Vergelijking van enkele aspecten van de autoecologie van een aantal (blauw)grasland planten

Wietse de Boer

D 221

D 221

VERGELIJKING VAN ENKELE ASPECTEN VAN DE AUTOECOLOGIE VAN EEN AANTAL (BLAUW)GRASLANDPLANTEN

Verslag van een 7-maands doctoraalonderzoek Plantenoecologie

door Wietse de Boer

Begeleiding: Dr. D.M. Pegtel

januari 1981 , Haren.

Kerklaan 30
9750 AA

ALGEMEEN

De in dit verslag beschreven proeven zijn uitgevoerd in de periode september '79 - april '80.
Zoals de titel van het verslag al aangeeft is onderzoek gedaan aan een aantal plantensoorten voorkomende in blauwgraslandvegetaties of verstoorde blauwgraslandvegetaties (overgangen naar Calthion palustris).
Blauwgraslanden zijn vochtige, onbemeste hooilanden op zwakzure, tamelijk voedselarme veen- of venige zandgrond , soms op klei (Westhoff 1969). Als karakteristieke blauwgraslandvegetatie wordt door Westhoff (1969) de associatie van Spaanse ruiter en Pijpestrootje (Cirsio-Molinietum) genoemd. Een blauwgraslandvegetatie heeft een grote soortenrijkdom (hoge α-diversiteit).
Bemesting is een verstoring die kan leiden tot een verlaging van de α-diversiteit in blauwgraslanden; vooral fosfaatbemesting lijkt daarbij een belangrijke rol te spelen (o.a Hosper s.n). Door middel van een verschralend beheer (maaien en afvoeren) wordt getracht de oorspronkelijke (hoge) α-diversiteit te regenereren.

Met dit onderzoek heb ik getracht een bijdrage te leveren aan twee vraagstukken betreffende soortenrijke vegetaties.

1e: Hoe blijft een soortenrijke vegetatie soortenrijk? Met andere woorden : Hoe wordt een hoge α-diversiteit gehandhaafd ?
Eén van de mogelijke bijdragen is dat zaden van de verschillende plantensoorten niet gelijktijdig kiemen d.w.z dat er een spreiding in de tijd is van de soorten (zaden) die kunnen kiemen.
Onderzocht is of een dergelijke spreiding aangetoond kan worden voor soorten die voorkomen in bovengenoemde vegetaties. Dit onderzoek is beschreven in het eerste gedeelte van het verslag.

2e: Wat is het effekt van een (fosfaat)bemesting op een aantal blauwgraslandsoorten ? Is de verandering die door een bemesting te weeg wordt gebracht (Hosper s.n) te verklaren met de reaktie van de afzonderlijke soorten op een bemesting ?
Dit onderzoek is beschreven in het tweede gedeelte van het verslag.

INHOUDSOPGAVE

ALGEMEEN		3
DEEL 1 : KIEMING		4
	Samenvatting	5
I	Inleiding	6
II	Materiaal en methode	7
II.1	Verzamelplaatsen en -data	7
II.2	Uitvoering van de proeven	8
II.3	Bewerking van de resultaten	8
III	Resultaten	9
III.1	Algemeen	9
III.2	Zeggen	9
III.3	Kruiden	13
III.4	Grassen	16
III.5	Groepering van de soorten	19
III.6	Betrouwbaarheid van de berekende "R"	28
IV	Diskussie	28
IV.1	Interpretatie van de resultaten	28
IV.2	De kiemingssnelheid volgens Koller (1957)	30
V	Literatuur	31
DEEL 2 : BEMESTINGSPROEVEN EN ONTHOUDINGSPROEVEN		34
	Samenvatting	35
I	Inleiding	36
II	Materiaal en methode	39
II.1	Soorten en vindplaatsen	39
II.2	Proefopzet	39
II.3	Bepalingen	40
III	Resultaten	41
III.1	Reaktie van de plantesoorten op de reeks fosfaatgiften	41
III.2	Bodemchemische bepalingen	47
III.3	Correlatie met het gewas	50
III.4	Onthoudingsproeven	52
IV	Diskussie	55
IV.1	Potproeven	55
IV.2	Onthoudingsproeven	57
V	Literatuur	58

DEEL 1 : KIEMING

SAMENVATTING

Een kiemingsonderzoek is verricht aan 18 (overblijvende) plantesoorten afkomstig van blauwgraslandvegetaties (Cirsio -Molinietum) en verstoorde blauwgrasland vegetaties (overgangen naar Calthion palustris). De invloed van verschillende (konstante en wissel-) temperaturen op "vers" en gestratificeerd zaad is onderzocht en vergeleken.
Alle onderzochte soorten bleken een zeker percentage kiemkrachtig zaad te produceren. Het lijkt echter aannemelijk dat er een differentiatie in de tijd is m.b.t kieming van de jaarlijks door deze soorten geproduceerd zaden; een drietal groepen kon worden onderscheiden :

1) Zaad van een aantal soorten (Carex demissa, Carex disticha, Carex echinata, Carex hostiana, Carex nigra, Carex panicea, Thalictrum flavum en Sieglingia decumbens) bleek zonder stratificatie-behandeling een tijdlang (meer dan 100 dagen) niet of weinig ($<10\%$) te kiemen bij vrij lage ($\leq 20^{\circ}C$) temperaturen.
2) Zaad van een aantal soorten (Anthoxantum odoratum, Festuca ovina, Festuca rubra en Holcus lanatus) bleek zonder stratificatie behandeling het meest te kiemen bij vrij lage ($\leq 20^{\circ}C$) temperaturen.
3) Zaad van een aantal soorten (Centaurea pratensis, Cirsium dissectum, Plantago lanceolata, Prunella vulgaris, Agrostis canina en Nardus stricta) bleek zonder stratificatie behandeling weliswaar te kiemen ($>10\%$)bij vrij lage temperaturen, na stratificatie bleek echter significant meer te kiemen.

Dit kan als volgt geinterpreteerd worden:

ad 1) Het jaarlijks geproduceerde zaad van deze soorten zal nadat het op de bodem is gevallen niet meteen kiemen. De kieming van deze soorten wordt bovendien sterk gestimuleerd door wissel-temperatuur ; dit zou in verband kunnen staan met de hoge grondwaterstand in herfst en winter (buffering van temperatuur)in genoemde vegetaties. Het lijkt aannemelijk dat dit zaad voornamelijk in het voorjaar zal kiemen.

ad 2) Het jaarlijks geproduceerde zaad van deze soorten zal , wanneer er geen beperkende factoren zijn (licht , vocht etc) meteen kiemen.

ad 3) Het jaarlijks geproduceerde zaad van deze soorten zal voor een gedeelte meteen kiemen; het andere gedeelte kan niet meteen kiemen (voorjaar ?).

Op grond van dit onderzoek kan weinig gezegd worden over de bijdrage van de soorten aan het zaadkapitaal op langere (meer dan één jaar) termijn: De relatie tussen kieming en de voor deze problematiek zeer belangrijke factor licht is namelijk niet onderzocht.

I INLEIDING :

Aan kieming is reeds veel onderzoek gedaan. Men denke hierbij bijvoorbeeld aan kiemingsonderzoek waarbij nauw-verwante taxa met elkaar vergeleken worden(Aalbers 1980 , Blom 1979 , Pegtel 1976).
Ook kan kiemingsonderzoek aan vegetaties gedaan worden; kiemkracht en levensduur van de zaden van de verschillende soorten en tijdstip waarop kieming plaats kan vinden worden bij dergelijk onderzoek van groot belang geacht (Grime 1979).
Zo toonden Thompson et all (1979) voor een aantal vegetaties variatie aan in het zaadkapitaal voor de verschillende seizoenen. In verschillende graslandvegetaties bleken de grassen voor het merendeel in de herfst en nazomer te kiemen, de kruiden vooral in het voorjaar.
In dit onderzoek is o.a nagegaan of dit ook opgaat voor blauwgraslandvegetaties (Cirsio - Molinietum) en verstoorde blauwgraslandvegetaties (overgangen naar Calthion palustris). Daartoe zijn in het lab. kiemproeven gedaan met 18 soorten graslandplanten (Grassen, Kruiden en Zeggen, allemaal overblijvende soorten).
Aangezien de factor temperatuur als zeer belangrijk wordt beschouwd m.b.t kieming (o.a Vegis 1963),is deze factor als variabele genomen bij de proeven.
Van de relatie Kieming - Temperatuur is o.a het volgende bekend:

1) Dormancy: Zaden van veel soorten blijken in eerste instantie niet te kiemen. Pas na een zekere periode is kieming mogelijk. In gematigde klimaten valt deze periode voor een groot aantal overblijvende soorten samen met een voor de plantengroei minder geschikte periode : Winter (Vegis 1963). In het lab. wordt dit nagebootst door zaad gedurende een periode koel (0 - 10°C) en nat te bewaren (Stratificatie).

2) Invloed van wissel-temperaturen :
Een regelmatige wisseling van temperatuur blijkt vaak een stimulerende invloed te hebben op kieming (Thompson et all 1977, Vegis 1964). In sommige gevallen blijkt de wisseling op zich zelf de stimulerende factor; in andere gevallen blijkt een van de temperaturen waartussen gewisseld wordt, stimulerend (Toole 1956). Vers zaad van een aantal soorten blijkt zonder een zekere wisseling niet te kiemen (Thompson et all 1977). Na een rustperiode is de behoefte aan wisseling vaak verdwenen (Vegis 1964).

3) Directe invloed van de temperatuur:
Bij een bepaalde (optimum) temperatuur kiemt het meest. Dit is per soort verschillend en is verder afhankelijk van ouderdom en toestand van het zaad (o.a Gordon 1972).

Getracht is de invloed van verschillende temperatuurregimes op zaden van 18 soorten graslandplanten vast te stellen. Vervolgens is geprobeerd om aan te geven in welke mate het gevondene als oecologisch belangrijk kan worden beschouwd.

II MATERIAAL EN METHODE :

II.1 : Verzamelplaatsen en -data

Zaden zijn verzameld in blauwgraslandvegetaties in Friesland, welke in het beheer zijn van it Fryske Gea. Soorten , verzamelplaatsen en -data zijn vermeld in Tabel 1. Voor een beschrijving van de verzamelplaatsen wordt verwezen naar : U.G. Hosper. Doctoraalverslag. s.n.
Een korte beschrijving van de soorten is te vinden in bijlage 1.

TABEL 1 :

SOORT	VINDPLAATS	DATUM	DUUR VAN BEWAREN
Carex demissa	de Wyldlanden	27-6-'79	80 dagen
Carex disticha	de Oude Veenen	21-6-'79	85 "
Carex echinata	Princenhof	10-7-'79	70 "
Carex hostiana	Onlân fan Jelsma	2-7-'79	75 "
Carex nigra	Princenhof	16-8-'79	30 "
Carex panicea	Onlân fan Jelsma	27-6-'79	70 "
Agrostis canina	de Wyldlanden	14-8-'79	60 "
Anthoxantum odoratum	Onlân fan Jelsma	2-7-'79	80 "
Festuca rubra	Hokke's Ald Fean	12-7-79	70 "
Festuca ovina	Hokke's Ald Fean	12-7-'79	70 "
Holcus lanatus	Onlân fan Jelsma	2-7-'79	85 "
Nardus stricta	Hokke's Ald Fean	12-7-79	80 "
Sieglingia decumbens	Onlân fan Jelsma	18-7-'79	70 "
Centaurea pratensis	Hokke's Ald Fean	26-7-'79	55 "
Cirsium dissectum	Hokke's Ald Fean	11-7-'79	70 "
Plantago lanceolata	Hokke's Ald Fean	12-7-'79	75 "
Prunella vulgaris	Onlân fan Jelsma	30-7-'79	65 "
Thalictrum flavum	de Wyldlanden	4-8-'79	70 "

II.2 : Uitvoering van de proeven

Na het verzamelen van de zaden werden deze gedurende een zekere periode droog, donker en koel bewaard (5°C) (Tabel 1). Dit wordt algemeen als een goede methode van opslag beschouwd (o.a Harrington 1972).
Kiemproeven werden uitgevoerd met vers en gestratificeerd zaad (stratificatie-periode 100± 5 dagen bij 4°C) en wel als volgt : In een klimaatkast met een bepaald temperatuurregime werden petrischalen geplaatst. Per petrischaal lagen er 50 zaden op een met gedemineraliseerd water bevochtigd filtreerpapiertje (type Whatman no 2). De proeven werden per soort en per klimaatkast in triplo uitgevoerd.
De zaden werden aan verschillende temperatuurregimes onderworpen: konstante temperaturen (10,15,20,25 en 30°C) met 12 uur licht/ 12 uur donker en wisseltemperaturen (15/5,20/10,25/15,30/20 en35/25°C) met 12 uur hoge temperatuur en licht/ 12 uur lage temperatuur en donker. Proeven bij 35/25°C zijn alleen met "vers" zaad gedaan. De proeven duurden maximaal 150 dagen.
Gedurende de proefperiode werd het filtreerpapier vochtig gehouden, gekiemde en door schimmel aangetaste zaden werden verwijderd. Er werd om de dag of om de twee dagen op kieming gecontroleerd. Onder kieming werd verstaan: het door de zaadhuid breken van de kiemwortel.
De dag waarop de proef is ingezet is steeds als (0) aangehouden.

II.3 : Bewerking van de resultaten (vgls Koller 1957)

Om het grote aantal gegevens te verwerken is een methode gekozen waarmee snel gewerkt kon worden. De gekozen methode is reeds eerder beschreven door Koller (1957) en Aalbers (1980). Hier wordt volstaan met een beknopte beschrijving: Aangenomen wordt dat kieming uitgezet tegen de tijd voldoet aan een sigmoide. Verder wordt aangenomen dat kieming zich gedraagt als een normaal verdeelde grootheid zodat het gemiddelde kiemingstijdstip een symmetrische spreiding kent. Dan geldt bij benadering dat 2/3 van alle kiemingen binnen deze spreiding plaatsvindt. Dit komt overeen met het verschil tussen D 1/6 (de dag waarop 1/6 van alle kiemingen heeft plaats gevonden) en D 5/6 (de dag waarop 5/6 van alle kiemingen heeft plaatsgevonden).
Zijn deze aannamen juist, dan kan hieruit de volgende formule worden gevonden:

$$R = \frac{2P/3}{\bar{D}}$$

waarin "R" = Rate of germination, de kiemingssnelheid (%/dag)
"P" = Het uiteindelijk kiemingspercentage
"$\bar{D}$" = D 5/6 - D 1/6

Met alleen de R(ate) is de kieming onvoldoende beschreven. Volledigheidshalve wordt de kieming daarom beschreven met "R","P" en "S" (start of germination = D 1/6).

Bij kiemproeven heeft men te maken met een continu proces , de waarnemingen zijn echter discontinu, vandaar dat de waarden voor D 1/6 en D 5/6 berekend zijn uit de waargenomen waarden.
De gebruikte methode voor de berekening van de kiemingssnelheid is op z'n betrouwbaarheid getoetst , X^2- toets (a= 0.05).
Tenslotte zijn verschillen in kiemingspercentage op significantie getoetst m.b.v Students t - toets.

III RESULTATEN :

III.1 : Algemeen

De resultaten van de kiemproeven worden als volgt in tabelvorm vermeld:

Het uiteindelijk kiemingspercentage	"P"	: Tabel 2 en 3
Begin van de kieming	"S"	: Tabel 4 en 5
Kiemingssnelheid	"R"	: Tabel 6 en 7

"P" en "S" zijn voor alle soorten grafisch weergegeven : Fig. 1 t/m 6

Van alle soorten worden in het kort de resultaten beschreven. Hierbij zullen een aantal afkortingen worden gebruikt :

$10^{o}C$, $15^{o}C$ etc = Kiemingspercentage dat gedurende de proefperiode bereikt wordt bij een temperatuurregime van $10^{o}C$, $15^{o}C$ etc

g = gestratificeerd zaad
ng = ongestratificeerd zaad
> = hoger dan
< = lager dan
a = significantienivo waarvoor getoetst is
n.s = niet significant

Alle beweringen zijn uiteraard alleen geldig voor de proefperiode.

III.2 : Zeggen

Carex demissa (Fig 1) :

"P" : Ongestratificeerd zaad kiemt slecht bij konstante temperatuur. Na stratificatie zijn de kiemingspercentages bij konstante temperatuur duidelijk hoger ($g20^{o}C > ng20^{o}C$; a = 0.001).
De invloed van wissel-temperatuur is duidelijk voor ongestratificeerd zaad (ng30/20 > ng30, ng25 en $ng20^{o}C$; a= 0.001), maar is voor gestratificeerd zaad bij de hoogste temperaturen verdwenen (g30/20 < ng30 en ng $25^{o}C$; n.s , g 30/20 > $g20^{o}C$; n.s). Zowel bij konstante - als wisseltemperaturen is een optimum temperatuur verlaging gevonden na stratificatie.

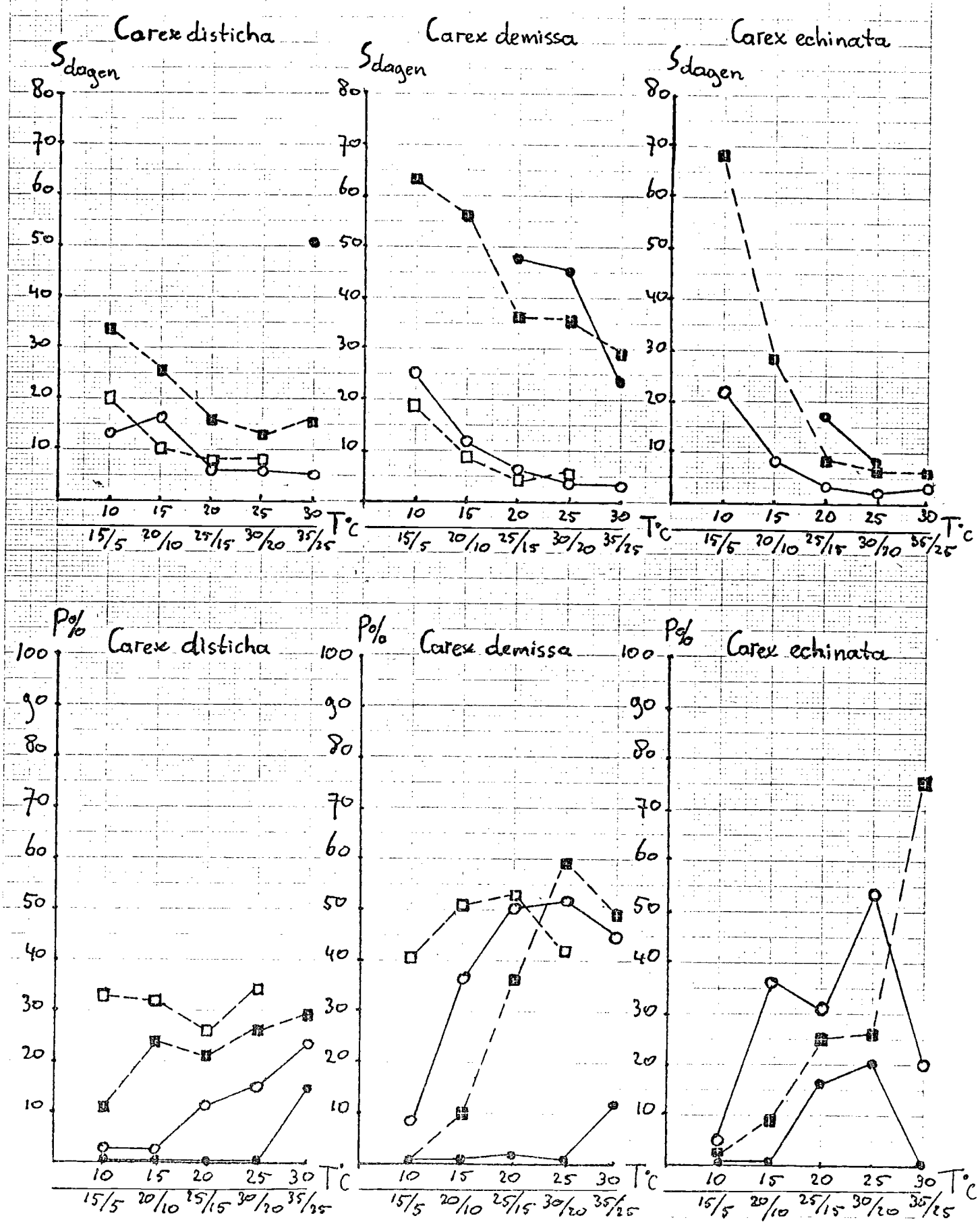
"S" : Zowel bij ongestratificeerd als gestratificeerd zaad treedt kieming het eerst op bij de hoogste temperatuur. Gestratificeerd zaad kiemt eerder dan ongestratificeerd zaad.

"R" : De hoogste kiemingssnelheden zijn gevonden voor de hoogste temperaturen.

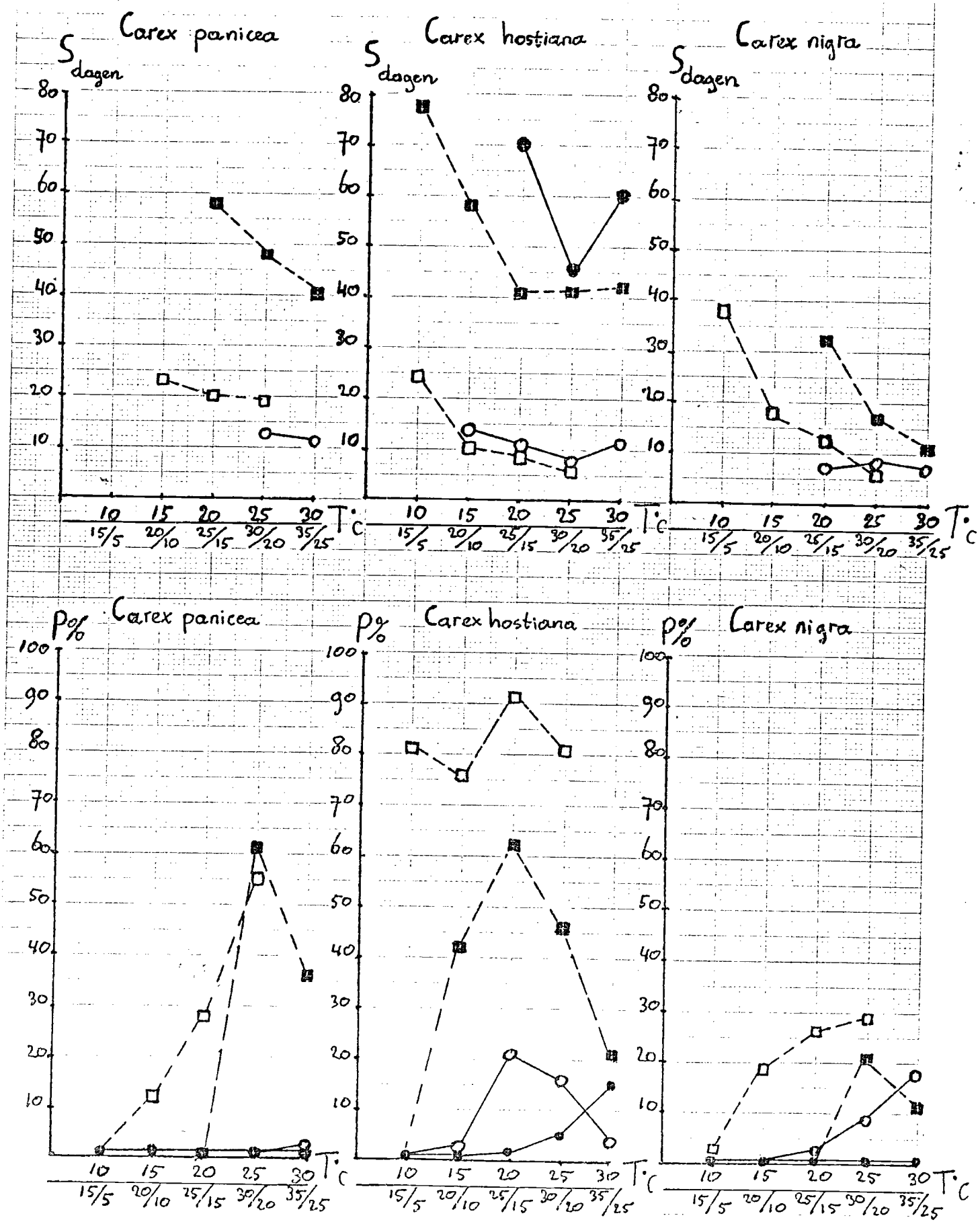
Carex disticha (Fig 1) :

"P" : Ongestratificeerd zaad kiemt niet bij konstante temperatuur (alleen bij $30^{o}C$), gestratificeerd zaad doet dit wel; de kiemingspercentages liggen echter laag. Kieming van ongestratificeerd zaad vindt wel bij alle wissel-temperaturen plaats, de percentages liggen echter hoger na stratificatie (g20/10 > ng 20/10 ; a = 0.05).

FIGUUR 1 : Boven "S" tegen T. , onder "P" tegen T.



FIGUUR 2 : Boven "S" tegen T , onder "P" tegen T .



De invloed van wissel-temperatuur is voor gestratificeerd zaad alleen duidelijk bij de laagste temperaturen (g20/10 > g20,g15 en g10°C ; a = 0.001, g30/20 > g30 en g25°C ; n.s).

"S" : Verschillen tussen gestratificeerd en ongestratificeerd zaad zijn wel aanwezig maar minder duidelijk dan bij de vorige soort.

"R" : Lage kiemingssnelheden; geringe toename bij hogere temperaturen.

Carex echinata :(Fig. 1) :

"P" : Zowel voor als na stratificatie werd een optimum temperatuur van25°C waargenomen. Na stratificatie worden wel hogere kiemingspercentages gevonden (g25 > ng25°C ; a = 0.01).
De combinatie stratificatie/wissel-temperatuur is niet gedaan wegens gebrek aan goed zaad.

"S" : Ook bij deze soort wordt een positieve invloed van zowel stratificatie als hoge temperatuur gevonden.

"R" : De kiemingssnelheid ligt na stratificatie veel hoger dan bij de voorgaande soorten.

Carex hostiana (Fig. 2) :

"P" : Ongestratificeerd zaad kiemt niet bij de laagste konstante temperaturen. Na stratificatie is een verlaging van de optimum opgetreden (g20 > ng20 ; a = 0.001). Wissel-temperatuur blijkt zowel voor als na stratificatie hogere kiemingspercentages op te leveren (ng 30/20 > ng30 ; a = 0.01, ng 30/20 > ng 25,ng 20°C ; a = 0.001, g30/20 > g30,g25 en g20°C ; a = 0.001).

"S" : Gestratificeerd zaad begint eerderte kiemen dan ongestratificeerd zaad. Kieming van ongestratificeerd zaad begint het eerst bij de hoogste temperatuur.

"R" : De combinatie gestratificeerd zaad/ wissel-temperatuur levert de hoogste kiemingssnelheden op.

Carex nigra (Fig. 2) :

"P" : Ongestratificeerd zaad kiemt niet bij konstante temperatuur, gestratificeerd zaad kiemt alleen bij de hoogste konstante temperaturen. Wissel-temperatuur heeft een duidelijk positieve invloed op het uiteindelijk kiemingspercentage (ng 30/20 > ng30,ng25 en ng20 ; a = 0.001, g30/20 > g30 ; a = 0.02, g30/20 > g25 ; a = 0.01, g30/20 > g20°C ; a = 0.001).
Opvallend zijn de lage kiemingspercentages zowel voor als na stratificatie.

"S" : De positieve invloed van stratificatie is hier minder duidelijk dan bij de vorige soort.

"R" : De kiemingssnelheid neemt enigzins toe bij hogere temperatuur.

Carex panicea (Fig. 2)

"P" : Ongestratificeerd zaad kiemt niet bij konstante temperatuur,wel bij de hoogste wissel-temperaturen. Ook na stratificatie blijkt bij wisseltemperatuur meer kieming plaats te vinden dan bij konstante temperatuur, (g30/20 > g30,g25 en g20°C ; a = 0.001).
Bij de laagste temperatuurregimes vindt ook na stratificatie geen kieming plaats.

"S" : Gestratificeerd begint eerder te kiemen dan ongestratificeerd zaad. Kieming van ongestratificeerd zaad begint het eerst bij de hoogste temperatuur.

"R" : De kiemingssnelheid is in alle gevallen laag.

III.3 : Kruiden

Centaurea pratensis (Fig.3) :

"P" : Bij alle temperatuurregimes vindt kieming plaats, zowel voor als na stratificatie. Een positieve invloed van stratificatie is alleen waargenomen bij de laagste temperaturen (gl0 > ngl0 ^{o}C ; a = 0.01). Wissel-temperaturen leveren geen hogere kiemingspercentages op (ng20/10 > ngl0 ; a = 0.05 , ng 20/10 > 20, 15 ^{o}C ; n.s).

"S" : Ongestratificeerd zaad begint veelal binnen 5 dagen te kiemen. Gestratificeerd zaad begint vaak al na een paar uur te kiemen.

"R" : De kiemingssnelheden liggen erg hoog. Stratificatie geeft bij konstante temperaturen hogere kiemingssnelheden te zien, dit is niet waargenomen bij wissel-temperaturen.

Cirsium dissectum (Fig.3) :

"P" : Vers zaad kiemt het beste bij hoge temperatuur, na stratificatie worden er alleen bij de laagste temperaturen hogere kiemingspercentages gevonden (gl0 > ngl0 ; a = 0.05, gl5 > ngl5 ; a = 0.01 , gl5/5 > ngl5/5 ^{o}C ; a = 0.001). Een positieve invloed van wissel-temperatuur is ook alleen bij de laagste temperatuurregimes waargenomen (ng20/10 > ng20, ngl5 en ngl0 ; a = 0.001 , gl5/5 > gl0 , gl5 ; a = 0.001).

"S" : Zowel stratificatie als hoge temperaturen hebben een positieve invloed.

"R" : Komt overeen met Centaurea pratensis

Plantago lanceolata (Fig. 3) :

"P" : Stratificatie geeft een duidelijke stimulatie te zien (gl5 > ngl5 ; a = 0.001 , g30 > ng30 ; a = 0.01 , gl5/5 > ngl5/5 ^{o}C ; a = 0.001). Wissel-temperatuur levert geen hogere kiemingspercentages op (ng 20/10 > ng 20, ngl5 en ng 10 ^{o}C ; n.s). Ongestratificeerd zaad kiemt het beste bij de hoogste temperatuur.

"S" : Ongestratificeerd zaad kiemt het eerst bij 20 ^{o}C.

"R" : Ongestratificeerd zaad heeft over het algemeen een lage kiemingssnelheid, na stratificatie liggen de kiemingssnelheden vele malen hoger.

Prunella vulgaris (Fig. 4) :

"P" : Ongestratificeerd zaad kiemt het best bij hoge temperaturen. Stratificatie heeft allen bij de laagste temperaturen een stimulerend effekt (gl0 > ngl0 ; a = 0.01 , g20 > ng20 ; n.s , gl5/5 > ngl5/5 ; a = 0.001). De combinatie wissel-temperatuur / stratificatie levert de hoogste kiemingspercentages op (gl5/5 > ngl5 , gl0 en gl5 ^{o}C ; a = 0.001). Wissel-temperatuur levert voor ongestratificeerd zaad echter geen hogere kiemingspercentages op (ng 20/10 > ng 10 ; a = 0.001 , ng 20/10 > ngl5 ; a = 0.01 , ng20/10 < 20 ^{o}C ; n.s).

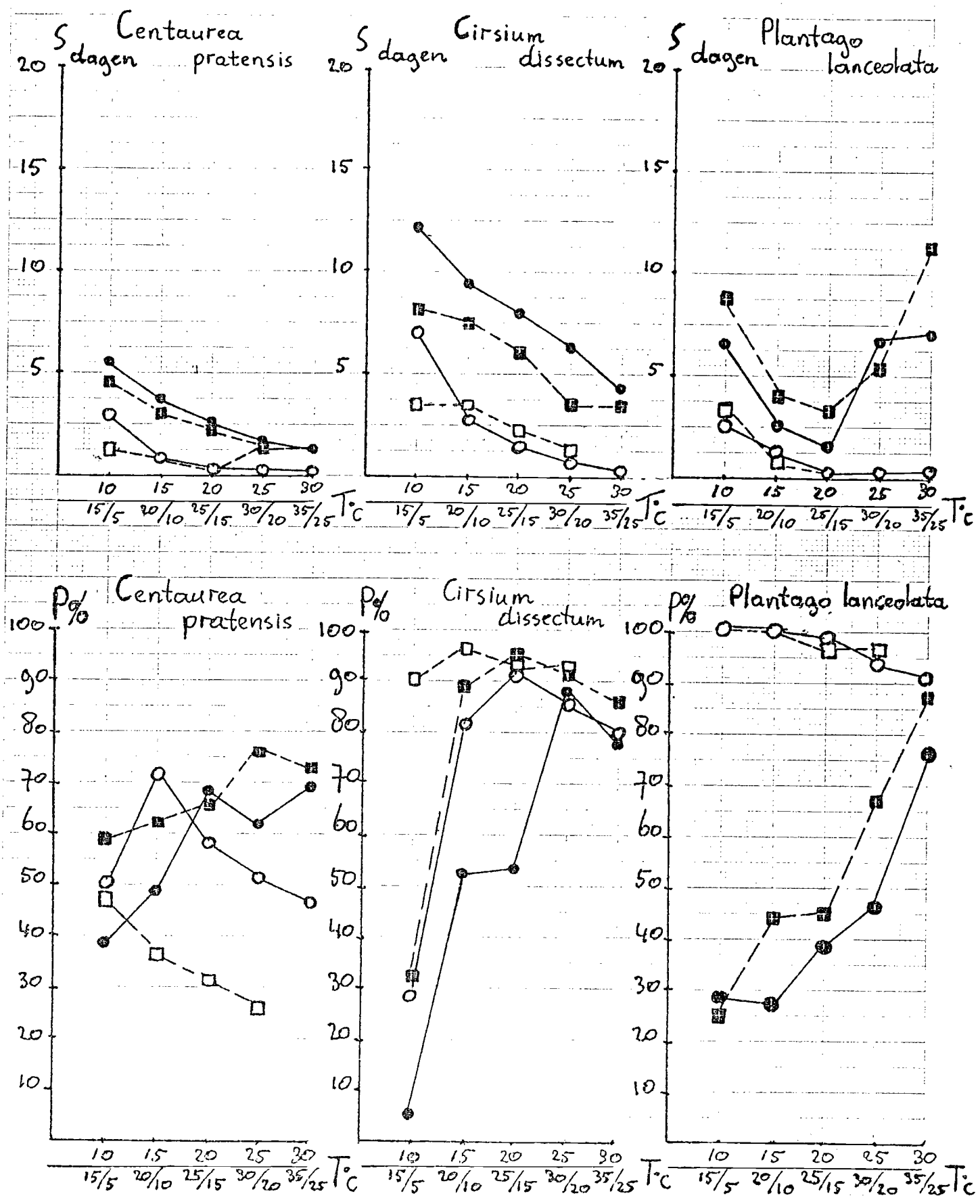
"S" : Stimulatie t.g.v stratificatie is het meest duidelijk voor de laagste temperaturen.

"R" : Stratificatie en hoge temperaturen zijn stimulerend.

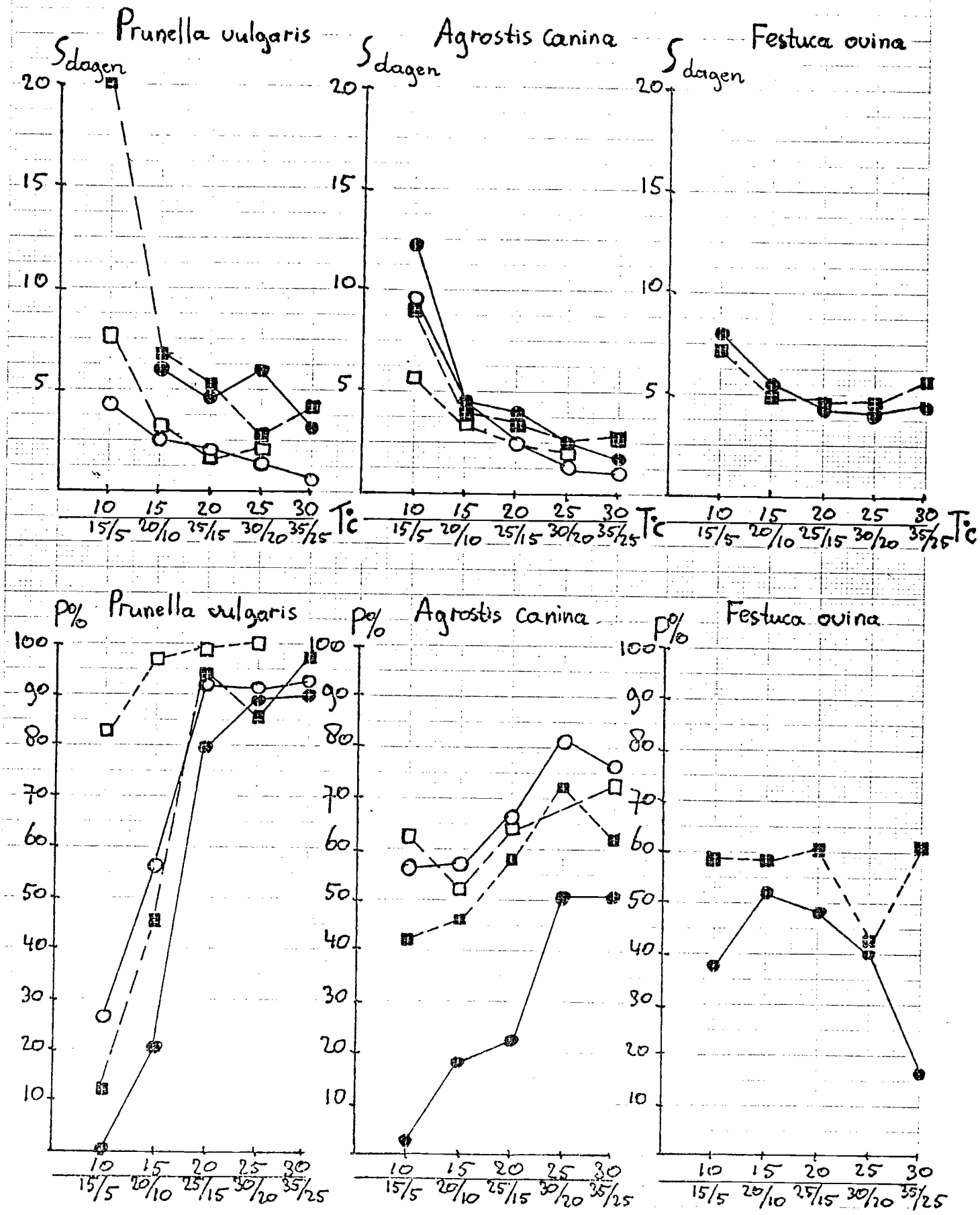
Thalictrum flavum (Fig. 6)

"P" : Ongestratificeerd zaad kiemt niet bij lage temperatuur. Na stratificatie is het trajekt waarover kieming plaats kan vinden verbreed (gl5 > ngl5 ; a = 0.001). Wissel-temperatuur is alleen duidelijk stimulerend bij de laagste temperaturen (g20/10 > g20, gl5 en gl0 ^{o}C ; a = 0.001).

FIGUUR 3 : Boven "S" tegen T , onder "P" tegen T.



FIGUUR 4 : Boven "S" tegen T , onder "P" tegen T.



"S" : Stimulatie door hoge temperaturen is duidelijk aanwezig.
"R" : Stratificatie en hoge temperaturen zijn stimulerend.

III.4 : Grassen

Agrostis canina (Fig. 4) :

"P" : Zowel voor als na stratificatie worden de hoogste kiemingspercentages bij de hoogste temperaturen gevonden. Wissel-temperatuur stimuleert de de kieming van ongestratificeerd zaad (ng 20/10 > ng20 ; a = 0.02 , ng20/10 > ng15 en ng10°C ; a = 0.001) , deze stimulatie wordt niet gevonden voor gestratificeerd zaad.
Stratificatie geeft alleen hogere kiemingspercentages bij konstante temperatuurregimes (g15 > ng15°C ; a = 0.01) , bij wissel-temperatuurregimes is dat niet het geval.
"S" : Er is geen effekt van stratificatie geconstateerd, wel een temperatuurseffekt.
"R" : Ongestratificeerd zaad kiemt het snelst bij wissel-temperatuur.
Stratificatie geeft hogere kiemingssnelheden bij konstante temperatuur, bij wissel-temperatuur is dit effekt niet aanwezig.

Anthoxantum odoratum (Fig. 5) :

"P" : Tijdens de stratificatie periode is het grootste gedeelte van de zaden gekiemd , proeven met gestratificeerd zaad waren derhalve niet mogelijk. Significante verschillen tussen de kiemingspercentages bij de verschillende temperatuurregimes zijn niet gevonden.
"S" : Kieming treedt het eerst (± 4 dagen) op bij 25°C en 25/15°C .
"R" : De laagste kiemingssnelheden worden gevonden bij de hoogste temperaturen.

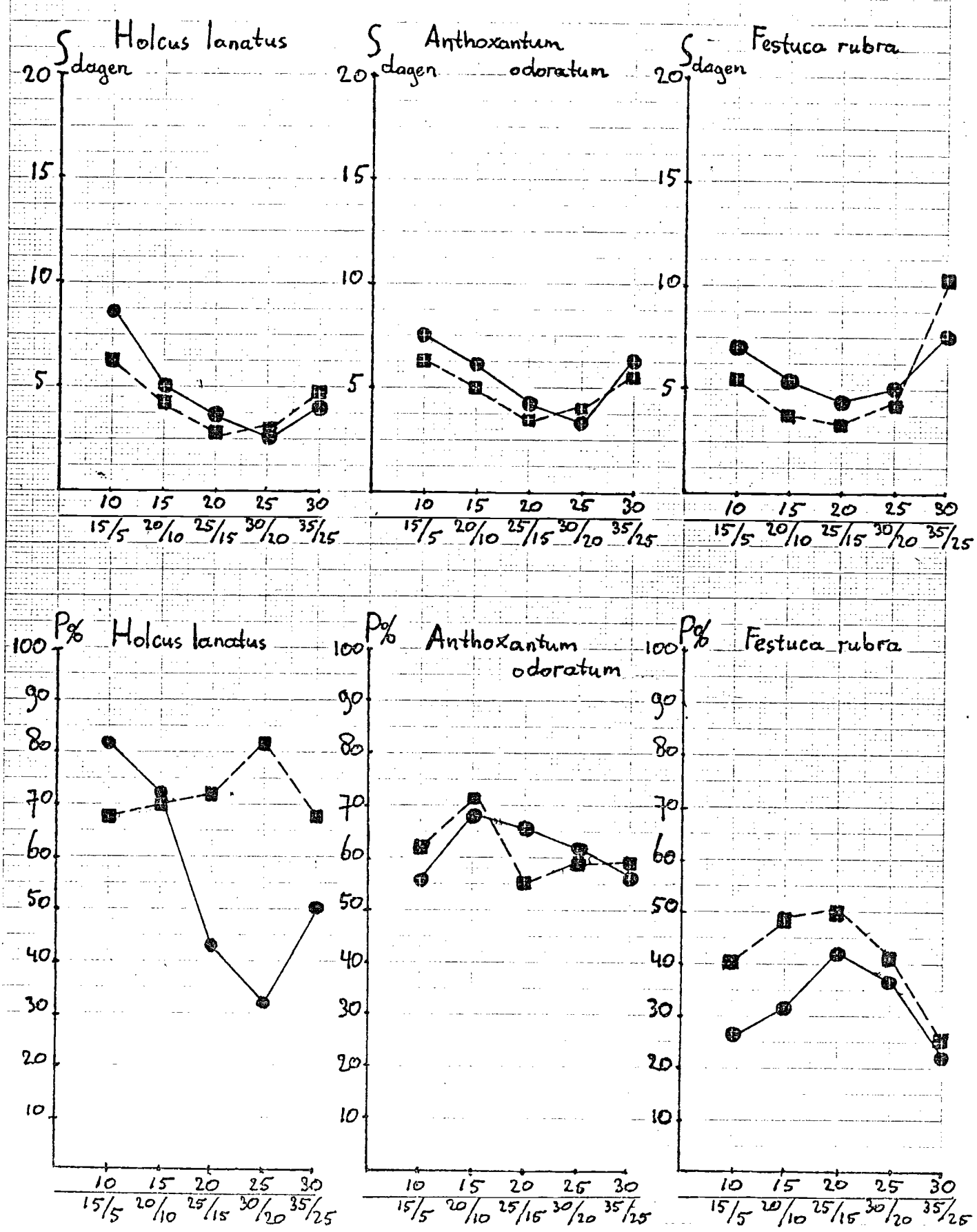
Festuca ovina (Fig. 4) :

"P" : Proeven met gestratificeerd zaad zijn niet gedaan (vgl. Anthoxantum odoratum).
Konstante hoge temperaturen werken remmend op de kieming (ng10 en ng15 > ng30 ; a = 0.01) , hoge wissel-temperaturen (35/25°C) vertonen dit remmend effekt niet.
Wissel-temperatuur is i.v.m konstante temperatuur niet stimulerend.
"S" : Weinig verschil tussen de temperatuurregimes, kieming begint na ± 5 dagen.
"R" : Hoge temperaturen werken remmend.

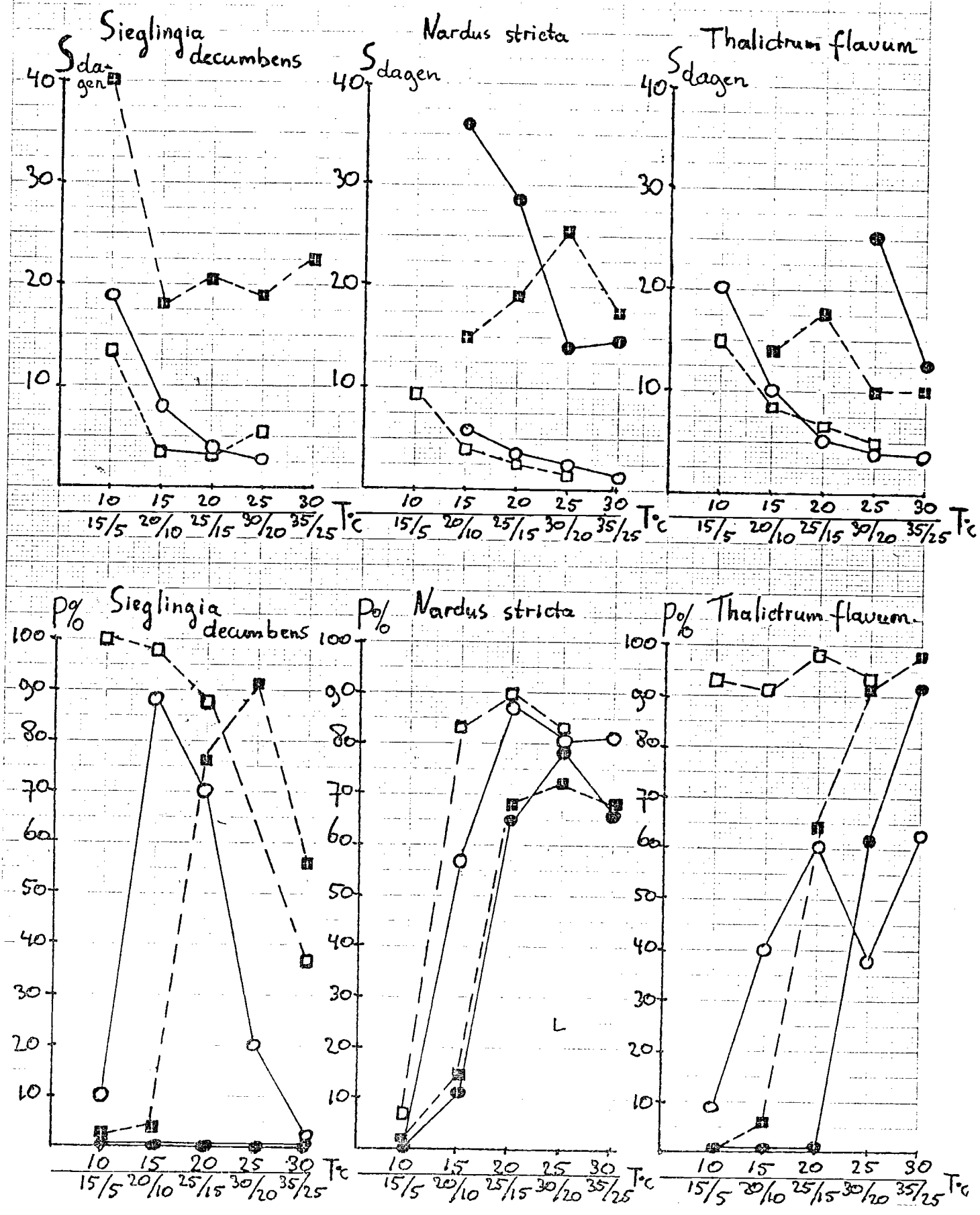
Festuca rubra (Fig. 5)

"P" : Proeven met gestratificeerd zaad zijn niet gedaan (vgl. Anthoxantum odoratum).
Lage kiemingspercentages zijn gevonden bij alle temperatuurregimes.
Het optimum voor 20°C blijkt significant (ng20> ng10 en ng30°C ; a = 0.05).
Wissel-temperatuur heeft geen significant stimulerend effekt.
"S" : Weinig verschil tussen de temperatuurregimes , kieming begint na ± 7 dagen.
"R" : Hoge temperaturen leveren lage kiemingssnelheden op.

FIGUUR 5 : Boven "S" tegen T , onder "P" tegen T.



FIGUUR 6 : Boven "S" tegen T , onder "P" tegen T



ongestrat./konstante temp. ongestr. / Wissel-temp.

gestrat./ konstante temp. gestr. / Wissel-temp.

Holcus lanatus (Fig. 5) :

"P" : Proeven met gestratificeerd zaad zijn niet gedaan (vgl. Anthoxantum odoratum).
Bij konstante temperatuur leveren de laagste temperaturen de hoogste kiemingspercentages op (ng 10 > ng30 ; a = 0.002), bij wissel-temperaturen is dat niet gevonden.

"S" : Weinig verschil tussen de temperatuurregimes, kieming begint na ± 7 dagen.

"P" : Een temperatuurseffekt is nauwelijks aanwezig.

Nardus stricta (Fig. 6) :

"P" : Zowel voor als na stratificatie vindt geen kieming plaats bij 10°C.
De meeste kieming vindt bij de hoogste temperaturen plaats.
Stratificatie heeft in een aantal gevallen een stimulerend effekt (g20/10 > ng20/10 ; a = 0.001 , g15 > ng15 ; a = 0.01).
Wissel-temperatuur levert geen significante hogere kiemingspercentages op.

"S" : Gestratificeerd zaad begint eerder te kiemen.

"R" : Na stratificatie liggen de kiemingssnelheden hoger.

Sieglingia decumbens (Fig.6) :

"P" : Ongestratificeerd zaad kiemt alleen bij wissel-temperaturen. Na stratificatie vindt wel kieming plaats bij konstante temperaturen, de hoogste temperaturen blijken dan echter remmend te werken.
Deze remmende werking , na stratificatie , is ook bij hoge wissel-temperaturen gevonden (g30/20 < ng30/20°C ; a = 0.001).
Zowel wissel-temperatuur als stratificatie stimuleren de kieming (ng25/15 > ng25, ng20 en ng15 ; a = 0.001 , g15 > ng15 ; a = 0.001 , g 15/5 > ng15/5°C ; a = 0.001).

"S" : Gestratificeerd zaad begint eerder te kiemen.

"R" : Stratificatie werkt alleen stimulerend. bij de laagste temperaturen.

III.5 : Groepering van de soorten.

Op grond van de hiervoor beschreven resultaten blijkt dat er verschillen bestaan mbt de kieming tussen de verschillende soorten. De belangrijkste verschillen worden hier genoemd:

1. Ongestratificeerd zaad kiemt niet of relatief* weinig bij konstante temperatuur.
   Dit geldt voor : Carex demissa , Carex disticha , (Carex echinata) , Carex nigra , Carex hostiana , Carex panicea , Thalictrum flavum, Sieglingia decumbens.
   Dit geldt niet voor : de rest.
2. Na stratificatie is het trajekt waarover kieming plaats kan vinden verbreed en/of er heeft zich een verschuiving voorgedaan van de optimum temperatuur:
   Dit geldt voor : Alle soorten waarvoor stratificatieproeven zijn uitgevoerd.
3. Wissel-temperatuur geeft significant hogere kiemingspercentages zowel voor als na stratificatie.
   Dit geldt voor : Carex demissa , Carex disticha , Carex hostiana , Carex nigra , Carex panicea , Thalictrum flavum , Sieglingia decumbens.
   Dit geldt niet voor : de rest.

* = t.o.v het hoogste kiemingspercentage dat bij een of andere temperatuur voor of na stratificatie bereikt wordt.

Tabel: 2

"P": Het uiteindelijk kiemingspercentage dat gevonden werd voor ongestratificeerd zaad.

Soort \ Temp. °C	10	15	20	25	30	15/5	20/10	25/15	30/20	35/25
Carex demissa	0	0	1.3	0.7	12.7	0.7	10.7	36.0	58.0	49.3
Carex disticha	0	0	0	0	14.7	11.3	24.7	22.7	26.7	28.7
Carex echinata	0	0	16.0	20.7	0	2.0	9.3	25.3	26.7	76.7
Carex hostiana	0	0	0.7	5.3	16.7	0.7	44.0	64.0	46.0	21.3
Carex panicea	0	0	0	0	0	0	0	0.7	61.3	36.0
Carex nigra	0	0	0	0	0	0	0	2.0	23.3	12.0
Agrostis canina	4.0	18.0	23.3	50.7	50.7	42.7	46.0	58.7	72.7	62.7
Anthoxantum odor.	56.7	68.7	66.0	62.0	56.0	62.7	69.3	55.3	61.3	59.3
Festuca ovina	38.7	53.3	47.3	40.0	16.7	58.7	58.0	60.7	42.7	61.3
Festuca rubra	26.7	31.3	41.3	36.0	22.0	40.0	49.3	50.0	41.3	25.3
Holcus lanatus	82.0	74.7	44.0	34.0	50.0	67.3	70.7	73.3	82.0	68.0
Nardus stricta	0	11.3	64.7	78.7	66.0	0.7	11.3	68.0	73.3	66.6
Sieglingia decumb.	0	0	0	0	0	2.0	4.7	76.7	91.3	56.0
Centaurea pratensis	39.3	48.0	68.0	62.7	68.7	59.3	62.7	66.0	76.7	74.7
Cirsium dissectum	5.3	53.3	54.0	88.0	78.0	31.3	89.3	94.7	90.7	86.0
Plantago lanceolata	28.7	27.3	39.3	46.0	76.0	25.3	44.0	44.7	66.7	86.0
Prunella vulgaris	0	20.0	79.0	89.0	90.0	12.0	45.0	92.0	85.0	97.0
Thalictrum flavum	0	0	0	62.7	92.7	0	6.0	64.7	91.3	98.0

Tabel: 3

"P": Het uiteindelijk kiemingspercentage dat gevonden werd voor gestratificeerd zaad.

Soort \ Temp. °C	10	15	20	25	30	15/5	20/10	25/15	30/20	35/25
Carex demissa	8.7	36.7	50.7	52.7	45.3	40.7	52.7	52.7	44.0	–
Carex disticha	1.3	2.7	12.7	15.3	24.0	33.3	32.0	25.0	34.0	–
Carex echinata	5.3	36.0	31.3	54.0	20.0	–	–	–	–	–
Carex hostiana	0	1.3	23.3	15.3	4.7	82.0	76.0	93.3	82.7	–
Carex panicea	0	0	0	2.0	4.0	0	13.3	28.7	55.3	–
Carex nigra	0	0	4.0	9.3	17.3	2.0	18.0	25.3	28.7	–
Agrostis canina	56.7	57.3	66.7	80.7	76.0	63.3	52.0	66.7	73.3	–
Anthoxantum odor.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Festuca ovina	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Festuca rubra	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Holcus lanatus	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Nardus stricta	0	58.7	86.0	80.7	82.7	6.7	84.0	86.7	80.7	–
Sieglingia decumb.	10.0	88.0	70.0	20.7	0	100.0	97.3	88.0	36.7	–
Centaurea pratensis	50.0	71.3	58.7	52.7	46.7	50.0	36.7	32.0	27.3	–
Cirsium dissectum	29.3	82.7	90.7	87.3	78.7	90.7	96.7	94.7	91.3	–
Plantago lanceolata	100.0	100.0	99.3	94.7	91.3	100.0	100.0	98.7	93.3	–
Prunella vulgaris	26.0	57.0	93.0	92.0	94.0	83.0	97.0	99.0	100.0	–
Thalictrum flavum	9.3	40.7	60.7	38.7	64.7	94.7	92.7	98.0	91.3	–

Tabel:4

"S": Duur van de beginperiode waarin 1/6 "P" is gekiemd voor ongestratificeerd zaad. (dagen)

Soort / Temp. °C	10	15	20	25	30	15/5	20/10	25/15	30/20	35/25
Carex demissa	–	–	47.7	45.3	24.3	64.7	46.7	36.0	35.6	29.4
Carex disticha	–	–	–	–	50.6	34.7	25.5	16.3	13.6	15.2
Carex echinata	–	–	17.0	18.9	–	67.0	28.9	9.8	8.1	7.1
Carex hostiana	–	–	70.7	45.3	59.6	77.7	57.6	42.6	50.1	41.0
Carex panicea	–	–	–	–	–	–	–	57.7	48.7	40.8
Carex nigra	–	–	–	–	–	–	–	32.0	16.8	11.0
Agrostis canina	12.3	4.8	4.0	2.4	1.8	9.0	4.3	4.1	2.3	2.1
Anthoxantum odor.	7.7	6.2	4.3	3.8	6.2	6.5	5.1	3.9	4.0	5.9
Festuca ovina	8.1	5.6	4.2	4.0	4.5	7.3	5.3	4.6	4.6	5.7
Festuca rubra	7.0	5.3	4.5	5.1	7.8	5.8	3.9	3.7	4.2	10.3
Holcus lanatus	8.5	5.0	3.7	2.9	4.0	6.3	4.8	3.4	3.2	4.0
Nardus stricta	–	36.8	28.6	13.9	14.6	–	14.8	19.5	25.5	17.5
Sieglingia decumb.	–	–	–	–	–	52.0	18.2	20.5	19.3	22.3
Centaurea pratensis	5.8	3.6	2.4	1.6	1.4	4.7	3.0	2.3	1.4	1.4
Cirsium dissectum	12.6	9.3	8.0	6.4	4.3	8.0	7.5	6.3	3.5	3.5
Plantago lanceolata	6.6	2.6	1.5	6.8	6.9	8.8	4.3	3.7	5.7	11.2
Prunella vulgaris	–	6.0	4.9	6.0	3.2	20.0	6.6	4.8	3.8	4.3
Thalictrum flavum	–	–	–	25.0	12.8	–	14.0	17.4	10.7	10.8

Tabel: 5

"S": Duur van de beginperiode waarin 1/6 "P" is gekiemd voor gestratificeerd zaad. (dagen)

Soort \ Temp. °C	10	15	20	25	30	15/5	20/10	25/15	30/20	14/25
Carex demissa	25.4	12.5	7.4	4.8	3.8	19.6	9.1	5.4	5.0	—
Carex disticha	14.3	16.7	6.2	5.5	5.0	19.7	10.6	7.6	6.8	—
Carex echinata	22.4	8.3	4.1	2.5	3.0	—	—	—	—	—
Carex hostiana	—	14.3	11.9	8.4	13.2	25.3	13.1	9.7	8.6	—
Carex panicea	—	—	—	13.5	12.0	—	24.5	20.6	19.6	—
Carex nigra	—	—	7.0	8.4	7.3	37.0	17.4	13.8	8.5	—
Agrostis canina	9.5	4.8	2.4	1.5	1.3	5.7	4.4	2.2	1.6	—
Anthoxantum odor.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Festuca ovina	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Festuca rubra	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Holcus lanatus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Nardus stricta	—	5.9	3.2	1.3	1.3	9.7	4.2	2.4	2.1	—
Sieglingia decumb.	19.3	7.9	4.2	3.1	—	13.7	6.1	4.4	5.5	—
Centaurea pratensis	3.1	0.9	0.2	0.2	0.2	1.4	0.4	0.2	1.4	—
Cirsium dissectum	7.1	2.7	1.2	0.6	0.2	3.3	3.1	2.1	1.3	—
Plantago lanceolata	2.5	1.1	0.3	0.3	0.3	3.0	1.0	0.5	0.4	—
Prunella vulgaris	4.5	2.8	2.0	1.5	0.6	7.8	2.7	2.0	1.4	—
Thalictrum flavum	20.1	10.0	5.0	4.1	4.1	14.8	8.6	6.2	4.7	—

Tabel: 6

"R": Kiemingssnelheden (%/dag) voor ongestratificeerd zaad.

Soort \ Temp. °C	10	15	20	25	30	15/5	20/10	25/15	30/20	35/25
Carex demissa	—	—	<0.1	0.3	0.2	0.2	0.4	0.6	1.4	4.4
Carex disticha	—	—	—	—	0.4	0.2	0.9	0.6	1.0	1.8
Carex echinata	—	—	1.0	2.0	—	0.1	1.6	1.5	1.1	8.8
Carex hostiana	—	—	0.2	0.1	0.7	0.1	0.6	1.4	1.0	0.7
Carex panicea	—	—	—	—	—	—	—	0.2	1.3	0.8
Carex nigra	—	—	—	—	—	—	—	<0.1	0.4	0.3
Agrostis canina	1.9	4.6	5.2	1.1	2.6	6.8	5.9	17.0	14.3	15.5
Anthoxantum odor.	7.4	16.4	11.9	11.8	3.2	8.4	12.5	21.3	15.7	3.4
Festuca ovina	5.1	10.5	9.9	1.5	1.6	5.9	10.2	11.2	4.4	2.7
Festuca rubra	2.9	5.5	12.5	1.0	0.2	7.6	7.8	6.5	6.0	0.3
Holcus lanatus	9.1	17.8	6.4	10.0	6.9	13.6	15.2	11.4	20.2	6.3
Nardus stricta	—	0.2	1.6	2.0	1.0	—	0.2	1.5	0.8	1.2
Sieglingia decumb.	—	—	—	—	—	1.3	0.2	3.9	4.4	0.8
Centaurea pratensis	5.0	18.8	28.3	20.9	19.0	3.5	14.4	19.1	34.1	33.2
Cirsium dissectum	0.2	7.9	13.3	27.9	15.3	4.4	16.1	42.1	35.6	24.9
Plantago lanceolata	1.4	8.7	3.4	0.4	1.2	0.2	5.4	0.7	0.8	0.8
Prunella vulgaris	—	1.4	0.9	15.2	8.9	0.4	1.1	8.1	13.8	17.5
Thalictrum flavum	—	—	—	3.3	5.4	—	0.2	4.8	10.0	4.5

Tabel: 7

"R": Kiemingssnelheden (%/dag) voor gestratificeerd zaad.

Soort / Temp. °C	10	15	20	25	30	15/5	20/10	25/15	30/20	35/25
Carex demissa	0.4	2.6	3.1	4.9	10.1	1.5	2.8	5.2	6.1	—
Carex disticha	0.1	0.3	1.3	1.2	1.7	1.4	2.5	2.1	1.7	—
Carex echinata	0.1	8.0	11.0	36.0	7.4	—	—	—	—	—
Carex hostiana	—	0.4	2.2	0.9	0.7	4.1	6.9	10.0	6.0	—
Carex panicea	—	—	—	0.2	0.2	—	0.6	1.7	2.8	—
Carex nigra	—	—	0.3	1.4	2.9	0.1	1.0	1.2	1.5	—
Agrostis canina	12.2	14.7	11.7	38.4	31.7	8.8	16.5	17.8	16.3	—
Anthoxantum odor.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Festuca ovina	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Festuca rubra	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Holcus lanatus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Nardus stricta	—	7.4	44.1	25.6	25.0	0.5	14.7	23.1	25.6	—
Sieglingia decumb.	1.3	21.0	33.3	19.4	—	8.0	22.4	4.0	0.7	—
Centaurea pratensis	7.1	47.5	55.9	43.9	44.5	15.2	16.3	19.4	12.1	—
Cirsium dissectum	4.5	42.4	46.5	48.5	65.6	9.9	35.8	57.4	27.6	—
Plantago lanceolata	27.8	44.4	38.9	25.3	4.3	26.7	41.7	50.6	5.8	—
Prunella vulgaris	2.2	4.8	20.7	40.9	28.5	3.7	12.0	34.7	47.6	—
Thalictrum flavum	0.4	6.2	20.2	18.4	16.6	9.2	14.7	21.1	20.3	—

Tabel: 8

Betrouwbaarheid van de berekende "R". (X^2-toets)

Soort \ Temp. °C	10	15	20	25	30	15/5	20/10	25/15	30/20	35/25
Carex demissa	—	—	—	—	sv	—	ns	ns	ns	ns
Carex disticha	—	—	—	—	ns	sv	ns	ns	sv	ns
Carex echinata	—	—	sv	ns	—	ns	ns	sv	sv	ns
Carex hostiana	—	—	—	sv	ns	—	ns	sv	sv	ns
Carex panicea	—	—	—	—	—	—	—	—	sv	ns
Carex nigra	—	—	—	—	—	—	—	—	sv	sv
Agrostis canina	ns	ns	ns	sv	sv	ns	ns	ns	ns	ns
Anthoxantum odor.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Festuca ovina	ns	ns	ns	sv	sv	ns	ns	ns	sv	sv
Festuca rubra	sv	ns	ns	sv	sv	ns	ns	ns	ns	sv
Holcus lanatus	ns	ns	sv	ns	sv	ns	ns	ns	ns	sv
Nardus stricta	—	sv	ns	sv	sv	—	sv	sv	sv	sv
Sieglingia decumb.	—	—	—	—	—	ns	ns	ns	ns	ns
Centaurea pratensis	ns	ns	ns	ns	ns	sv	ns	ns	ns	ns
Cirsium dissectum	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Plantago lanceolata	sv	ns	sv	sv	sv	sv	sv	sv	ns	ns
Prunella vulgaris	—	sv	sv	ns	ns	ns	sv	ns	ns	ns
Thalictrum flavum	—	—	—	sv	ns	—	sv	ns	ns	sv

n s = niet significant verschillend = betrouwbaar

s v = significant verschillend = niet betrouwbaar

Tabel: 9

Betrouwbaarheid van de berekende "R". (X^2-toets)

Soort \ Temp. °C	10	15	20	25	30	15/5	20/10	25/15	30/20	35/25
Carex demissa	ns	sv	sv	ns	ns	ns	ns	ns	ns	—
Carex disticha	—	—	ns	ns	sv	sv	ns	ns	sv	—
Carex echinata	sv	ns	ns	ns	ns	—	—	—	—	—
Carex hostiana	—	—	sv	sv	sv	sv	sv	ns	ns	—
Carex panicea	—	—	—	—	sv	—	ns	sv	sv	—
Carex nigra	—	—	sv	ns	ns	sv	ns	sv	ns	—
Agrostis canina	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	—
Anthoxantum odor.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Festuca ovina	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Festuca rubra	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Holcus lanatus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Nardus stricta	—	sv	ns	ns	ns	sv	ns	ns	ns	—
Sieglingia decumb.	ns	ns	ns	ns	—	ns	ns	sv	sv	—
Centaurea pratensis	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	—
Cirsium dissectum	ns	ns	ns	ns	ns	sv	ns	ns	ns	—
Plantago lanceolata	ns	ns	ns	ns	sv	ns	ns	ns	sv	—
Prunella vulgaris	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	—
Thalictrum flavum	sv	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	—

n s = niet significant verschillend = betrouwbaar

s v = significant verschillend = niet betrouwbaar

4. Een relatief hoog percentage (>50%) van het ongestratificeerde zaad kiemt bij lage temperatuur (5 , 10 , 15°C) .
Dit geldt voor : Anthoxantum odoratum , Festuca ovina , (Festuca rubra), Holcus lanatus en(Centaurea pratensis) .
Dit geldt niet voor : de rest.

III.6 : Betrouwbaarheid van de berekende "R"(ate) (Tabel 8 en9).

De betrouwbaarheid is bepaald door D1/2 , volgens de formule , te vergelijken met D1/2 , zoals die werkelijk gevonden is. Wordt er een significant verschil (X^2- toets , 2 vrijheidsgraden ; a = 0.05) gevonden , dan is de kiemingssnelheid tussen D1/6 en D5/6 niet konstant.
In 29.5 % van alle gevallen bleek "R" niet betrouwbaar.
Uitgesplitst voor lage en hoge kiemingssnelheden ("R" = 5 als grenswaarde), wordt het volgende resultaat verkregen :

"R"	5	57.3 %	significant verschillend	n = 110
"R"	5	6.1 %	significant verschillend	n = 131

Vooral de lage kiemingssnelheden zijn dus niet geheel betrouwbaar.

IV. DISKUSSIE

IV. 1 : Interpretatie van de resultaten

De bij dit onderzoek betrokken soorten zijn allemaal overblijvend, afkomstig van blauwgraslandvegetaties (Cirsio - Molinietum) en verstoorde blauwgraslandvegetaties (Overgang naar Calthion palustris). Ze blijken allemaal een bepaald percentage kiemkrachtig zaad te produceren ; voor elke soort is bij een of ander temperatuurregime kieming geconstateerd.
Absolute dormancy is bij geen van de soorten gevonden, gedeeltelijke dormancy wel : De stricte behoefte aan wissel-temperatuur van ongestratificeerd zaad (o.a Sieglingia decumbens) en/of de behoefte aan hoge temperaturen (25°C, 30°C) (o.a Carex nigra) om te kunnen kiemen zijn uitingen hiervan (Vegis 1964).
Er zijn een aantal verschillen in kieming tussen de soorten m.b.t de factor temperatuur waargenomen. De nu volgende indeling is daarop gebaseerd :

1) Soorten die bij lage konstante temperaturen ($\leq$ 20°C) niet of relatief (t.o.v het hoogste kiemingspercentage dat bereikt wordt) weinig ($\leq$ 10 %) kiemen. Bovendien blijkt wissel-temperatuur stimulerend zowel voor als na stratificatie.
Soorten waar dit voor op gaat zijn : Carex demissa , Carex disticha , Carex echinata , Carex hostiana , Carex nigra , Carex panicea , Sieglingia decumbens en Thalictrum flavum.

2) Soorten die bij lage konstante temperaturen ($\leq$ 20°C) relatief (t.o.v het hoogste kiemingspercentage dat bereikt wordt) veel ($\geq$ 80 %) kiemen.
Wissel-temperatuur blijkt niet te stimuleren.

Soorten waar dit voor opgaat zijn : Anthoxantum odoratum, (Centaurea pratensis), Festuca ovina , Festuca rubra en Holcus lanatus .

3) Soorten die bij lage konstante temperaturen ($\leq 20^{o}C$) wel kiemen ($\geq 10\%$), maar waarvoor het uiteindelijk kiemingspercentage na stratificatie hoger ligt.
Wissel-temperatuur blijkt na stratificatie niet of weinig stimulerend.
Soorten waar dit voor opgaat zijn : Agrostis canina , (Centaurea pratensis), Cirsium dissectum , Plantago lanceolata , Prunella vulgaris en Nardus stricta.

Als aangenomen mag worden dat er het gehele jaar door mogelijkheden onstaan voor zaden om te kiemen (open plekken etc) (Grubb 1977) , dan lijkt het waarschijnlijk dat de samenstelling van het zaad dat kan kiemen op deze open plekken in genoemde blauwgraslandvegetaties tijdsafhankelijk is :

ad 1) Zaden van deze soorten zullen nadat ze op de bodem zijn gevallen een tijdlang niet kunnen kiemen. De zaden van deze soorten vertonen bovendien een behoefte aan wissel-temperatuur, wat zou kunnen wijzen op kieming in hetvoorjaar : De vegetaties waar ze van afkomstig zijn, hebben n.l in het najaar en winter een grondwaterstand tot aan of tot boven het maaiveld. Van dit water kan een bufferende werking verwacht worden m.b.t de temperatuur (Thompson et all. 1977). In het voorjaar bij het zakken van de grondwaterstand worden deze zaden " bloot gesteld " aan wissel-temperaturen.

ad 2) Zaden van deze soorten zullen nadat ze op de bodem zijn gevallen vrijwel meteen kiemen.

ad 3) Een gedeelte van de zaden van deze soorten zal , nadat ze op de bodem zijn gevallen , meteen kiemen het andere gedeelte pas later.

Hierbij is er echter van uit gegaan dat de factor licht niet beperkend of remmend (infra-rood) is. Door bodemfauna aktiviteiten kunnen zaden echter in de bodem geraken. In dat geval en ook onder een dichte vegetatie is de factor licht van groot belang.
Thompson et all. (1977) toonden voor een aantal , bij dit onderzoek betrokken soorten totale of gedeeltelijke inhibitie aan door onthouding van licht: Anthoxantum odoratum , Agrostis canina ssp canina , Holcus lanatus en Sieglingia decumbens. Dit is echter alleen aangetoond voor ongestratificeerd zaad. Verder vonden zij dat de behoefte aan licht in de meeste gevallen samengaat met de behoefte aan wissel-temperatuur. Voor Holcus lanatus en Anthoxantum odoratum gaat dit in dit onderzoek echter niet op ; deze soorten blijken niet gevoelig te zijn voor wissel-temperaturen.
De lichtgevoeligheid hangt in grote mate samen met het al dan niet een bijdrage leveren aan het zaadkapitaal op lange termijn (persistent seedbank); 4 groepen van soorten kunnen worden onderscheiden (Thompson et all. 1979) :

Groep 1 : Zaden van deze soorten dragen vrijwel niet bij aan het zaadkapitaal, doch kiemen kort na het rijp worden (o.a Festuca ovina en Festuca rubra); ook bij afwezigheid van licht.

Groep 2 : De zaden van deze soorten kunnen bijdragen aan het zaadkapitaal gedurende de winter. Kieming in het donker is mogelijk.

Groep 3 en 4 : De zaden van deze soorten kunnen bijdragen aan het zaadkapitaal op lange termijn. Ze blijken niet te kunnen kiemen in het donker en zijn meestal gevoelig voor wissel-temperatuur.

Van een aantal soorten is een sterke wissel-temperatuurgevoeligheid komen vast te staan (o.a de bij dit onderzoek betrokken Cyperaceae), Daarnaast is het uiteindelijk kiemingspercentage van deze soorten (o.a Carex nigra) erg laag bij alle temperatuurregimes zowel voor als na stratificatie.

Het kan zijn dat een klein gedeelte van het zaad van deze soorten een levend embryo bevat ; is dit niet het geval dan lijken deze soorten een bijdrage te kunnen leveren aan de "persistent" seedbank .
Voor soorten met een hoog uiteindelijk kiemingspercentage is het niet mogelijk om uit te sluiten dat ze bijdragen aan de "persistent seedbank" : Het is immers o.a niet bekend of de zaden lichtgevoelig zijn, bovendien blijkt het niet altijd op te gaan dat soorten die lichtgevoelig zijn ook wissel-temperatuurgevoelig zijn.

Een onderzoek als dit kan slechts een globaal beeld geven van hetgeen zich in de vegetatie af zou kunnen spelen. Het bezwaar van kiemproeven, waarbij een groot aantal soorten betrokken zijn is het feit dat slechts één of weinig voor de kieming belangrijke factoren onderzocht kunnen worden , tenminste in een kort tijdsbestek. Zo kan ook de invloed van de factor temperatuur op de kieming van zaden nog nader onderzocht worden : Stratificatieperiode kan verlengd of verkort worden, andere amplitudo's van wisseling kunnen van belang zijn en ook variatie in tijdsduur van de wisselende temperaturen.
Vanuit een breed (groot aantal soorten) opgezet onderzoek , zullen altijd meer gedetailleerde onderzoeken (weinig soorten, veel factoren) gedaan moeten worden voor een volledig beeld.

IV.2 : De kiemingssnelheid volgens Koller (1957).

Opvallend is de grote mate van onbetrouwbaarheid die bij lage kiemingssnelheden gevonden wordt. Dit betekent dat de kieming tussen D1/6 en D5/6 niet konstant verloopt, maar dat tussen D1/6 en D1/2 relatief meer kiemt (positief scheef) of relatief minder (negatief) dan tussen D1/2 en D5/6.
Het bezwaar van deze methode is de aanname dat de kieming in de tijd zich als een normaal verdeelde grootheid zal gedragen. Vele methoden zijn hier echter op gebaseerd al wordt door sommige auteurs de afwijking hiervan wel onderkend (Nichols et all. 1968).
Dat de onbetrouwbaarheid het grootst is bij lage "R", is niet zo verwonderlijk als men bedenkt dat er dan juist vaak sprake is van een discontinue kieming in de tijd.
Toch blijft, in absolute zin , het verschil tussen hoge en lage kiemingssnelheden gehandhaafd.

V : LITERATUUR

Aalbers, J., 1980. Doctoraalverslag Plantenoecologie, R.U. Groningen.

Blom, C. W. P. M., 1979. Effects of trampling and soil compaction on the occurrence of some Plantago species in coastal sand dunes. Proefschrift, Nijmegen.

Gordon, A. G., 1972. The rate of germination. in : Seed ecology, ed. W. Heydecker. Butterworths, London.

Grime, J. P., 1979. Plant strategies and vegetation processes. Wiley & Sons.

Grubb, P. J., 1977. The maintenance of species richness in plant communities : The importance of the regeneration niche. Biol. Rev. 52 : 107 - 145.

Harrington, J. F., 1972. Problems of seed storage. in : Seed ecology, ed. W.Heydecker. Butterworths, London.

Heukels, H. en S. J. van Ooststroom, 1975. Flora van Nederland. 18e druk. Wolters - Noordhoff , Groningen.

Hosper, U. G., s.n . Doctoraalverslag Plantenoecologie , R.U. Groningen.

Koller, D., 1957. Germination regulation mechanisms in some desert seeds. IV. Atriplex hastata. Ecology 38 : 1 - 14.

Nichols, M. A. and W. Heydecker, 1968. Two approaches to the study of germination data. Proc. Int. Seed Test. Ass. 33 : 531 -541.

Pegtel, D. M., 1976. On the ecology of two varieties of Sonchus arvensis. Proefschrift , R.U Groningen.

Soest, J.L. van. e.a., 1956. Flora Neerlandica. deel 1, aflevering 3, Cyperaceae Carex.

Thompson, K. and J.P. Grime, 1979. Seasonal variation in the seedbanks of herbaceous species in ten contrasting habitats. J. Ecol. 67 : 893 - 921.

Thompson, K., J. P. Grime and G.Mason, 1977. Seed germination in respons to diurnal fluctuations of temperature. Nature 267 : 147 - 149.

Toole, E. H., Hendricks, S.B., Borthwick, H.A. and V.K. Toole, 1956. Physiology of seed germination, Annual Rev. of Plant Physiol. 7 : 299-324.

Vegis, A., 1963. Climatic control of germination, budbreak and dormancy. in : Environmental control of plant growth. Academic Press, New York.

Vegis, A., 1964. Dormancy in higher plants. Annual Rev. of Plant Physiol. 15 : 185 - 224.

Westhoff, V. en A. J. den Held, 1969. Plantengemeenschappen in Nederland. W. J. Thieme & cie, Zutphen.

Wevers, Th., e.a., . Flora Neerlandica. deel 1, aflevering 2 , Gramineae.

BIJLAGE 1: Een korte beschrijving van de soorten

ZEGGEN:

Carex demissa Hornem.,: Bloeitijd juni-juli,vaak tot in de herfst door bloeiend. Voorkomen: In moerassige graslanden,op zeer verschillende meestal matig voedselarme (zwakzure) grondsoorten.

Carex disticha Huds.,: Bloeitijd mei-juni. Voorkomen : Algemeen op moerassige plaatsen.Vooral in drassige gras- en zeggelanden die s'winters onder water staan. Niet op zeer voedselarme plaatsen ,verdraagt vrij veel stikstof bemesting.

Carex echinata Murr.,: Bloeitijd mei-juni. Voorkomen: Op natte ,zure , matig voedselarme ,onbemeste zand- en veengrond.

Carex hostiana DC.,: Bloeitijd mei-juni. Voorkomen: In blauwgraslanden. Kenmerkend voor het Cirsio-Molinietum.

Carex nigra (L.) Reichard.,: Bloeitijd mei-juni. Voorkomen: Op moerassige tot vrijdroge, matig voedselrijke tot voedselarme standplaatsen op bijna alle grondsoorten.

Carex panicea L.,: Bloeitijd april-mei. Voorkomen: Algemeen op vochtig,zure,schrale tot enigzins bemeste hooilanden.

GRASSEN :

Agrostis canina L. (var.turfosa) : Bloeitijd juni-juli. Voorkomen: In arme,natte,zure hooilanden.

Anthoxantum odoratum L.,: Bloeitijd mei-juni. Voorkomen: Algemeen op alle grondsoorten maar weinig op zeer droge standplaatsen. In grasland bij voorkeur in arme ,zure ,al of niet bemeste wei- en hooilanden en hooimoerassen.

Festuca rubra ssp rubra L.,: Bloeitijd mei-juni. Voorkomen : Zeer algemeen gras van zeer zuur tot basisch op allerlei grondsoorten voorkomend.

Festuca ovina L.,: Bloeitijd mei-juni. Voorkomen : Op meestal arme,zand-,veen-,en leemgronden. Op arme ,zure hooilanden en droge weiden voor kleinvee.

Holcus lanatus L.,: Bloeitijd mei-augustus. Voorkomen: Algemeen op grasland ,vooral op vochtige,zure zand- en veengronden,die weliswaar bemest zijn,maar voor goed grasland nog niet in voldoende mate.

Nardus stricta L.,: Bloeitijd mei-juli. Voorkomen: Algemeen op alle tamelijk droge of s'winters vochtige onvruchtbare,kalkarme zand- en hoogveengronden.Op laagveengronden op meestal droge plaatsen in de armste,zure hooilanden; en vooral op ontwaterde en irreversibel ingedroogde veenruggen.

Sieglingia decumbens (L.) Bernh.,: Bloeitijd mei-juli. Voorkomen: Algemeen op voedselarme,onbemeste zand-,leem- en veengrond. In grasland alleen in de armste,zure,droge tot vochtige hooilanden. Voorkeur voor betreden plaatsen. Groeit vaak samen met Nardus stricta.

KRUIDEN :

Centaurea pratensis Thuill. : Bloeitijd juli-augustus.
Voorkomen : Langs wegen en dijken op droge graslanden. Algemeen voorkomend op alluviale grond.

Cirsium dissectum L. : Bloeitijd juni-juli.
Voorkomen op drassige veengrond in blauwgraslanden.

Plantago lanceolata L. : Bloeitijd mei - herfst.
Voorkomen: Langs wegen en dijken en in graslanden . Zeer algemene soort.

Prunella vulgaris L. : Bloeitijd mei - herfst.
Voorkomen op zeer uiteenlopende,meestal matig voedselrijke plaatsen.

Thalictrum flavum L. : Bloeitijd juni - juli.
Voorkomen : In vochtige riet- en graslanden met een tamelijk voedselarme tot voedselrijke bodem. Wisselende waterstand, steeds onder invloed van het grondwater.

Deze gegevens zijn ontleend aan : Flora van Nederland (Heukels)
Plantengemeenschappen in Nederland (Westhoff)
Flora Neerlandica.

Carex demissa = Lage zegge
Carex disticha = Tweerijige zegge
Carex echinata = Sterzegge
Carex hostiana = Blonde zegge
Carex nigra = Gewone zegge
Carex panicea = Blauwe zegge
Centaurea pratensis = Gewoon knoopkruid
Cirsium dissectum = Spaanse ruiter
Plantago lanceolata = Smalle weegbree
Prunella vulgaris = Gewone brunel
Thalictrum flavum = Poelruit
Agrostis canina = Kruipend struisgras
Anthoxantum odoratum= Reukgras
Festuca ovina = Schape gras
Festuca rubra = Rood zwenkgras
Holcus lanatus = Echte witbol
Nardus stricta = Borstelgras
Sieglingia decumbens= Tandjesgras

DEEL 2 : BEMESTINGSPROEVEN EN ONTHOUDINGSPROEVEN

SAMENVATTING

Zes plantesoorten, voorkomend in blauwgraslandvegetaties (Cirsio - Molinietum) in Friesland, en Urtica dioica zijn opgekweekt op potten met (veld)grond, waaraan fosfaat ($Ca(H_2PO_4)_2$) in een reeks (0-2.5-6.3-15.6-39.1 ppmP) was toegevoegd. De soorten werden allen uit zaad opgekweekt.
Alleen Urtica dioica bleek zich niet te kunnen handhaven op potten waaraan geen of weinig (2.5 en 6.3 ppmP) was toegevoegd. Significante stimulatie in groei vond voor alle soorten bij de twee hoogste giften plaats, doch twee soorten (Agrostis canina en Prunella vulgaris) werden meer gestimuleerd dan de andere soorten (Carex hostiana , Carex panicea , Cirsium dissectum en Sieglingia decumbens). Dit wijst op een verandering van de samenstelling van genoemde vegetaties (soort + bedekking) als gevolg van een fosfaatgift. Dat een fosfaatgift inderdaad een verandering in genoemde vegetaties te weeg brengt is aangetoond door Hosper (s.n).
Ook op voedingsoplossing bleek een aantal soorten (o.a Carex panicea, Carex hostiana en Sieglingia decumbens) een lagere groeisnelheid te hebben bij overmaat aan fosfaat dan een aantal andere in genoemde vegetaties voorkomende soorten (o.a Anthoxantum odoratum en Plantago lanceolata). De soorten met de hogere groeisnelheden komen goed overeen met de soorten waarvan Hosper (s.n) vond dat ze na bemesting van genoemde vegetaties gingen domineren.

Correlaties van de gewasopbrengst met een aantal fosfaatextractiemethoden (P-al , P-w en P-Olsen) leverde zeer hoge correlatiecoefficienten (= significante rechtlijnige correlatie) op. Een onderscheid tussen deze drie extractie methoden is op grond van dit onderzoek dan ook niet te maken.

I : INLEIDING

De proeven die in dit onderdeel beschreven worden, hebben voor een groot deel te maken met het voor de planten beschikbare fosfaat in de bodem. Daarom wordt eerst het voorkomen van fosfaat in de bodem behandeld.
Voor de totale hoeveelheid fosfor in de bodem wordt door Lindsay (1979) een gemiddelde waarde van 600 ppm en een minimum waarde van 200 ppm genoemd. Slechts een klein gedeelte van deze hoeveelheid is direct opneembaar voor planten : opgelost orthofosfaat. Afhankelijk van de PH (zuurgraad) blijken verschillende orthofosfaat-ionen in oplossing te kunnen voorkomen (Fig 1). Voor veel planten blijkt echter alleen $H_2PO_4^-$ opneembaar.

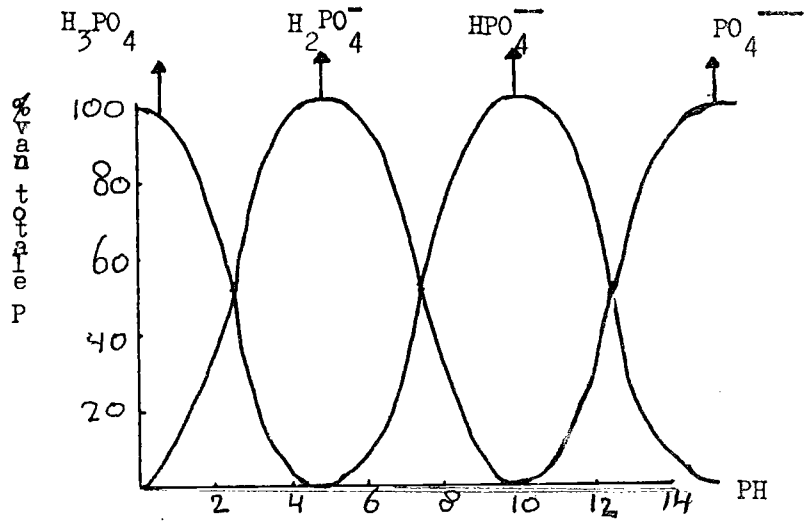


Fig 1 : Het effekt van de PH op de verdeling van orthofosfaationen in oplossing.

Het overgrote deel is niet direct opneembaar (vaak meer dan 99%) :

1) ORGANISCH GEBONDEN FOSFAAT : Een klein gedeelte hiervan komt in de bodemoplossing voor en kan na mineralisatie meteen opgenomen worden. Het meeste organisch gebonden fosfaat bevindt zich in de niet in oplossing zijnde organische stof. Dit kan door de plant worden opgenomen nadat het gemineraliseerd en in oplossing gekomen is. De snelheid waarmee dit gebeurd hangt af van o.a temperatuur, PH, aeratie en vochtgehalte van de bodem (Immerzeel 1977). De Leeuw (1980) vermeldt dat 20 - 65 % van de totale hoeveelheid fosfaat organisch gebonden kan zijn.

2) ANORGANISCH FOSFAAT : Dit bestaat uit geabsorbeerd fosfaat (b.v aan kleimineralen) en fosfaat verbindingen (mineralen). Wat deze laatste groep betreft blijkt dat afhankelijk van bepaalde factoren (o.a PH en redoxpotentiaal), bepaalde fosfaatverbindingen het meest stabiel en dus het minst goed oplosbaar zijn (Lindsay 1979) :

Zure , oxiderende omstandigheden : Varisciet ($AlPO_4 . 2H_2O$) en/of Strengiet ($FePO_4 . 2H_2O$).

Zure, reducerende omstandigheden : Vivianiet ($Fe_3(PO_4) . 8 H_2O$).

Onder neutrale en basische omstandigheden (PH 5) : Hydroxyapatiet ($Ca_5(PO_4)_3OH$).

Onder wijzigende omstandigheden (zuur naar basisch of oxiderend naar reducerend) blijken mineralen die voor die tijd het meest stabiel waren, beter oplosbaar te zijn: Dit kan een grotere hoeveelheid opgeloste orthofosfaationen tot gevolg hebben (Lindsay 1979).Het kan geruime tijd (maanden) duren totdat de orthofosfaationen in evenwicht zijn met de onder de gewijzigde omstandigheden meest stabiele fosfaatverbinding (Larsen 1967,Lindsay 1979).
Zo kan de fosfaatbeschikbaarheid in de naaste omgeving van de wortel anders zijn dan in de rest van de bodem door uitscheiding van zuren,zuurstof of selectieve opname van anionen (of kationen) door de wortel (Van Ray en van Diest 1979).

De opgeloste orthofosfaationen en de snelheid waarmee deze fractie aangevuld wordt, zijn van groot belang voor de planten (Barber 1971). Zoals uit bovenstaande blijkt, hangt dit van een groot aantal factoren af.
Vele onderzoekers hebben methoden ontwikkeld, waarvan verondersteld wordt dat ze een maat zijn voor de hoeveelheid fosfaat die beschikbaar is en de hoeveelheid fosfaat die op korte termijn (b.v een groeiseizoen) beschikbaar kan komen:

1) Extractie-methoden (o.a Olsen et all 1957, van der Paauw e.a 1968) :
Een hoeveelheid grond wordt gedurende een bepaalde tijd met een extractievloeistof in contact gebracht, daarna wordt de hoeveelheid fosfaat in het extract bepaald.

2) Anionen-harstechnieken (o.a Hislop et all. 1968) :
Een hoeveelheid grond wordt gedurende een bepaalde tijd met een hoeveelheid anionen-(uitwisselbare)-hars in contact gebracht. De aan de hars geabsorbeerde hoeveelheid fosfaat wordt bepaald.

3) Fosfaatpotentiaal (o.a Write et all. 1964) :
De aktiviteit van verschillende fosfaatverbindingen wordt bepaald (extractie met een hoeveelheid $CaCl_2$) en m.b.v een Nernts-vergelijking wordt een waarde voor de fosfaatbeschikbaarheid aan een bodem toegekend.

Correlatie bij al deze methoden wordt verkregen m.b.v opbrengst aan plantenmateriaal. Meestal betreft het landbouwgewassen die voor de correlatie worden gebruikt (Luscombe 1979, van der Paauw 1979).

Planten reageren zeer verschillend op de hoeveelheid beschikbaar fosfaat. Bepaalde plantensoorten vertonen al fosfaatgebrek bij concentraties van fosfaat die voor andere soorten juist bevordelijk zijn voor een maximale groeisnelheid (Rorison 1968). Fosfaatgebrek uit zich door een vertraagde groei en vaak door een kenmerkende donkere (paarse) kleur van de bladeren (Hewitt et all 1974).

Algemeen is gevonden dat planten van voedselarme omstandigheden, een relatief lage groeisnelheid hebben ondanks een hoog fosfaataanbod (Bradshaw et all 1960, Clarkson 1967, Rorison 1968).De bemestingsproeven waaruit dit geconcludeerd wordt hebben echter meestal betrekking op proeven met voedingsoplossingen of proeven met geloogde grond.

In dit onderzoek zijn 7 plantensoorten opgekweekt op potten met (veld)grond, 6 van deze soorten komen voor in (blauw)graslandpercelen (Cirsio -Molinietum) die in het beheer zijn van it Fryske Gea, doch worden gekarakteriseerd voor verschillende mate van voedselrijkdom (b.v Sieglingia decumbens en Agrostis canina (var. turfosa)) (Westhoff e.a 1969).De groeireaktie van de soorten op een reeks fosfaatgiften is onderdeel van de vraagstelling.

Correlatie van de gewasopbrengst met een drietal extractiemethoden is eveneens onderzocht. Gekozen is voor de volgende methoden :

1) P - water : Extractie met water (1 volumedeel grond - 60 volumedelen water). Fosfaat dat direkt in oplossing kan gaan en dus direct beschikbaar is voor de plant wordt bepaald (Van der Paauw 1968)

2) P - Al : Extractie met 0.1nAmmoniumlactaat / 0.4nazijnzuur (PH = 3.7). Deze methode wordt verondersteld naast het direct beschikbare fosfaat ook de hoeveelheid fosfaat te bepalen die op korte termijn beschikbaar komt voor de plant (Hofstee e.a 1971).

3) P - Olsen : Extractie met Natriumbicarbonaat (PH = 8.5). Deze methode wasoorspronkelijk bedoeld voor alkalische bodems, maar correleert ook vaak goed voor zure gronden. Door PH verhoging wordt met deze methode een grotere hoeveelheid dan de direct opneembare hoeveelheid fosfaat in zure bodems bepaald(Olsen e.a 1954).

Als aanvulling op de potproeven zijn tevens onthoudingsproeven (voedingsoplossing) gedaan; hierbij is naast de reaktie van een aantal soorten op fosfaatonthouding ook gekeken naar nitraat, sulfaat, calcium, kalium en magnesiumonthouding.

II : MATERIAAL EN METHODE

II.1 : Soorten en vindplaatsen

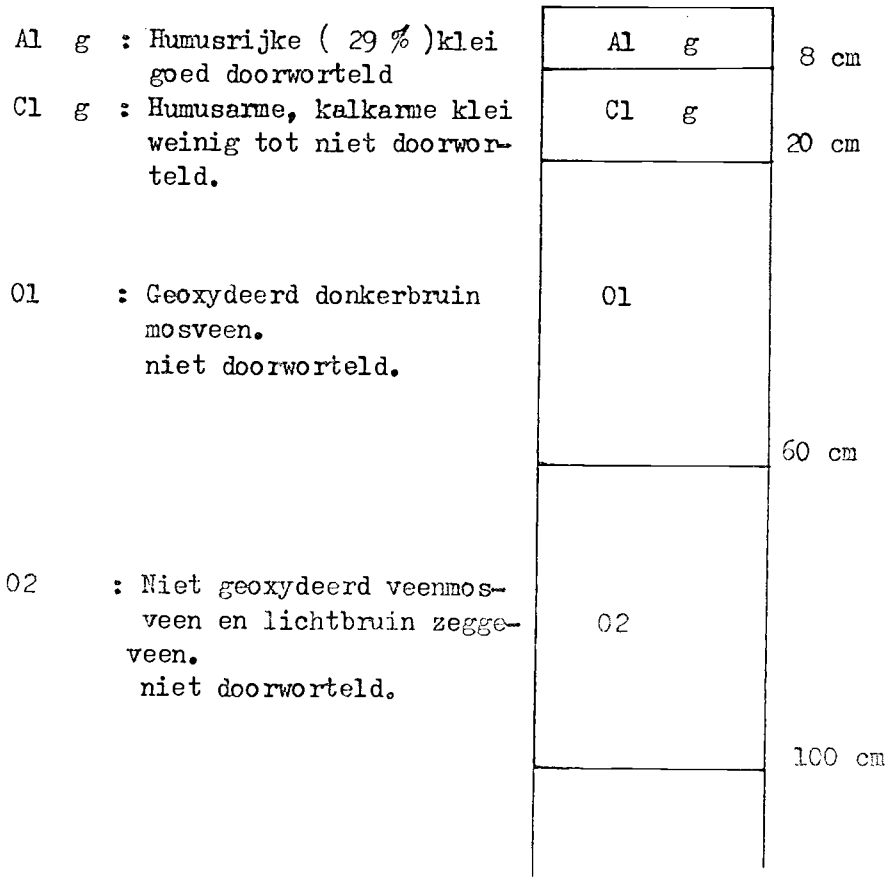
Alle soorten die bij de proeven gebruikt zijn , zijn uit zaad opgekweekt. De herkomst van de zaden is vermeld in deel 1, tabel 1.
Voor de potproeven werden de volgende soorten genomen : Agrostis canina L. (var. turfosa) (Kruipend struisgras) , Carex hostiana DC. (Blonde zegge) , Carex panicea L. (Blauwe zegge) , Cirsium dissectum L. (Spaanse ruiter) , Prunella vulgaris L. (Gewone brunel) en Sieglingia decumbens (L.) Bernh. (Tandjesgras). Tevens werd Urtica dioica L. bij de potproeven betrokken omdat van deze soort het verband tussen groei en fosfaatbemesting bekend is (o.a Rorison 1968).

Voor de onthoudingsproeven werden de volgende soorten genomen: Anthoxantum odoratum L. (Reukgras) , Carex hostiana DC., Carex panicea L., Cirsium dissectum., Nardus stricta L. (Borstelgras) ., Plantago lanceolata L. (Smalbladige weegbree) , Prunella vulgaris L. en Sieglingia decumbens (L.) Bernh..

II.2 : Proefopzet

De grond (klei) die voor de potproeven is gebruikt is in november '79 van het Onlan fan Jelsma gehaald (vgl Hosper s.n). Alleen de bovenste twee kleilagen werden genomen (Fig 2).

Fig 2 : Weideveengrond van het Onlan fan Jelsma.



De grond is fijn gemalen en goed gemengd , de aanwezige wortels werden voor het merendeel verwijderd.
Na menging had de grond de volgende eigenschappen : vochtgehalte 57.7 % , humusgehalte (gloeiverlies) 32.9 % , PH - H_2O 4.8 , PH - KCl 4.3 .
In plastic bloempotten (inhoud tot 2 cm onder de rand 1.2 liter) werd grond + 100 ml voedingsoplossing gedaan tot een totaal van 1350 $\pm$ 10 gram. Voedingsoplossing en grond werden goed gemengd.
De voedingsoplossingen bevatten verschillende hoeveelheden fosfaat ($Ca(H_2PO_4)_2$) met andere voedingsstoffen in overmaat (bijlage 1). Na menging met de grond werd de volgende reeks verkregen : 0 - 2.5 - 6.3 - 15.6 - 39.1 ppm P.
Op de potten werden drie kiemplantjes geplaatst. Per gift en per soort werden 4 potten gebruikt , bovendien 5 blancopotten waarop geen kiemplanten werden geplaatst maar waaraan wel de fosfaatreeks is toegevoegd, deze werden gebruikt voor de bodemchemische bepalingen.
De potten zijn volgens een lotingstabel in een klimaatkamer geplaatst met het volgende "klimaatsregime": 14 uur licht (6000 $\pm$ 200 lux) , 23°C tijdens de licht periode - 15°C tijdens de donkerperiode, 70 % rel. vochtigheid tijdens de lichtperiode - 90 % rel. vochtigheid tijdens de donkerperiode.
Gedurende de proefperiode werd regelmatig met gedemineraliseerd water besproeid. Twee van de drie kiemplanten werden na $\pm$ twee week verwijderd, bovendien werd er regelmatig gewied.
De proef werd begin januari '80 gestart en duurde ongeveer twee maanden waarna de planten (spruit) werden geoogst en gedroogd.

Voor de onthoudingsproeven werden plastic emmers (inhoud 5.5 liter) met voedingsoplossingen gevuld (bijlage 2). De osmotische waarde van de voedingsoplossingen 0.36 mg ion / liter (20°C) , PH was variabel (bijlage 3).
Op de emmers werden 4 kiemplantjes geplaatst. De emmers werden volgens een lotingstabel in een kas geplaatst. Gedurende de proefperiode werd er geaereerd. Elke week werd de voedingsoplossing ververst .
De proef werd begin januari '80 gestart en duurde $\pm$ 2 maanden, waarna de planten werden geoogst (spruit en wortel) en gedroogd.

II.3 : Bepalingen

aan het gewas :
Droog- en versgewicht is gemeten met een bovenweger (3 decimalen).

aan de grond :
PH is gemeten met een Ag / Ag Cl electrode.
PH - H_2O : 10 gram droge grond + 25 ml gedemineraliseerd water.
PH - KCl : ,, + ,, + 25 ml KCl.

Organische stof gehalte : Gloeiverlies bij 950°C.

Vochtgehalte : Gewichtsverlies bij 105°C.

Fosfaat in extracten is bepaald met een molybdeenblauwkleuring (Murphy et all. 1962).
P - water volgens van der Paauw e.a (1969).
P - Al , zoals beschreven in Hofstee e.a (1971).
P - Olsen volgens de gewijzigde methode (Watanable et all. 1965).
P - fixatie : Aan 1.2 cm^3 grond wordt fosfaat toegevoegd (een reeks , bijlage 4)
Na 20 uur wordt fosfaat geextraheerd volgens P - water.

P - totaal : Destructie van 1 gram grond (droog) met een mengsel van zout-, salpeter- en zwavelzuur.

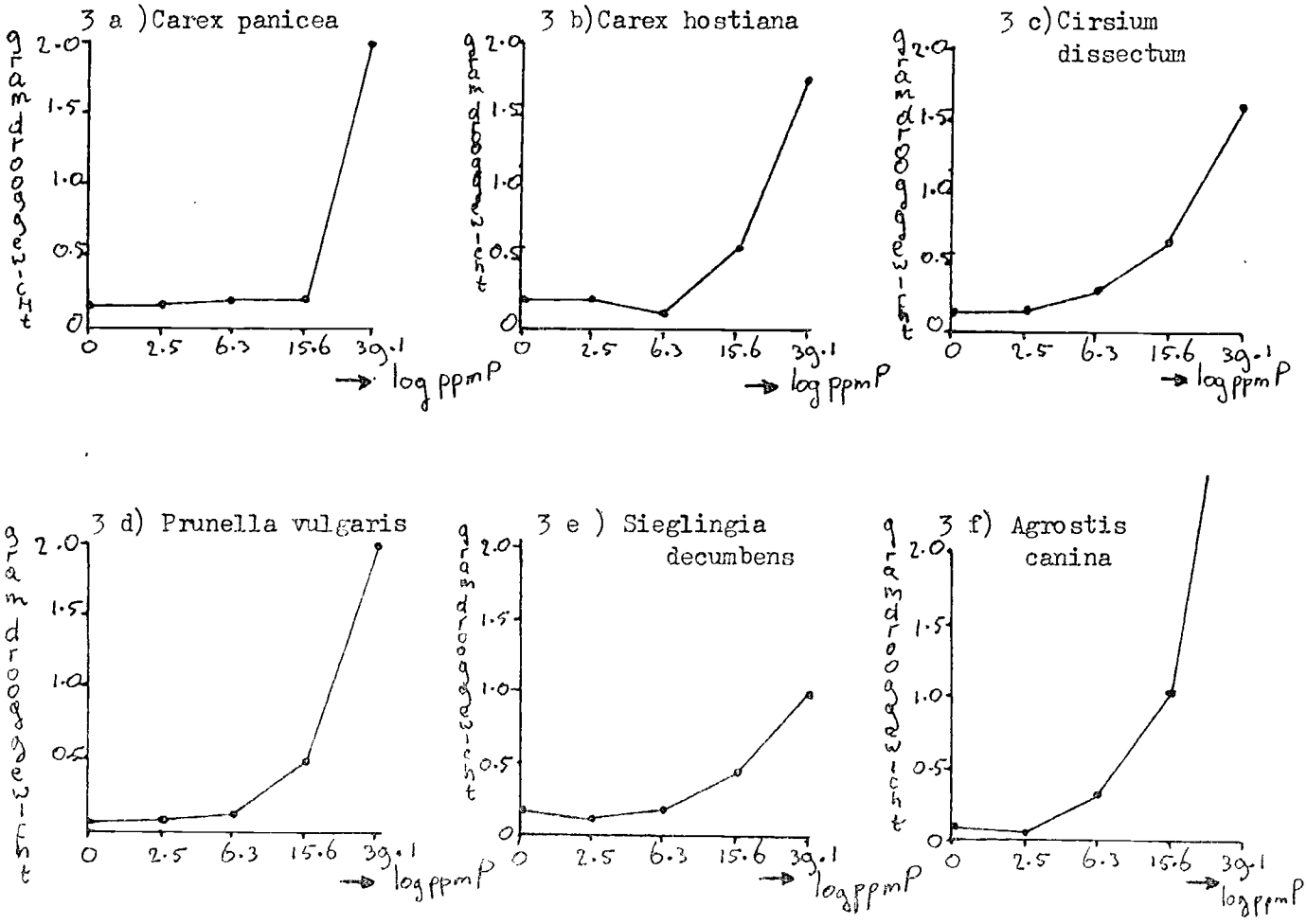
Uitwisselbaar Aluminium : Titrimetrische bepaling met 0.1 N natriumhydroxide en 0.1 N zoutzuur.

III : RESULTATEN

III.1 : Reaktie van de plantesoorten op de reeks fosfaatgiften

Bij de hoogste gift(39.1 ppm P) worden alle soorten significant in hun groei gestimuleerd t.o.v lagere giften (Tabel 1 en 2 , Fig 3a t/m f). Ook een gift van 15.6 geeft bij een aantal soorten significante groeistimulatie (Tabel 1 en 2).

Fig 3 a t/m f : Drooggewicht (grammen) uitgezet tegen fosfaatgiften (ppm P)



TABEL : 1 DROOGGEWICHT

SOORT	ppm P	$\bar{x}$ gr	s.d.	G%	s t/o 0 ppm	s t/o 2.5 ppm	s t/o 6.3 ppm	s. t/o 15.6 ppm
CAREX HOSTIANA	0	.191	.031	26.3	X	n.s	>.02	<.001
	2.5	.193	.023	25.2	n.s	X	>.05	<.001
	6.3	.123	.034	9.5	<.02	<.05	X	<.001
	15.6	.542	.038	16.1	>.001	>.001	>.001	X
	39.1	1.747	.229	13.6	>.001	>.001	>.001	>.001
CAREX PANICEA	0	.142	.039	19.6	X	n.s	n.s	n.s.
	2.5	.193	.057	25.2	n.s	X	n.s	n.s
	6.3	.210	.097	16.3	n.s	n.s	X	n.s
	15.6	.201	.086	5.9	n.s	n.s	n.s	X
	39.1	2.018	.573	15.7	>.001	>.001	>.001	>.001
CIRSIUM DISSECTUM	0	.131	.034	18.1	X	n.s	<.01	<.001
	2.5	.168	.072	22.0	n.s	X	<.1	<.001
	6.3	.288	.111	22.3	>.01	>.1	X	<.01
	15.6	.660	.202	19.6	>.001	>.001	>.01	X
	39.1	1.558	.336	12.1	>.001	>.001	>.001	>.001
PRUNELLA VULGARIS	0	.051	.025	7.0	X	n.s	<.02	<.001
	2.5	.070	.019	9.2	n.s	X	<.05	<.001
	6.3	.129	.064	10.0	>.02	>.05	X	<.001
	15.6	.501	.120	14.8	>.001	>.001	>.001	X
	39.1	2.122	.203	16.5	>.001	>.001	>.001	>.001

$\bar{x}$ = gem. drooggewicht

s.d.= standaarddeviatie

G% = Gewichtspercentage per gift, t.o de andere soorten, behalve Urtica dioica.

s t/o 0 etc. = Significantie t/o 0 etc. m.b.v Students t toets

Vervolg TABEL : 1 DROOGGEWICHT

SOORT	ppm P	$\bar{x}$ gr	s.d	G%	s t/o 0 ppm	s t/o 2.5 ppm	s t/o 6.3 ppm	s t/o 15.6 ppm
AGROSTIS CANINA	0	.080	.032	11.0	X	n.s	<.01	<.001
	2.5	.050	.016	6.5	n.s	X	<.001	<.001
	6.3	.347	.157	26.9	>.01	>.001	X	<.001
	15.6	1.022	.217	30.3	>.001	>.001	>.001	X
	39.1	4.381	1.288	34.2	>.001	>.001	>.001	>.001
SIEGLINGIA DECUMBENS	0	.130	.043	17.9	X	n.s	<.01	<.001
	2.5	.091	.036	12.0	n.s	X	<.01	<.001
	6.3	.192	.076	14.9	>.01	>.01	X	<.002
	15.6	.447	.107	13.3	>.001	>.001	>.002	X
	39.1	.993	.426	7.8	>.001	>.001	>.001	>.02
URTICA DIOICA	0	0	0	—	X	n.s	n.s	<.001
	2.5	0	0	—	n.s	X	n.s	<.001
	6.3	0	0	—	n.s	n.s	X	<.001
	15.6	.244	.141	—	>.001	>.001	>.001	X
	39.1	1.551	.732	—	>.001	>.001	>.001	>.001

TABEL : 2 VERSGEWICHT

SOORT	ppm P	$\bar{x}$. gr	s.d.	G%	D/V x 100
CAREX HOSTIANA	0	.590	.102	21.9	32
	2.5	.590	.062	18.6	33
	6.3	.337	.095	6.3	36
	15.6	1.728	.152	13.1	31
	39.1	5.289	.204	11.5	33
CAREX PANICEA	0	.450	.154	16.7	32
	2.5	.645	.187	20.3	30
	6.3	.695	.354	12.9	30
	15.6	.695	.212	5.3	29
	39.1	7.023	2.138	15.3	29
CIRSIUM DISSECTUM	0	.804	.192	29.8	16
	2.5	1.141	.514	35.9	15
	6.3	2.098	.709	39.1	14
	15.6	4.402	1.240	33.3	15
	39.1	9.719	1.703	21.2	16
PRUNELLA VULGARIS	0	.232	.096	8.6	22
	2.5	.372	.070	11.7	19
	6.3	.556	.129	10.4	23
	15.6	2.256	.501	17.0	22
	39.1	10.354	2.122	22.6	20

$\bar{x}$ = gem . drooggewicht in grammen
s.d. = standaarddeviatie

G% = Gewichtspercentage per gift, t.o de andere soorten behalve Urtica dioica

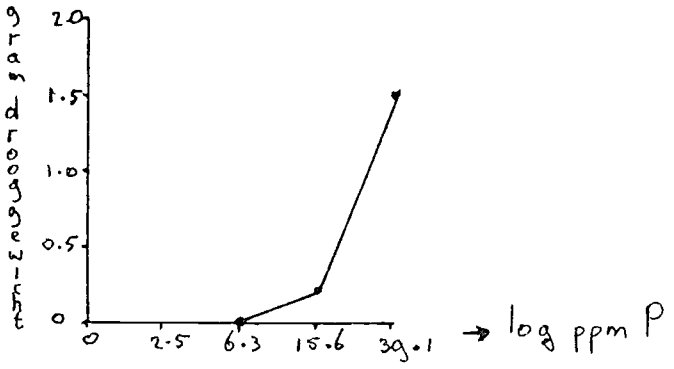
D/V = Droog-Vers verhouding.

Vervolg TABEL : 2 VERSGEWICHT

SOORT	ppm P	$\bar{x}$ gr	s.d.	G%	D/V X 100
AGROSTIS CANINA	0	.248	.103	9.2	32
	2.5	.152	.053	4.8	33
	6.3	1.119	.524	20.8	31
	15.6	2.902	.473	21.9	35
	39.1	10.486	2.653	22.9	42
SIEGLINGIA DECUMBENS	0	.371	.131	13.8	35
	2.5	.279	.130	8.8	33
	6.3	.566	.229	10.5	34
	15.6	1.254	.262	9.5	36
	39.1	2.938	1.289	6.5	34
URTICA DIOICA	0	0	0	—	—
	2.5	0	0	—	—
	6.3	0	0	—	—
	15.6	.711	.342	—	34
	39.1	4.518	1.019	—	34

Fig 3 g): Drooggewicht (grammen) uitgezet tegen fosfaatgiften (ppm P)

Urtica dioica



Bij de laagste giften blijkt alleen Urtica dioica zich niet te kunnen handhaven (Fig. 3 g). Zelfs bij de hoogste gift vertoonde Urtica dioica tekenen van fosfaatgebrek (paarskleuring van de bladeren).
Agrostis canina en Prunella vulgaris vertoonden tekenen van fosfaatgebrek bij de laagste giften (0 en 2.5 ppm P).

Absoluut gezien nemen alle soorten qua gewicht toe bij de hoogste gift (en). Agrostis canina en Prunella vulgaris reageren echter relatief het meest. (Fig 4)

Fig 4a: De bijdrage van één soort (gewicht) aan het totaal (vers)gewicht van alle soorten per gift. (N.B Urtica dioica is hier niet bij betrokken.

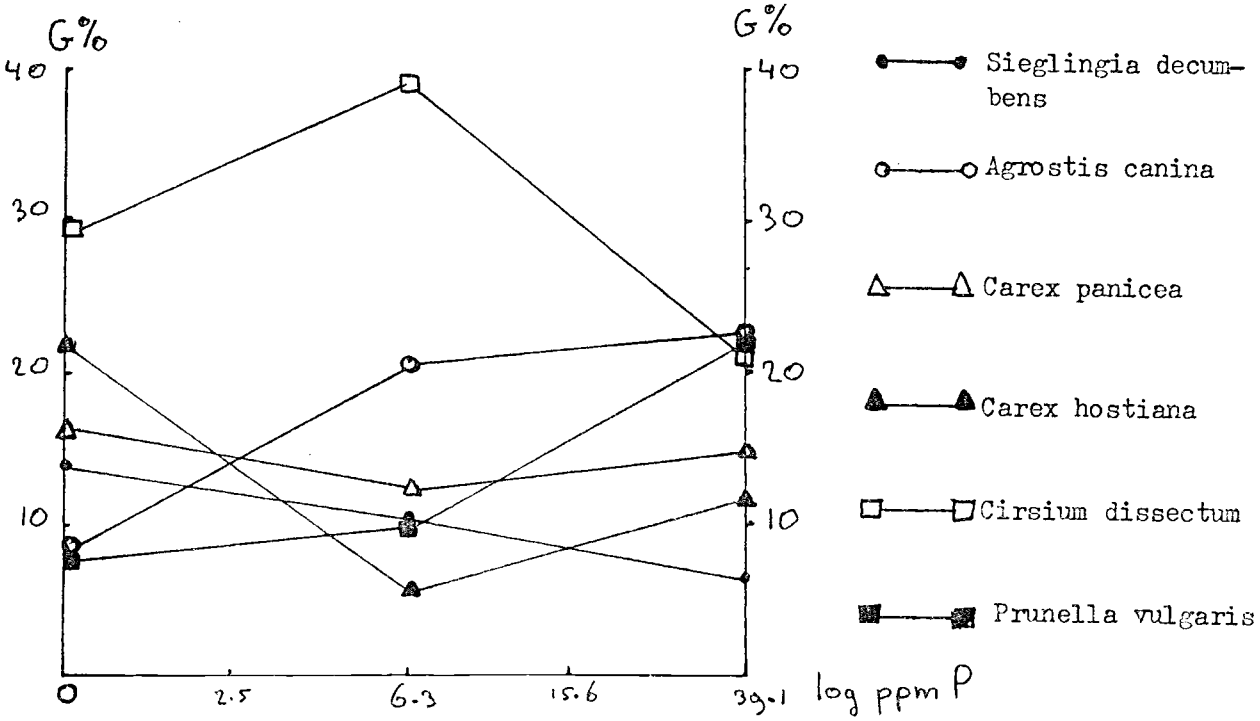
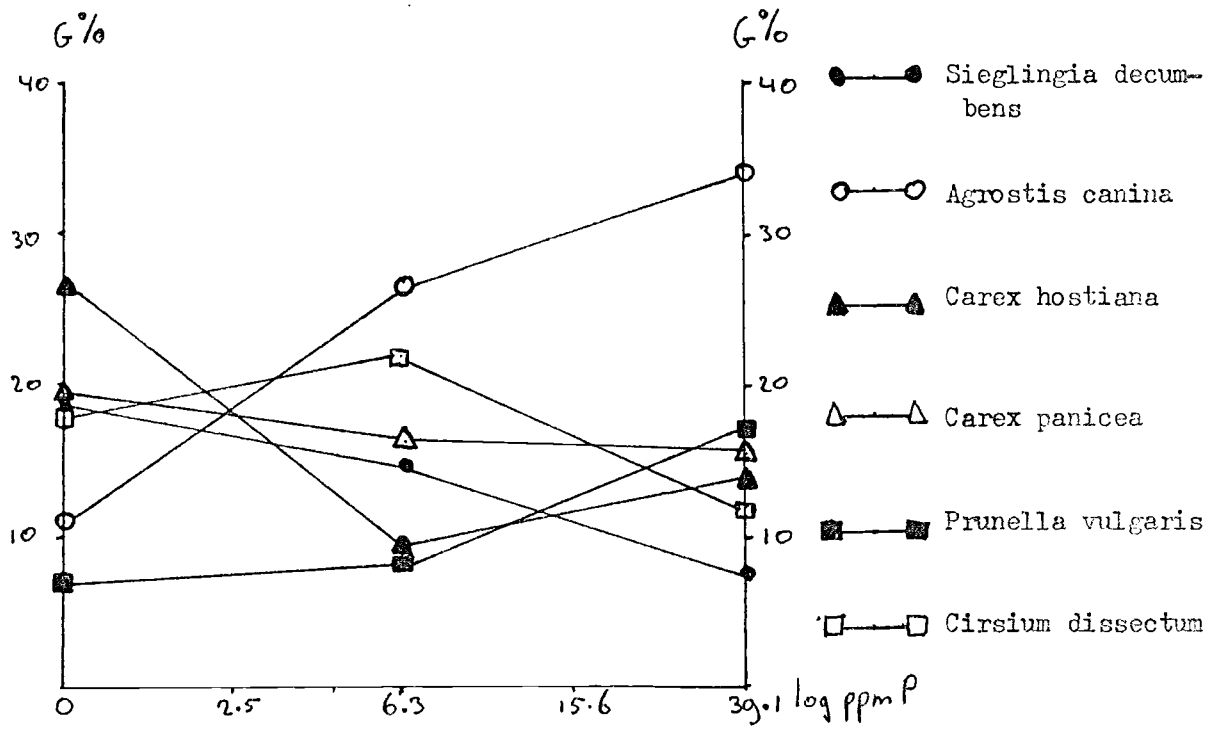


Fig 4b : De bijdrage van het drooggewicht van één soort aan het totaal drooggewicht van alle soorten per gift.(N.B Urtica dioica is hier niet bij betrokken).



III.2 : Bodemchemische bepalingen

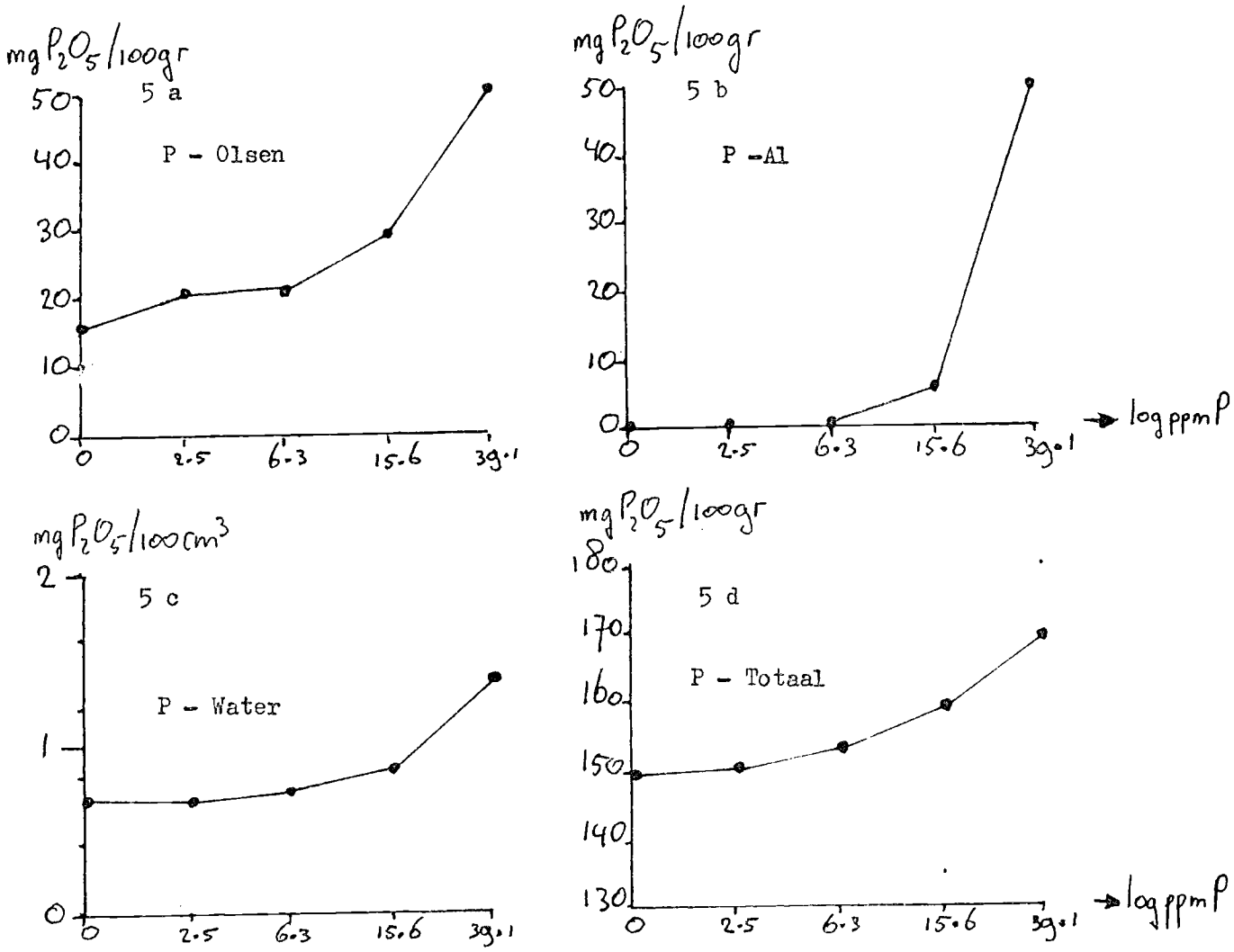
De totale hoeveelheid fosfaat in de bodem (onbemest) bedroeg 0.15 %.

Alle fosfaatbepalingen correleren goed met de reeks giften (ppm P) (lineaire regressie) :

P - Al (mg P_2O_5/100gram)	y = 1.4x - 5.8	(r = 0.96)
P - Olsen (mg P_2O_5 / 100 gram)	y = 0.9x + 17.4	(r = 0.99)
P - water (mg P_2O_5 / 100 cm^3)	y = 0.2x + 5.7	(r = 0.96)
P - totaal (mg P_2O_5 / 100 gram)	y = 0.5x + 150.7	(r = 0.99)

P - Al gedraagt zich afwijkend doordat bij de laagste giften geen positieve waarden gevonden zijn (Fig 5b , Tabel 3).
P - totaal verloopt goed (Fig 5d), doch neemt absoluut te weinig toe in vergelijking met P - Olsen en P - Al (Fig 5) .
Het blijkt trouwens dat zowel P - Olsen als P -Al het verschil tussen de hoogste en laagste gift (39 ppm P = ± 95 ppm P (voor de droge grond)) extraheren.
Hoegenoeg de gehele gift (39 ppm P, aan natte grond) zou volgens deze methoden na twee maand nog als beschikbaar moeten worden beschouwd.
Ongeveer 0.5 % van de P-totaal waarde wordt door P -water geextraheerd.

Fig. 5 : Het gemeten fosfaatgehalte uitgezet tegen de giften (ppm P)

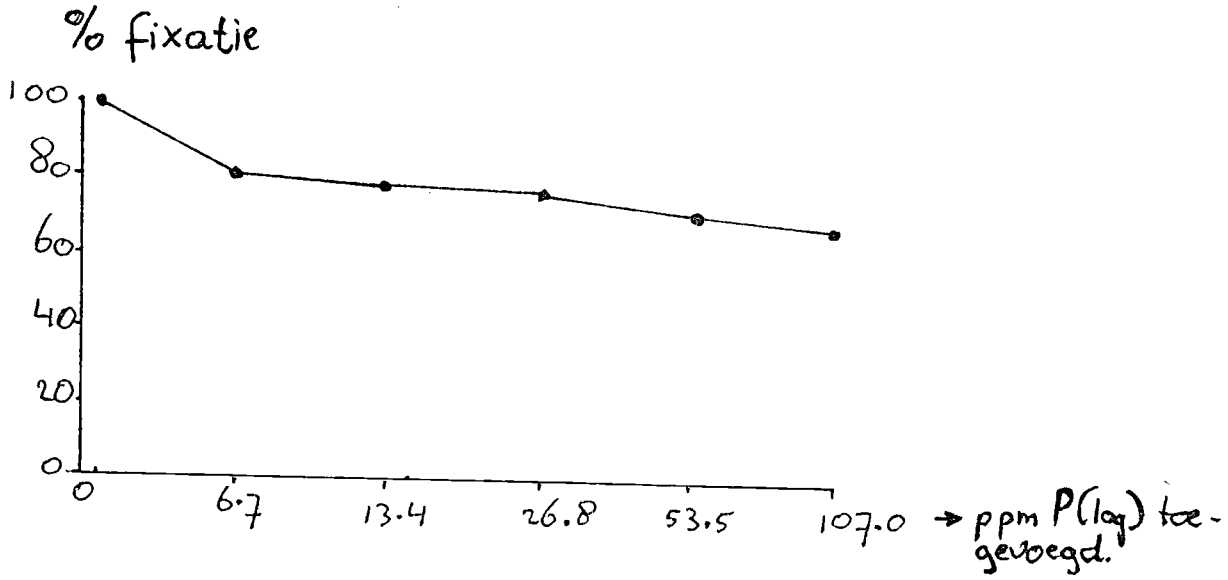


Tabel 3 : Het (na twee maand) gemeten fosfaatgehalte en uitwisselbaar Aluminium gehalte bij de verschillende bemestingen (ppm P).

Gift ppm P	P-totaal mg P_2O_5/100gr	P-Olsen mg P_2O_5/100gr	P-al mg P_2O_5/100gr	P-water mg P_2O_5/100cm³	Uitw. Al mg Al^{3+}/100gr
0	150	17	—	0.7	89.5
2.5	151	22	—	0.7	70.1
6.3	155	22	—	0.7	19.5
15.6	159	29	6.5	0.8	19.4
39.1	169	52	52	1.3	18.1

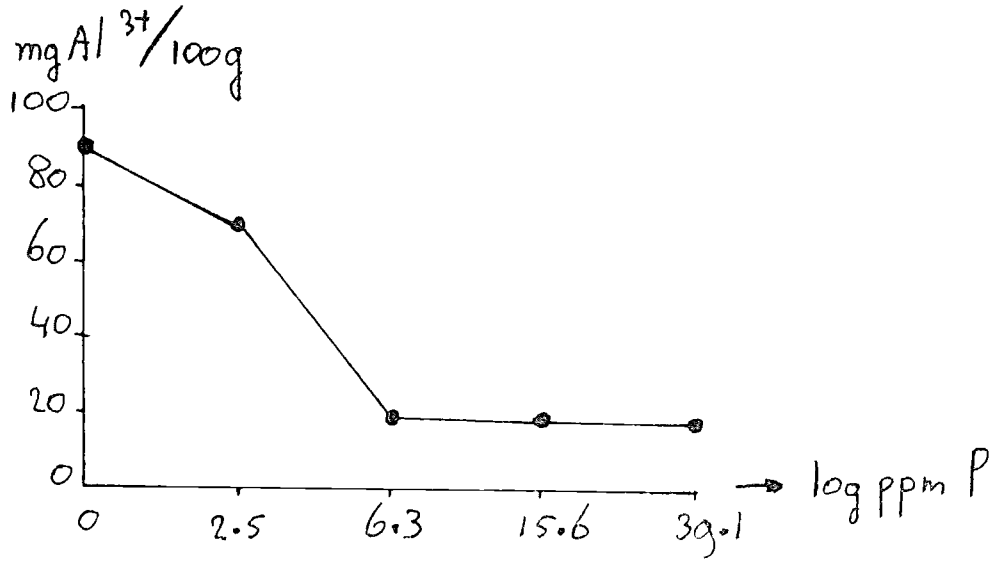
De onbemeste grond blijkt veel fosfaat te kunnen fixeren (Fig 6). Opmerkelijk is dat bij alle giften een zelfde percentage wordt gefixeerd (volgens P - water).

Fig 6 : Fosfaatfixatie volgens P - water . Percentage fixatie uigezet tegen de fosfaatgiften (2 ml oplossing aan 1.2 cm^3 droge grond (gedroogd bij 35°C), na 20 uur fosfaat bepaald volgens P - water).



De hoeveelheid uitwisselbaar aluminium blijkt bij een gift van 6.3 ppm P sterk te zijn afgenomen , doch blijft bij hogere giften op een zelfde nivo gehandhaafd (Fig 7).

Fig. 7 : De hoeveelheid uitwisselbaar aluminium (Al^{3+}) uitgezet tegen de fosfaatgiften (ppm P)



III.3 : Correlatie met het gewas

De gemiddelde correlaties van de drie extractiemethoden (mg P_2O_5 / 100gr of 100 cm^3 droge grond) lopen niet veel uiteen en zijn significant ($p < 0.05$) rechtlijnig (Tabel 3 uit R.E Parker).
Ook de waarden van P - totaal geven een goede correlatie met het gewas en de gemiddelde correlatie is eveneens significant (p 0.1) rechtlijnig.

Tabel 4 : Correlaties van P - Al (mg P_2O_5/ 100 gr. droge grond) , P - Olsen(mg P_2O_5/ 100 gr. droge grond) , P - water (mg P_2O_5 / 100 cm^3 droge grond) en P - totaal (mg P_2O_5 / 100 gr. droge grond), met het gewas (gr. drooggewicht) .

SOORT	P - Al	P - Olsen	P - water	P - totaal
Carex hostiana	.99	.98	.98	.93
Carex panicea	.98	.95	.95	.88
Cirsium dissectum	.97	.95	.97	.98
Prunella vulgaris	.99	.98	.98	.95
Agrostis canina	.99	.98	.98	.95
Sieglingia decumbens	.96	.98	.97	.98
gem. correlatiecoefficient	.98	.97	.97	.95

Tabel 5 : gemiddelde drooggewicht v.d spruit (grammen) en standaarddeviaties ( ). n = 4 planten , tenzij anders vermeld.
Wanneer een soort bij een onthouding niet significant minder produceert dan op de complete voedingsoplossing is dit vermeld. (n.s).
Tevens is de spruit-wortelverhouding (s/w) in deze tabel vermeld.

SOORT	COMPL.	- P	- N	- S	- Mg	- K	- Ca	S/W
Carex panicea n = 3	.499 (.157) 3.6	.179 (.060) 1.3	.145 (.064) 0.8		.192 (.005) 3.3	.056 (.027) 1.6	.094 (.054) 2.1	← s/w
Carex hostiana	.386 (.133) 2.8	.122 (.080) 1.8	.053 (.023) 1.0	.157 (.053) 1.8	.010 (.008) 1.6	.055 (.007) 2.2	+	← s/w
Cirsium dissectum	3.724 (1.103) 3.9	.227 (.098) 0.7	.156 (.059) 0.5	1.899 (.248) 4.6	2.560 (.313) 5.8 n.s	.522 (.021) 5.4	.017 (.015) 3.8	← s/w
Plantago lanceolata	7.782 (3.215) 7.2	.162 (0.092) 0.9	.141 (.041) 0.6	4.581 (1.361) 4.1 n.s	+	.486 (.096) 3.9	+	← s/w
Prunella vulgaris	2.640 (.776) 4.4	.309 (.087) 0.7	.162 (.071) 1.7	1.856 (.700) 5.1 n.s	.088 (.025) 2.3	.245 (.100) 2.8	+	← s/w
Anthoxantum odoratum	1.646 (.457) 6.2	.160 (.076) 0.6	.103 (.045) 0.5	2.686 (1.215) 3.2 n.s	.095 (.033) 3.4	.330 (.143) 1.2	+	← s/w
Sieglingia decumbens	.392 (.117) 2.3	.183 (.039) 1.3	.093 (.026) 1.4	.182 (.102) 1.9	.058 (.008) 3.9	.075 (.008) 3.7	.189 (.059) 1.9	← s/w
Nardus stricta	.144 (.067) 2.3	.134 (.028) 2.2 n.s	.056 (.030) 1.2	.089 (.029) 3.0 n.s	.085 (.051) 5.4 n.s	.054 (.017) 3.2	.042 (.013) 2.2	← s/w

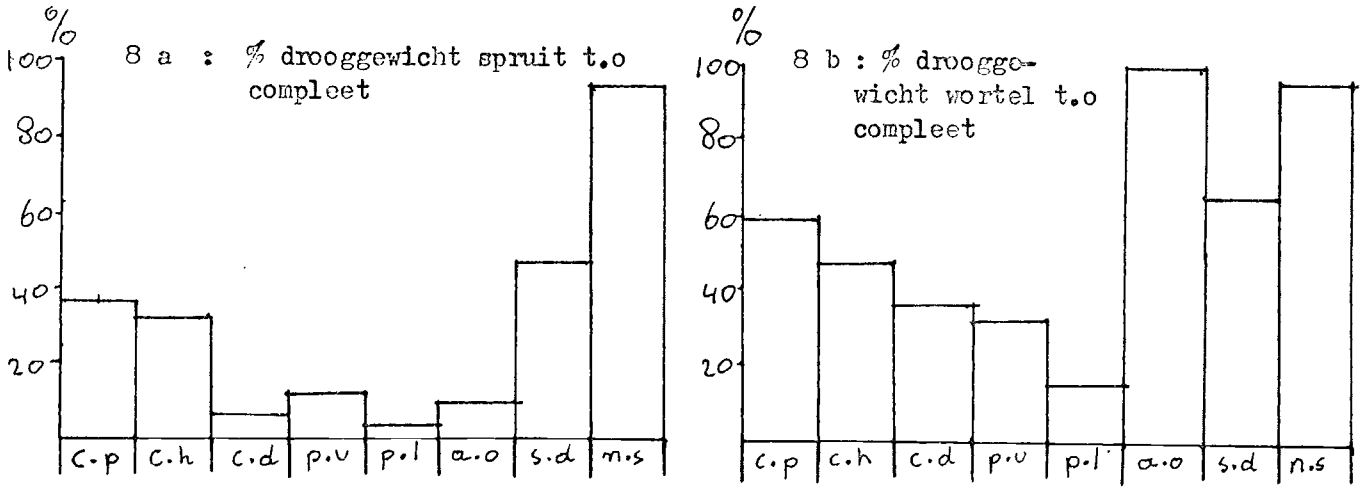
Uit deze tabel is het drooggewicht van de wortel te berekenen; s/w is namelijk gemiddeld drooggewicht v/d spruit : gemiddeld drooggewicht van de wortel. Standaarddeviaties van de wortelgewichten zijn niet bekend , daar de wortels van de afzonderlijke planten vaak moeilijk ontwarbaar bleken.

III.4 : Onthoudingsproeven

De resultaten worden vermeld in Tabel 5.
In de bij dit onderdeel behorende figuren worden de volgende afkortingen gebruikt :
c.p = Carex panicea , c.h = Carex hostiana , c.d = Cirsium dissectum , p.v = Prunella vulgaris , p.l = Plantago lanceolata , a.o = Anthoxantum odoratum , s.d = Sieglingia decumbens , n.s = Nardus stricta .

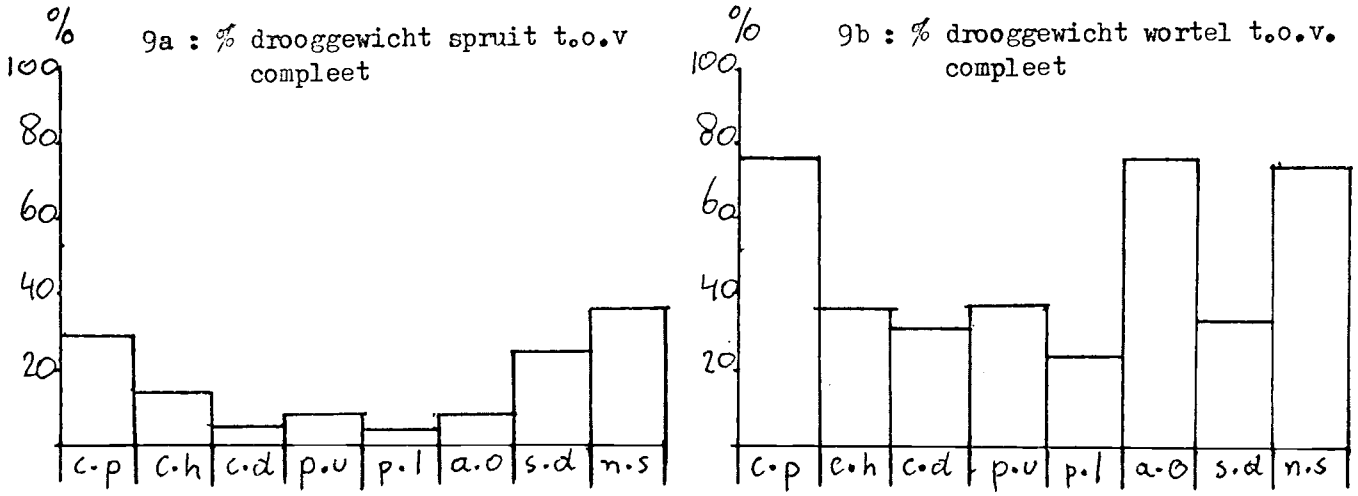
- $H_2PO_4^-$: De produktie van de spruit is t.o.v de complete voedingsoplossing het meest afgenomen bij de kruiden en Anthoxantum odoratum (Fig. 8). Opmerkelijk is dat Nardus stricta bijna evenveel droge stof produceert als op de complete voedingsoplossing (Fig. 8).
Voor alle soorten is een verlaging van de spruit - wortelverhouding gevonden t.o.v de complete voedingsoplossing ; voor de kruiden en Anthoxantum odoratum is dit effekt het sterkst.
Uiting van fosfaatgebrek door verkleuring is alleen bij de kruiden waargenomen : donker groene kleur en paarskleuring van de onderkant van de bladeren.

Fig 8 : Percentage drooggewicht van spruit en wortel t. o. van de complete voedingsoplossing. bij fosfaatonthouding.



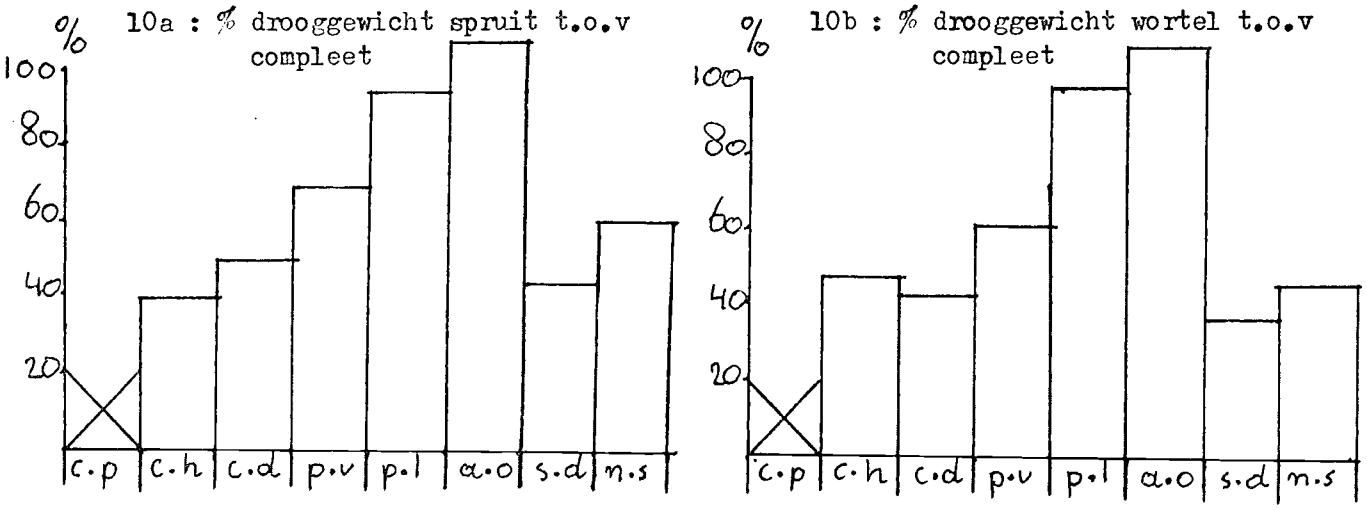
- NO_3^- : Voor alle soorten is de productie van de spruit t.o.v de complete oplossing afgenomen ; voor de kruiden en Anthoxantum odoratum het meest (Fig. 9).
Voor alle soorten is een verlaging van de spruit - wortelverhouding gevonden t.o. van de complete voedingsoplossing (Tabel 5).
Nitraatgebrek uitte zich verder door een lichtgroene tot gele kleur bijalle soorten (behalve Nardus stricta enSieglingia decumbens). Plantjes van Plantago lanceolata waren door schimmel aan getast.

Fig. 9 : Percentage drooggewicht van spruit en wortel t.o.v. de complete voedingsoplossing bij nitraatonthouding.



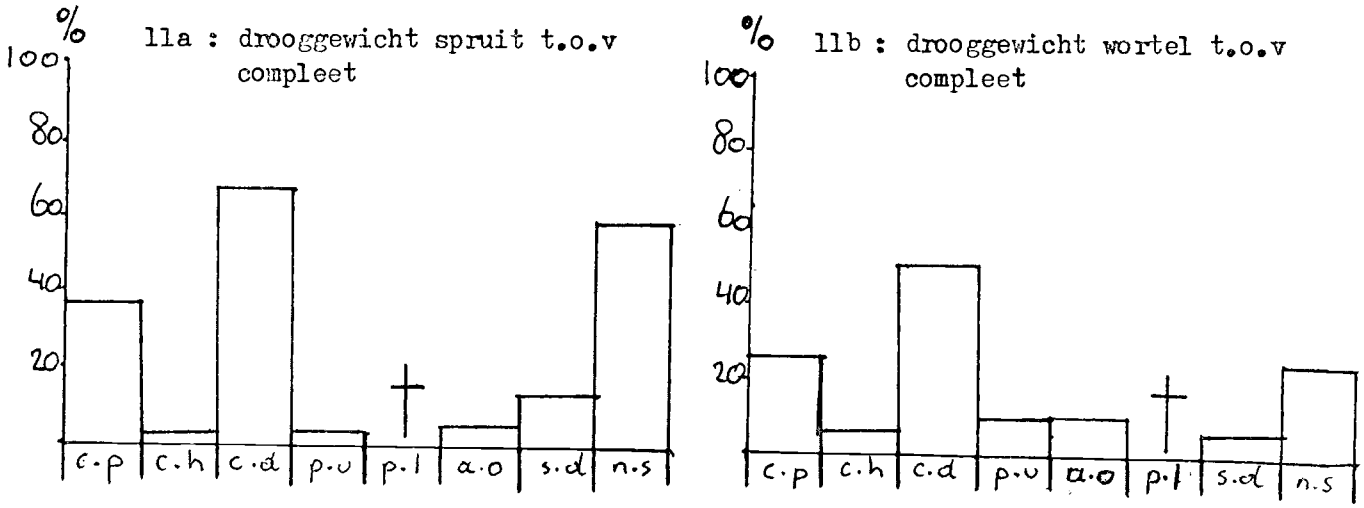
- SO_4^{--} : De produktie van droge stof (spruit) is t.o.v de complete voedingsoplossing minder gereduceerd dan bij de hiervoor beschreven onthoudingen. Anthoxantum odoratum produceert zelfs significant meer (t - toets , $p < 0.1$) droge stof (spruit + wortel) i.v.t de complete voedingsoplossing (Fig. 10).
Verlaging van de spruit - wortelverhouding is niet gevonden.

Fig. 10 : Percentage drooggewicht van spruit en wortel t.o.v de complete voedingsoplossing bij sulfaatonthouding.



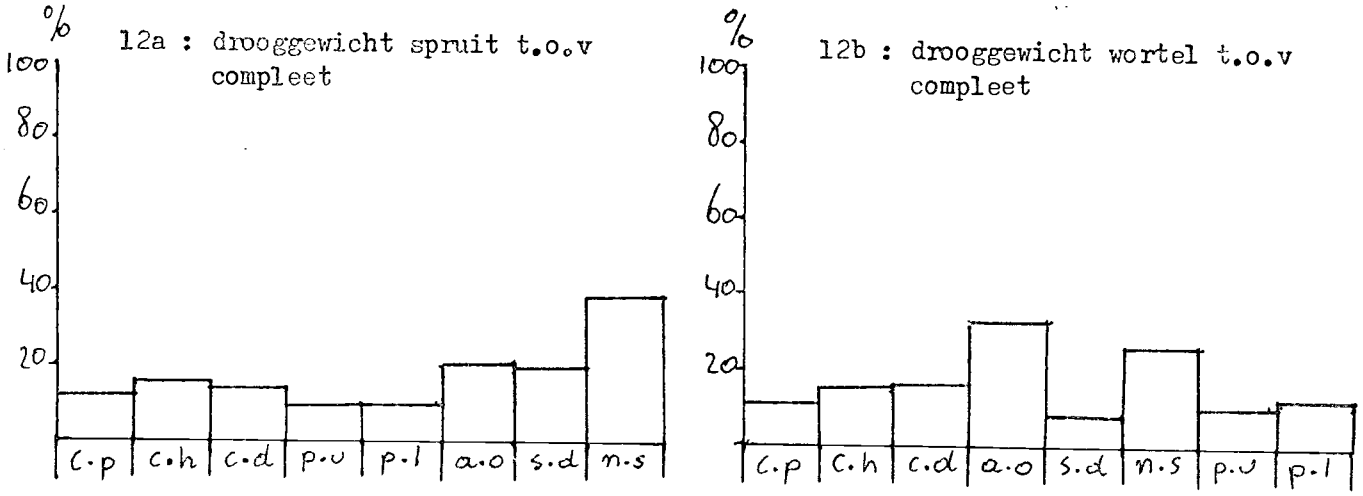
- Mg^{++} : Plantago lanceolata plantjes sterven af gedurende de proefperiode. Cirsium dissectum produceert t.o.v de complete voedingsoplossing niet significant minder droge stof, de andere soorten wel(Fig. 11). Magnesium gebrek uitte zich door de lichte kleur van de bladeren en het afsterven van de onderste bladeren.
De spruit - wortelverhouding neemt bij een aantal soorten toe (Cirsium dissectum , Nardus stricta en Sieglingia decumbens), bij de andere soorten af.

Fig. 11 : Percentage drooggewicht van spruit en wortel t.o.v de complete voedingsoplossing bij magnesiumonthouding.



- K^+ : Droge stof productie t.o.v de complete voedingsoplossing is voor alle soorten sterk afgenomen (Fig 12).
De spruit - wortelverhouding neemt voor een aantal soorten toe (Cirsium dissectum , Nardus stricta en Sieglingia decumbens) t.o.v de complete voedingsoplossing , voor de andere soorten neemt s/w af.
Kalium gebrek uitte zich verder door gele vlekken langs nerven en bladranden bij de kruiden en rood-aangelopen bladeren bij de grassen.

Fig 12 : Percentage drooggewicht van spruit en wortel t.o.v de complete voedingsoplossing bij kaliumonthouding.



- Ca^{++} : Een aantal soorten sterft af gedurende proefperiode (Carex hostiana, Cirsium dissectum, Prunella vulgaris, Plantago lanceolata, Anthoxantum odoratum). Bij de overige soorten uitten zich de volgende kenmerken: Carex panicea - onderste bladeren bruin , Sieglingia decumbens - bladeren gekruld, witte bladpunten , Nardus stricta - geen bijzondere kenmerken.

IV : DISKUSSIE

IV.1 : Potproeven

De zes plantesoorten, voorkomend in blauwgraslandvegetaties (Cirsio -Molinietum) in Friesland, blijken door een fosfaatgift in hun groei te worden gestimuleerd. De intensiteit van de stimulatie is echter verschillend : De groeisnelheid bij een bemesting van ± 40 ppm P , vergeleken met geen P-bemesting, blijkt gedurende de proefperiode voor Carex hostiana, Carex panicea, Cirsium dissectum en Sieglingia decumbens ± 10 maal zo hoog te liggen, voor Prunella vulgaris ± 40 maal en voor Agrostis canina (var. turfosa) zelfs ± 55 maal.

Agrostis canina var. turfosa wordt als dominante "soort" karakteristiek beschouwd voor enigzins bemeste blauwgraslanden (Westhoff e.a 1969). Prunella vulgaris gedijt goed op matig voedselrijke tot voedselrijke (antropogene) graslanden (Westhoff e.a 1969). Toch blijken deze soorten voor te kunnen komen naast soorten die karakteristiek zijn voor voedselarme omstandigheden. Dit wijst op een hoge mate van flexibiliteit van deze soorten.
Bradshaw et all. (1960),Clarkson(1967) en Rorison (1968) vonden dat soorten van voedselarme milieus nauwelijks (Nardus stricta , Bradshaw 1960) of minder sterk dan de andere bij het onderzoek betrokken soorten op een fosfaatgift reageerden (Agrostis setacea , Clarkson 1967 en Deschampsia flexuosa , Rorison 1968).
Clarkson (1967) meent dat een lage groeisnelheid (ook na bemesting) een waarborg is voor planten van voedselarme omstandigheden om zich te kunnen handhaven onder voedselarme omstandigheden : correlatie van trage groei met trage fosfaataanvoer. Hiermee wordt echter de suggestie gewekt dat soorten die sterk op fosfaat bemesting reageren, zich niet onder voedselarme omstandigheden zouden kunnen handhaven.Dit hoeft echter niet het geval te zijn zoals voor Agrostis canina is gebleken.
Het verschil in groeisnelheid bij een fosfaatbemesting, zou kunnen wijzen op een verandering in samenstelling (soort + bedekking) van genoemde vegetatie na een fosfaatbemesting. Hosper (s.n) vond dat bij bemesting van een stuk blauwgraslandvegetatie (vgls. Bouma - Janssen methode)een verandering in de samenstelling van de vegetatie optrad, vooral bemesting met fosfaat leverde een enorme verandering op: In eerste instantie nam het gewichtspercentage van de dicotylen (o.a Prunella vulgaris en Cirsium dissectum) toe, later nam ook het gewichtspercentage van de grassen van wat rijkere omstandigheden (Agrostis canina , Anthoxantum odoratum en Holcus lanatus) toe, de monocotylen van voedselarme omstandigheden namen in gewichtspercentage af.Dit komt goed overeen met hetgeen in dit onderzoek is gevonden n.l toename van het gewichtspercentage van Prunella vulgaris en Agrostis canina. Door het beter benutten van een fosfaatgift (hogere groeisnelheid) door deze soorten zullen andere soorten weggeconcureerd worden (b.v door lichtgebrek).
Urtica dioica , waarvan bekend is dat de soort sterk reageert op een hoge fosfaat concentratie (o.a Rorison 1968), bleek zich bij de laagste fosfaatgiften niet te kunnen handhaven gedurende de proefperiode.Gezien de kleur van de bladeren lijkt fosfaatgebrek hiervoor verantwoordelijk te zijn. Toxiciteit van aluminium lijkt onwaarschijnlijk , daar de hoeveelheid uitwisselbare aluminium bij een bemesting van 6.3 ppmP (afsterven van Urtica dioica) en een bemesting van 39ppmP (handhaven van Urtica dioica gedurende de proefperiode) nauwelijks verschilde (FIG.7).

Het afwijkende gedrag van P -al (geen positieve waarden bij de laagste giften) valt moeilijk te verklaren. Een mogelijkheid is het niet fosfaatvrij zijn van de aktieve kool die gebruikt wordt , waardoor de blanco's te hoog uitvallen. Het valt trouwens op dat P -al vaak moeilijkheden geeft (o.a de Leeuw 1980). Toch is de correlatie met de reeks giften goed (r = 0.96) en significant rechtlijnig.

P -al en P -Olsen geven de hoogste gift (39 ppm P) als beschikbaar fosfaat weer d.w.z de gehele gift wordt door deze beide methoden geextraheerd. P -water extraheerd slechts ongeveer 4 % van de hoogste gift. Waarschijnlijk zijn de fosfaatverbindingen van het fosfaat dat toegevoegd is nog van dien aard dat ze makkelijk oplosbaar zijn bijvoorbeeld bij een PH verhoging (P -Olsen).
Lindsay (1979) vermeldt een proef waarbij gedurende 18 maanden de oplosbaarheid van fosfaat is gemeten aan potgrond (zonder planten) na een bemesting. Het bleek dat de oplosbaarheid (in 0.01 N $CaCl_2$) in de tijd geleidelijk verminderde.
Na een ammonium- of kaliumbemesting kunnen NH_4 - taranakiet of K - taranakiet de meest stabiele fosfaatverbindingen zijn , Dit is echter van tijdelijke aard, wanneer de kalium of ammoniumconcentratie in de bodem uitgeput raakt door plantegroei of microbiële aktiviteiten zijn deze verbindingen weinig stabiel (Lindsay 1979).

Het lijkt waarschijnlijk dat aluminium bijdraagt aan de fixatie in eerste instantie, bij een vrij lage gift (6.3 ppm P) is de hoeveelheid uitwisselbaar aluminium namelijk sterk afgenomen . Hesse (1971) vermeldt een onderzoek waarbij is aangetoond dat fosfaat in eerste instantie door aluminium werd gefixeerd maar later (enkele maanden) door ijzer.
Strengiet (ijzerfosfaat) lijkt onder zure , oxiderende omstandigheden het meest stabiele fosfaat mineraal te zijn , bij sterk verweerde(tropische) bodems lijkt varisciet (een aluminiumfosfaat) het meest stabiele fosfaatmineraal te zijn (Lindsay 1979).

Volgens P - water blijkt de grond (onbemest) veel fosfaat te kunnen fixeren (Fig. 6). Een dergelijke fixatieproef kan een belangrijke functie hebben bij het opstellen van een bemestingsreeks. Bij dit onderzoek is dat niet gebeurd , er is uit gegaan van een bemestingsadvies voor slechte (= voedselarme) grond.

De correlaties met het gewas zijn gemiddeld zeer goed en significant rechtlijnig voor zowel de drie extractiemethoden als voor de totaalfosfaatbepaling. Op grond van dit onderzoek kan dan ook geen van de drie extractiemethoden als beste worden beschouwd.
Van P -Olsen en P-Al wordt verondersteld dat ze het fosfaat (voornamelijk anorganisch) extraheren dat op korte termijn (groeiseizoen) beschikbaar komt voor een plant. Het is echter maar de vraag of men dat van enigerlei extractiemethode mag veronderstellen, de bodem moet dan over een zekere periode de zelfde eigenschappen behouden. Verandering van PH of redoxpotentiaal doet de oplosbaarheid van fosfaatmineralen veranderen (Lindsay 1979 , Mattingly 1975).
In het veld zal men daarom niet kunnen volstaan met één momentopname, maar men zal regelmatig het beschikbare fosfaat moeten bepalen. Voor dat doel lijkt P -water het meest geschikt omdat het fosfaat in oplossing in evenwicht is met de aanwezige fosfaatmineralen (o.a Lindsay 1979), waardoor men een reëel beeld krijgt van de tijdsafhankelijkheid van de fosfaatbeschikbaarheid.
Ook de bijdrage van organisch fosfaat aan de fosfaatbeschikbaarheid zal tijdsafhankelijk zijn en moet niet onderschat worden (Halm 1972).

IV.2 : Onthoudingsproeven

Bij fosfaatonthouding worden een aantal soorten in mindere mate in de groei gereduceerd. Dit zijn soorten die vergeleken met andere soorten bij een fosfaat bemesting een lage(re) groeisnelheid hebben : Carex panicea , Carex hostiana, Sieglingia decumbens (vgl. potproeven) en Nardus stricta (Bradshaw 1960). De drooggewicht produktie van Nardus stricta blijkt zelfs significant niet af te wijken van de drooggewichtproduktie op de complete voedingsoplossing. Fosfaat is voor iedere plant een nodzakelijke voedingsstof (nucleinezuren, enzymen). Het minder sterk reageren op fosfaatonthouding zal dan ook mede of alleen aan de lage groeisnelheid liggen (Clarkson 1967) , waardoor de plant een tijdlang genoeg heeft aan het fosfaat in het resevevoedsel van het zaad (endosperm).
De soorten met een hoge(re) groeisnelheid (b.v Anthoxantum odoratum)blijken zich vanuit het zaadstadium toch gedurende de proefperiode (± 2 maand) in stand te kunnen houden. Op een fosfaatbemesting (complete voedingsoplossing) reageren ze echter relatief sterker als de hier voor genoemde soorten. Hier doet zich een vergelijking voor met hetgeen voor Agrostis canina bij de potproeven is gevonden. Helaas kon Agrostis canina niet bij de onthoudingsproeven betrokken worden ; de kiemplanten bleken te klein om aan te slaan.
Bij de al eerder genoemde bemestingsproef (volgens Bouma - Janssenmethode) blijken zowel Anthoxantum odoratum en Agrostis canina relatief sterker op een fosfaatbemestimg te reageren dan de andere monocotylen (Hosper s.n).Bij een bemestingsproef in het veld (blauwgrasland vegetatie, Onlan fan Jelsma)blijkt na P - bemesting o.a Anthoxantum odoratum te gaan domineren (Hosper s.n).

Nitraatonthoudig leidt globaal tot het zelfde beeld als fosfaatonthouding, alleen zijn de verschillen tussen soorten met lage groeisnelheid en soorten met hoge(re) groeisnelheid minder groot. Nitraatonthouding lijkt voor soorten met lage groeisnelheid meer desastreus te zijn dan fosfaatonthouding.
Zowel bij nitraat - als fosfaatonthouding nam de spruit - wortelverhouding voor alle plantesoorten af; dit is een algemeen beeld (Hewitt 1974).

Sulfaatonthouding geeft voor een aantal soorten geen significant mindere drooggewichtproduktie te zien t.o.v de complete voedingsoplossing. Een mogelijke verklaring is de geringe hoeveelheid sulfaat die met de spore - elementen wordt toegediend ; deze hoeveelheid (er werd iedere week ververst) zou voor die soorten voldoende geweest kunnen zijn. Uiting van sulfaat gebrek (chlorose , abnormaal kleine bladeren) is bij geen van de soorten geconstateerd.

Bij magnesiumonthouding blijkt Cirsium dissectum i.v.t de complete voedingsoplossing niet significant minder drooggewicht te produceren. Dit in tegenstelling tot de beide andere dicotylen (Plantago lanceolata sterft zelfs af gedurende de proefperiode). De reaktie van Cirsium dissectum is mogelijk niet reeel , een fout bij het verversen kan de oorzaak zijn.

Zowel kalium- als calciumonthouding blijken alle soorten sterk in hun groei te remmen. Bij calciumonthouding sterft zelfs een aantal soorten (dicotylen , Carex hostiana en Anthoxantum odoratum) tijdens de proefperiode af.

V : LITERATUUR

Barber,S.A.,1971. A kinetic approach to the evaluation of the soil nutrient potential in : recent advances in plant nutrition, ed. Samish, R.H., New York 259 - 273.

Bradshaw,A.D.,Chadwick,M.J.,Jowett,D. & R.W.Snaydon,1960. Experimental investigations into the mineral nutrition of several grass species. III. Phosphate level.,J. of Ecol.,48 : 631 -639.

Clarkson,D.T.,1967.Phosphorus supply and growth rate in species of Agrostis L.. J. of Ecol. 55 : 111-118.

Halm,B.J.,Stewart,J.W.B. & R.L.Halstead,1972. The phosphorus cycle in a native grasslandecosystem. In : Isotopes and radiation in soil-plant relationships including forestry.Proc.Symp.IAEA : 571-586.

Hesse,P.R.,1971.Soil chemical analysis,John Murray Ltd.,London.

Heukels,H. en S.J. van Oostroom,1975.Flora van Nederland. 18e druk.Wolters-Noordhoff,Groningen.

Hewitt,E.J. & T.A. Smith,1974.Plant mineral nutrition. The English universities press,London.

Hislop,J.&I.J.Cooke,1968. Anion exchange resin as a means of assesing soil phosphate status: a laboratory technique. Soil sci. 105 : 8-11.

Hofstee,J.&H.J.Fien,1971. Analyse methoden voor grond, water en bodemvocht. Rijksdienst voor IJsselmeerpolders,Kampen.

Hosper,U.G.,s.n.Doctoraalverslag Plantenoecologie, R.U.Groningen.

Immerzeel,J.,1977. De beschikbaarheid van fosfaat in de bodem.Intern rapport RIN, Leersum.

Lindsay,W.L.,1979.Chemical equilibria in soils. John Wiley & Sons,New York.

Larsen,S.,1967. Soil phosphorus. Advances in Agronomy. 19 : 151 -210.

Leeuw, J. de,1980. Doctoraalverslag Plantenoecologie,R.U.Groningen.

Luscombe,P.C.,Syers,J.K. & P.E.H. Gregg,1979. Water extraction as a soil - testing procedure for phosphate. Commun. in soil sci. and plant anal. 10 : 1361 - 1369.

Mattingly,G.E.G.,1975.Labile phosphate in soils. Soil sci. 119 : 369 -375.

Olsen,S.R.,Cole,C.V.,Watanable,F.S. & L.A.Dean,1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodiumbicarbonate, USDA Circ. 939.

Paauw,F. van der en H.A. Sissingh,1968. Het Pw-getal,een nieuwe maat voor de beschikbaarheid van fosfaat in de grond. Landbouwvoorlichting,25 :348-360.

Ray, B. van & A. van Diest,1979. Utilization of phosphate from different sources by six plant species. Plant & Soil, 51 : 577-589.

Rorison,I.H.,1968.The response to phosphorus of some ecologically distinct species. New Phytol, 67 : 577 - 589.

Watanable,F.S. & S.R. Olsen,1965.Test of an ascorbic acid method for determing phosphorus in water and sodiumbicarbonate extracts from soil. Soil sci. Soc. Amer. Proc. Vol. 29 :677 - 678.

Westhoff,V en A.J, den Held,1969. Plantengemeenschappen in Nederland. W.J.Thieme & cie , Zutphen.

Write,R.E. & P.H.T. Beckett,1964.Studies on the Phosphate potentials of soils. Part 1 - The measurement of the phosphate potential.Plant and soil20 : 1-15.

Bijlage 1 : Bemestingsreeks voor de potproeven

De volgende bemestingsreeks werd toegepast (ppm , veldvochtige grond)

P :	0	2.5	6.3	15.6	39.1
N :	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
K :	39.0	39.0	39.0	39.0	39.0
Mg :	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3
Ca :	25.2	25.2	25.2	25.2	25.2
S :	30.2	28.9	26.9	22.1	20.0

Hiertoe werden de volgende oplossingen gemaakt gram/5liter.

ppmP	$Ca(H_2PO_4)_2$	KNO_3	NH_4NO_3	$MgSO_4$	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$
0	0	6.82	5.02	2.54	7.3
2.5	0.635	6.82	5.02	2.54	6.85
6.3	1.59	6.82	5.02	2.54	6.15
15.6	3.98	6.82	5.02	2.54	4.4
39.1	9.95	6.82	5.02	2.54	0

+ 0.5 ml sporeelementenoplossimg /5 liter en 0.5 ml Fe-edta/5 liter.

Van deze oplossingen werd 100ml aan 1250 gram veldvochtige grond toegevoegd en goed gemengd.

Bijlage 2 : Voedingsoplossingen voor de onthoudigsproeven.

ml 1 Molair-oplossing / 2 liter

compl.	-K	-Ca	-Mg	-P	-N	-S	
1.00	0	0.91	0.97	-	1.25	0.90	KH_2PO_4
1.50	0	0	3.39	2.03	3.75	0	K_2SO_4
3.00	0	10.91	0.97	3.05	0	5.37	KNO_3
-	0.57	0	-	0	-	-	$Ca(H_2PO_4)_2$
-	0.57	0	-	-	5.63	0	$CaSO_4$
3.50	6.79	0	5.32	4.58	0	4.03	$Ca(NO_3)_2$
2.00	3.40	3.18	0	2.03	2.50	0	$MgSO_4$
-	-	-	0	-	0	1.79	$Mg(NO_3)_2$

osmotiese waarde bij 20°C : 0.36 (15mgion/L) ; PH variabel

bovendien werd 1ml sporeoplossing /10 liter toegevoegd.

Bijlage 3 : PH van de voedingsoplossingen bij ± 22°C.

	compl.	-K	-Ca	-Mg	-P	-N	-S
PH	5.9	5.3	5.8	5.5	5.5	5.9	5.9
d	±0.2	± 0.3	± 0.2	± 0.1	± 0.2	± 0.2	±0.2

Bijlage 4 : Schema van de fosfaatfixatieproef

procedure: 2ml oplossing +1.2ccgrond. 20 uur laten staan (20°C). Vervolgens extractie volgens P-water.