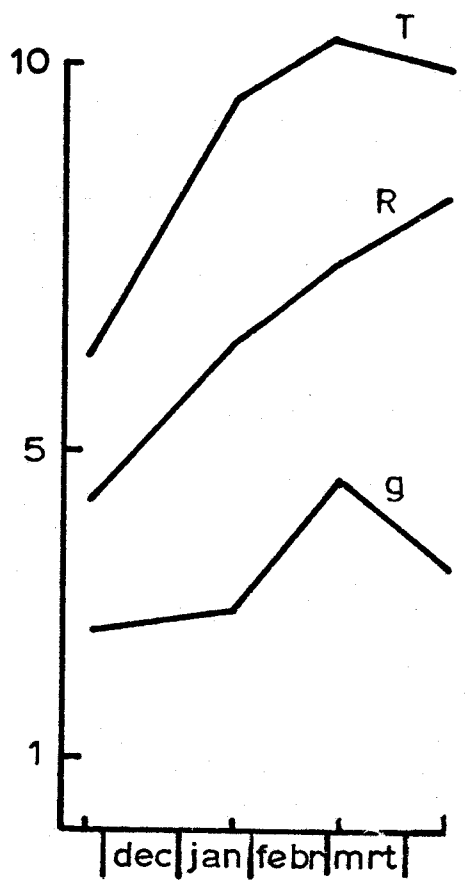


Fig. 4
De bewaring aan de lucht.



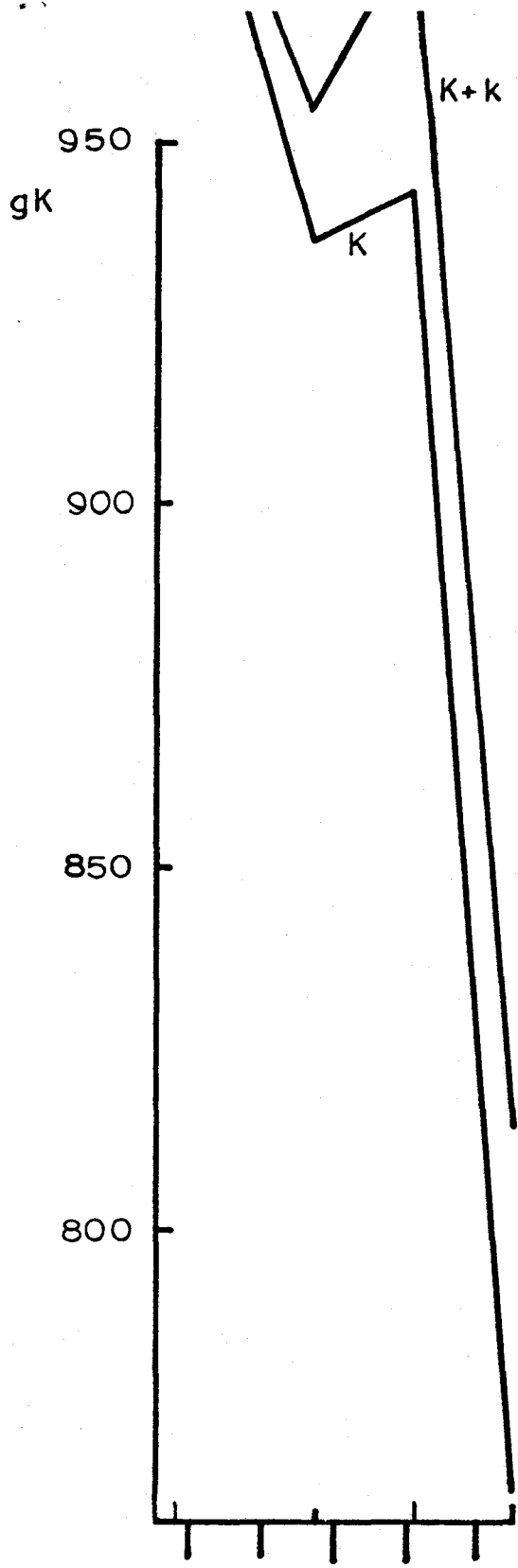


Fig. 5^a

De bewaring in een container met lucht (i/d ℓ).
 ℓ wordt om 1-2 weken ververs. CO₂ wordt geabsorbeerd

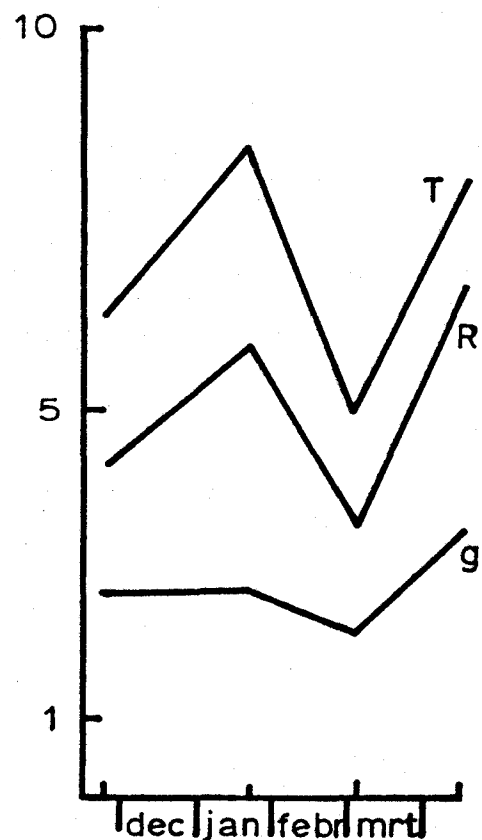
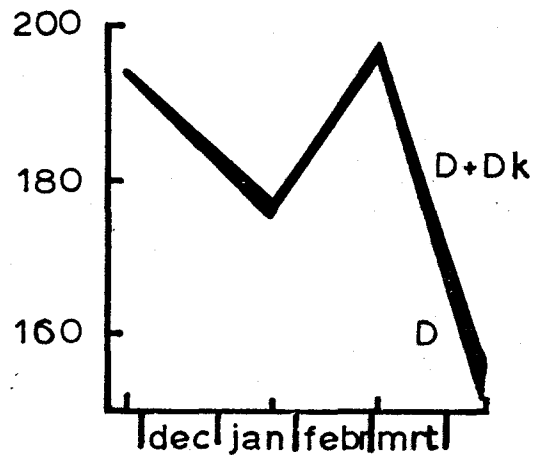


Fig. 5^b

De bewaring in een container met lucht waaraan 25 ppm C₂H₄ werd toegevoegd (1/d 1/25) 1/25 wordt om 1-2 weken ververs, CO₂ wordt geabsorbeerd.

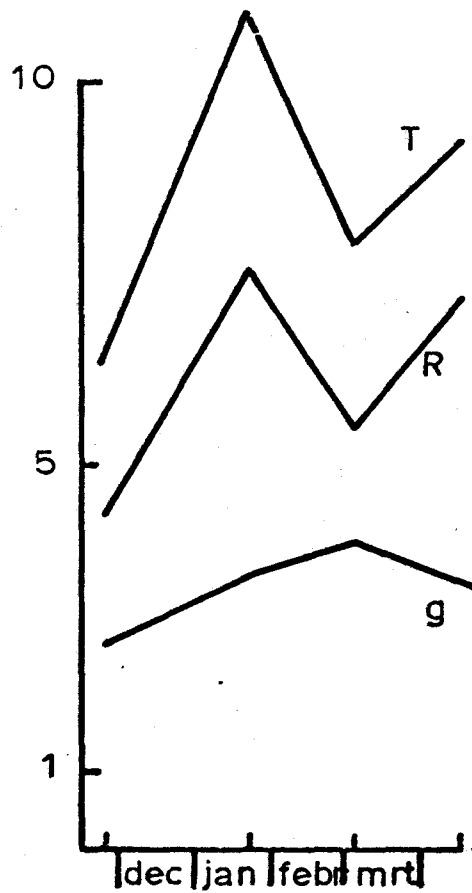
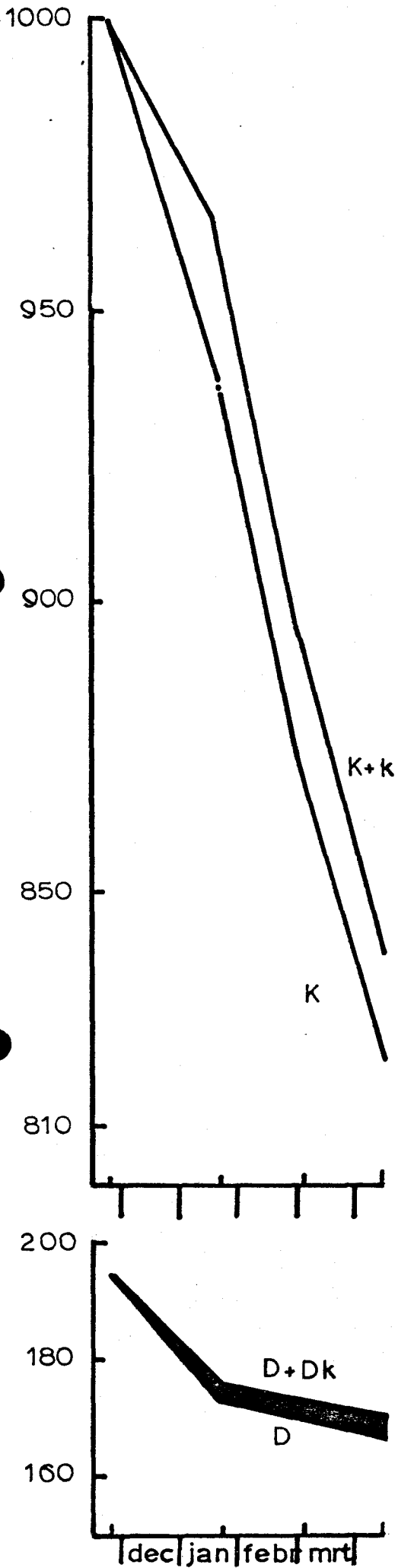


Fig. 6

De bewaring onder lucht met verschillende
etheen -toevoegingen.

Onder λ = onder lucht.
Onder λ 5 = onder lucht met 5 ppm etheen.
Onder λ 25 = onder lucht met 25 ppm etheen.
stroomsnelheid λ , λ 5 en λ 25 is 20 ml/min.

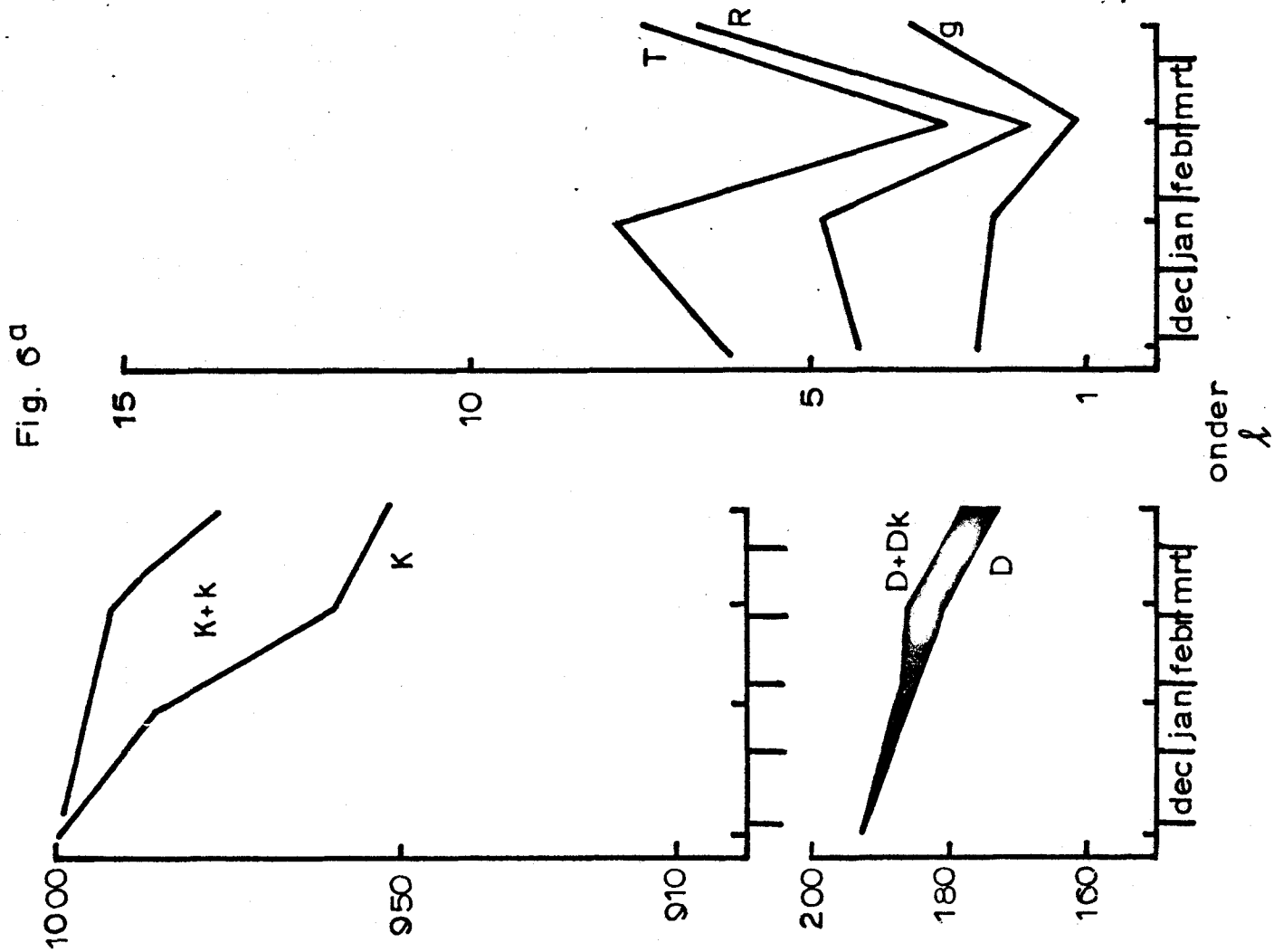
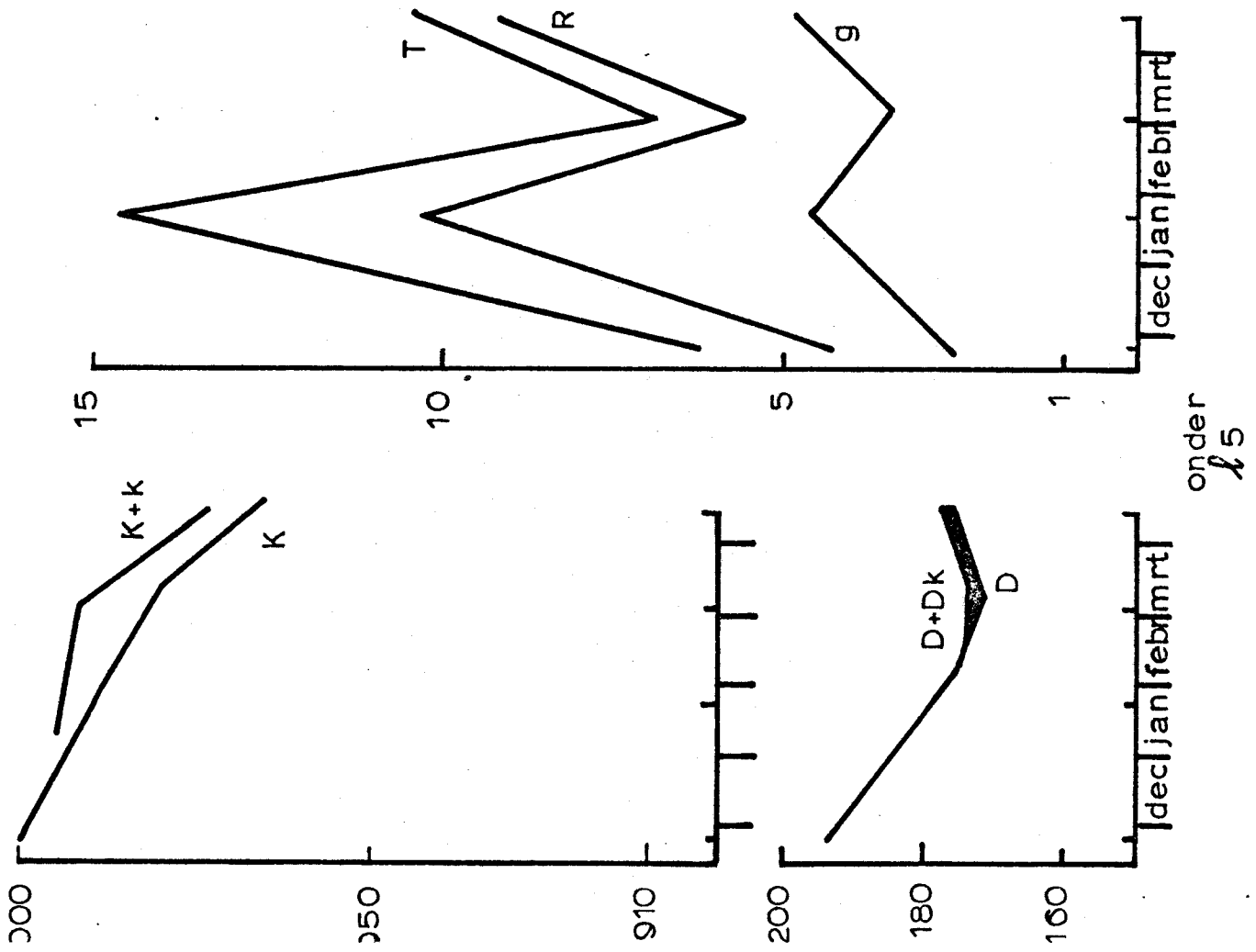
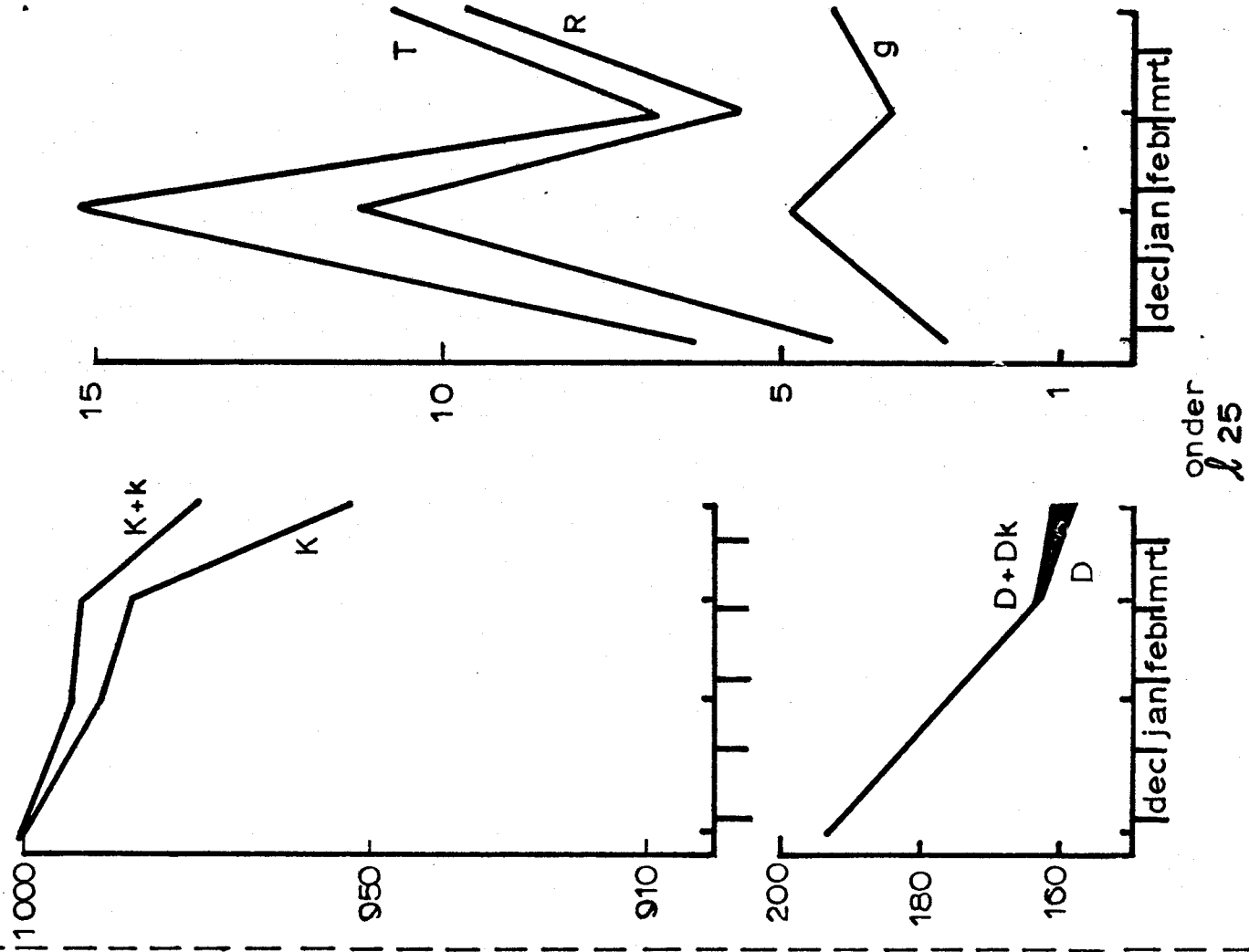


Fig. 6b



onder
5

Fig. 6c



onder
25

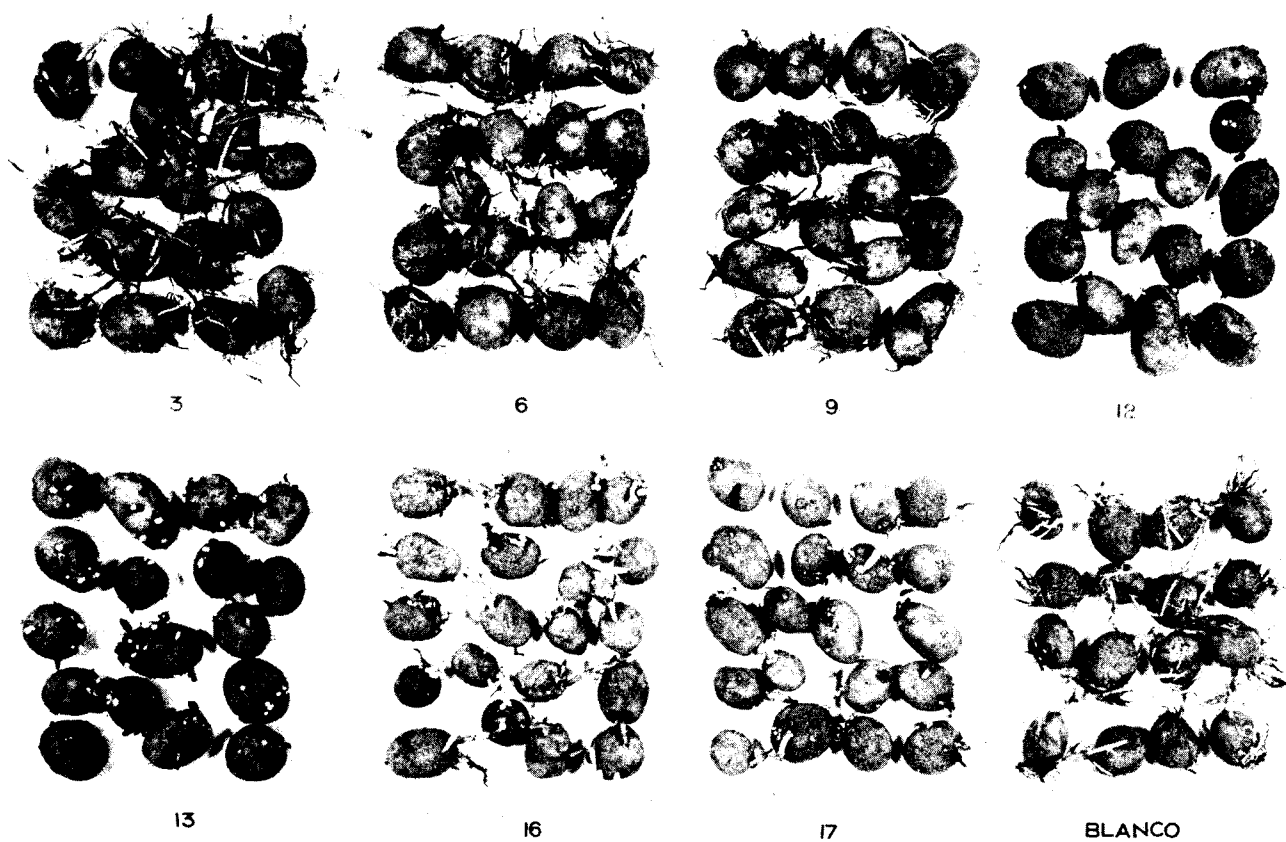


Fig. 7

Bewaring van Bintje knollen gedurende circa 140 dagen
(24/11'74 - 14/4'75) bij 10° C onder de volgende omstandigheden

nr.	opstelling	etheendoseering	relatieve luchtvochtigheid
3	onder lucht	-	0,7
6	onder lucht	-	0,8
9	onder lucht	-	0,9
12	onder lucht	5 ppm	0,9
13	onder lucht	25 ppm	0,9
16	i/d lucht	-	onbekend
17	i/d lucht	25 ppm	onbekend
blanco	a/d lucht	-	ca. 0,9