



HIERDIE EKSEMPLAAR MAG ONDER
GEEN OMSTANDIGHEDE UIT DIE
BIBLIOTEK VERWYDER WORD NIE

Litter

UOVS-SASOL-BIBLIOTEK 0135612



11102081310122000019

Universiteit van die Oranje-Vrystaat
BLOEMFONTEIN

15-5-1972

KLAS No. T631.41 E10

No. 135612

BIBLIOTEEK

HIERDIE EKSEMPLAAR MAG ONDER
GEEN OMSTANDIGHEDEN UIT DIE
BIBLIOTEEK VERWYDER WORD NIE

S T U D I E S O O R D I E T O E G A N K L I K E
F O S F O R S T A T U S V A N S E K E R E
V A A L H A R T S G R O N D E

deur

J A C O B U S F R E D E R I C K E L O F F

Verhandeling voorgelê ter gedeeltelike nakoming
van die vereistes vir die graad

M A G I S T E R S C I E N T I A E A G R I C U L T U R A E

in die

Departement Grondkunde

Fakulteit van Landbou

Universiteit van die Oranje-Vrystaat

Bloemfontein

Desember, 1971.

I N H O U D

HOOFSTUK	BLADSY	
UITTREKSEL		
1	INLEIDING	1
1.1	Algemeen	1
1.2	Doel van die ondersoek	5
2	PROEFBEPLANNING EN GRONDE	7
2.1	Proefuitleg en behandelings	7
2.2	Gronde	8
2.2.1	Monsterneming	8
2.2.2	Klassifikasie en algemene eienskappe	9
2.2.2.1	Klassifikasie	9
2.2.2.2	Algemene eienskappe	10
3	FOSFORINHOUD VAN DIE GRONDE	14
3.1	Metodes	14
3.1.1	Ekstraksiemetodes	14
3.1.1.1.	Die 1% sitroensuurmetode	14
3.1.1.2.	Metode van die Misstofvereniging van Suid-Afrika	16
3.1.1.2.1	Reagense	16
3.1.1.2.2	Metode	17
3.1.1.3	Metode van Olsen, soos gebruik vir roetine-ontledings in die O.V.S.-streek	18
3.1.1.3.1	Reagense	18
3.1.1.3.2	Metode	18
3.1.1.4	Die CAL-metode	19
3.1.1.4.1	Reagense	19
3.1.1.4.2	Metode	19
3.1.1.5	Anioonuitruilhars	20
3.1.1.5.1	Metode	20
3.1.2	Bepaling van fosfor	21
3.1.2.1	Blou metode	21
3.1.2.1.1	Reagense	22
3.1.2.1.2	Metode	22

Inhoud (2)

HOOFSTUK	BLADSY
3.1.2.2 Geel metode	22
3.1.2.2.1 Reagense	23
3.1.2.2.2 Metode	23
3.2 Resultate en bespreking	23
3.3 Samevatting	30
4 PLANTMASSAS EN OESOPBRENGSTE	33
4.1 Monsterneming en oespraktyke	33
4.1.1 Plantmonsters	33
4.1.2 Oespraktyke	34
4.2 Resultate en bespreking	34
4.2.1 Plantmassas op pypstadium	34
4.2.2 Graanopbrengste	37
4.2.3 Verband tussen plantmassa op pyp- stadium en oesopbrengs	41
4.3 Samevatting	42
5 FOSFORINHOUD VAN PLANTMATERIAAL	43
5.1 Metodes	43
5.1.1 Verassing van plantmateriaal	43
5.1.2 Bepaling van fosfor	43
5.2 Resultate en bespreking	44
5.2.1 Konsentrasie fosfor in plante	44
5.2.2 Fosforopname	47
5.2.2.1 Verband tussen fosforopname deur plante en plantmassa op pyp- stadium	50
5.2.2.2 Verband tussen oesopbrengs en fosforopname tot op pypstadium	53
5.3 Samevatting	54

Inhoud (3)

HOOFSTUK

BLADSY

6	VERGELYKING VAN EKSTRAKSIEPROSEDURES VIR EVALUERING VAN DIE BESKIKBARE FOSFORSTATUS VAN BOGRONDE	56
6.1	Algemeen	56
6.2	Verband tussen fosfor uit die grond geëkstraheer deur verskillende metodes en plantmassas op pypstadium	57
6.3	Verband tussen fosfor uit die grond geëkstraheer deur verskillende metodes en fosforopname tot op pypstadium	58
6.4	Verband tussen fosfor uit die grond geëkstraheer deur verskillende metodes en oesopbrengste	61
6.5	Samevatting	63
7	PLANTVOEDINGSTOFINHOUD VAN PLANTE OP PYPSTADIUM EN PLANTVOEDINGSTOWWE VERWYDER DEUR OES	66
7.1	Algemeen	66
7.2	Metodes	66
7.2.1	Verassing	66
7.2.2	Bepaling van fosfor	67
7.2.3	Bepaling van K, Ca, Mg en Zn	67
7.3	Resultate en bespreking	67
7.3.1	Plantvoedingstofinhoud (P uitgesonderd) van plante op pypstadium	67
7.3.2	Verwydering van plantvoedingstowwe deur die oes	72
7.3.2.1	Fosfor	72
7.3.2.2	Kalium, kalsium, magnesium en sink	76

Inhoud (4)

HOOFSTUK	BLADSY
7.4 Samevatting	80
8 ALGEMENE BESPREKING	83
DANKBETUIGINGS	91
LITERATUURVERWYSINGS	93
AANHANGSELS	

U I T T R E K S E L

Op die Vaalhartsbesproeiingskema is 30 veldproewe uitgelê om die toeganklike fosforstatus van die verteenwoordigende gronde te bepaal. Sitroensuur-P, Bray-P, Olsen-P, CAL-P en hars-P uit die grond geëkstraheer, is gekorreleer met plantmassas van Zambesi-koring op pypstadium, fosforopname op pyp en met oesopbrengs ten einde die geskikste metode vir die voorspelling van „plantbeskikbare“ fosfor vir hierdie gronde te vind.

Ander plantvoedingstofkonsentrasies (K, Ca, Mg en Zn) in die plante op die pypstadium is bepaal, terwyl die P-, K-, Ca-, Mg- en Zn-konsentrasies in die graan en die hoeveelhede verwyder deur die oes ook bereken is.

Al die ekstraksieprosedures het hoogs betekenisvol ($P=0,01$) met mekaar gekorreleer, alhoewel die metode van Olsen deurgaans 'n laer korrelasiekoëffisiënt met al vier die ander metodes vertoon het. Hoewel alle metodes betekenisvol gekorreleer het met plantmassas op pypstadium, fosforopname en oesmassas het die Olsenekstraheerbare-P in alle gevalle, maar veral met oesmassas, die beste korrelasies gelewer. Hierdie metode word dan ook aanbeveel vir die bepaling van plantbeskikbare fosfor in die gronde onder bespreking, waarin die Manganoserie oorheersend is.

Dit is bevind dat die fosforstatus van 64% van die bogronde van die bewerkte gronde reeds voldoende opgebou is en dat slegs onderhoudsbemesting daar nodig is. Die ondergronde het in alle gevalle prakties gesproke geen „plantbeskikbare“ fosfor bevat nie. Dit is baie duidelik dat fosforbeweging as gevolg van loging nie plaasvind in die gronde onder bespreking nie.

'n Insiggewende verwantskap is aangetoon tussen die KAV's van die kleifraksies van die bogronde en die kalium-, kalium- en sinkkonsentrasies en K:Mg verhouding in plante op pypstadium. Hierdie verwantskap is ook bevestig deur die K-konsentrasies in die graan.

I N L E I D I N G

1.1 ALGEMEEN

Wanneer fosfortoedienings 'n verbetering in plantegroei teweegbring, word gesê dat die grond 'n fosfortekort besit. Die hoeveelheid fosfor wat benodig word vir 'n aansienlike toename in opbrengs is baie min in vergelyking met die totale hoeveelheid fosfor wat met 'n volledige analise van die grond bepaal word. Dit is aangetoon dat slegs 'n klein gedeelte van die totale fosfor in die grond beskikbaar is vir plante.

Volgens Laker (1970) is die hoofprobleem met enige gegewe plantvoedingstof in die grond dat die element geïnkorporeer is in 'n wye reeks van verskillende komponente en dat daar 'n dinamiese ewewig tussen hierdie chemiese komponente bestaan. Die bydraes van hierdie verskillende chemiese vorms van 'n element tot die sogenaamde „plantbeskikbare" fraksie varieer aansienlik. Wanneer 'n gegewe hoeveelheid van die element wat in 'n sekere vorm voorkom, verwyder word deur chemiese ekstraksie of ekstraksie deur plantwortels word die verlies aangevul uit ander vorms. Die graad en spoed van aanvulling varieer tussen verskillende gronde en tussen verskillende grondtoestande. Beide die spoed en graad van aanvulling van die plantbeskikbare fraksie beïnvloed die vermoë van die grond om plante wat daarin groei van die spesifieke element te voorsien. Die bepaling van die plantbeskikbare fraksie van enige element in 'n grond word dus bemoeilik deur die verskille in aanvullingskragte.

Indien grondfosfor alleen gesien word as 'n bron van fosfor vir plante, is sekere vereenvoudigings moontlik. Die presiese chemiese vorm waarin dit voorkom, is dan van minder belang en slegs die gedrag is van groot betekenis. Larsen (1967) stel die gedrag van fosfor in die grondsisteen soos

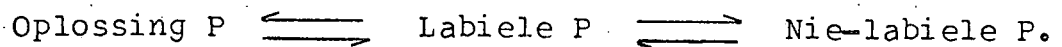
volg voor:

1. Wanneer 'n klein hoeveelheid fosfor teenwoordig is, sal dit sterk geadsorbeer word, die konsentrasie in oplossing sal laer wees as die wat nodig is vir presipitasie van minerale en al die anorganiese fosfor is dan labiel. Die fosforkonsentrasie in die grondoplossing word dan slegs beheer deur die hoeveelheid anorganiese fosfor teenwoordig en die grootte van die adsorpsiesisteen.

2. Met byvoegings van fosfor sal die konsentrasie in die grondoplossing toeneem totdat ewewig bereik word. 'n Kristallyne fase presipiteer en die fosfor in die kristalrooster is nie meer labiel nie. Met verdere fosfortoedienings is dit moontlik om die konsentrasie tot bokant die ewewigswaarde te laat styg, maar met tyd sal dit weer afneem totdat ewewig bereik word.

3. Omgekeerd: Indien fosfor verwyder word van 'n grond wat reeds ewewig bereik het, word die oplosbare en labiele fosforfraksies uitgeput en die nie-labiele fosforfraksie word stadig vrygestel om die ewewig te herstel.

Die gedrag van fosfor in gronde kan dus met die volgende vergelyking opgesom word:



Dit moet ingedagte gehou word dat die reaksie tussen oplossing P en labiele P vinnig is, terwyl die tussen labiele en nie-labiele P stadig plaasvind.

Die onmiddellike bron van fosfor vir plante is dus die fosfor teenwoordig in die grondoplossing. Wanneer hierdie fosfor verwyder word, word die ewewig versteur en van die labiele fraksie word opgeneem. Die nie-labiele fraksie kan egter nie oor 'n kort tydperk soos 'n groeiseisoen benut word nie, omdat vrystelling daarvan te stadig geskied. Fosforvoorsiening aan die plant is dus direk afhanklik van die konsentrasie fosfor in oplossing en indirek van die grondfaktore

wat dit instandhou.

Die eenvoudigste manier om die toeganklike fosforstatus van 'n grond op te bou, is deur die toevoeging van fosforkunsmisstowwe. Normaalweg word slegs 'n klein deel van die toegediende fosfor (meestal 10 - 30%) in die eerste seisoen na toediening benut (Russell, 1961). Die orige 70 - 90% gaan nie geheel verlore nie, maar help om die labiele fosforpoel in die grond te vergroot (op te bou). Aanhoudende bemesting kan dus lei tot 'n verrykte staat. So 'n vlak is egter meta-stabiel en daar sal 'n geleidelike omsetting van labiele na nie-labiele vorm wees. Vir die instandhouding van so 'n verrykte vlak moet bogenoemde omsettings altyd in gedagte gehou word.

Verskeie metodes word gebruik vir die bepaling van plantbeskikbare fosfor in gronde. Die strewe is om 'n metode te vind wat goed korreleer met fosforopname deur plante en oesopbrengs. Omdat verskillende plante verskillende hoeveelhede fosfor opneem, sal enige metode nutteloos wees indien dit nie gekorreleer word met die hoeveelheid fosfor opgeneem deur die spesifieke gewas of met oesopbrengs nie (Melsted, 1967).

Du Plessis (1964) som die vernaamste metodes wat wêreldwyd gebruik word as volg op:

1. Sure: Verskeie suur ekstraheermiddels bestaan; byvoorbeeld die een persent sitroensuurmetode van Dyer, die kalsiumlaktatmetode van Egnér & Rhiem, die asynsuurmetode van Hibbard, die 0,002 N swawelsuurmetode van Truog, die NH_4F plus HCl metode van Bray en verskeie ander verdunde mineraalsure sowel as bufferoplossings.

2. Alkalieë: Hierdie groep sluit in die natriumbikarbonaatmetode van Olsen, die natriumhidroksiedmetode van Saunder, die een persent kaliumkarbonaatmetode van Das en verskeie ander.

3. Harse: Katioon- en anioonuitruilharse is van die nuutste toevoegings. Vir gronde met 'n hoë fosforvasleggingskapasiteit word die katioonuitruiler nie aanbeveel nie en blyk die anioonuitruiler van veel groter waarde te wees.

4. Radioisotooptegnieke: Alhoewel duur, blyk die radioisotooptegnieke baie belowend te wees en word dit baie populêr. In 1952 het Larsen 'n merkertegniek ontwikkel, deur die toepassing van isotoopverduunningstegnieke, waarmee die plantbeskikbare fosfor bepaal kon word. Die L-waarde (genoem na Larsen) is deur Russell bekendgestel en word as volg bereken:

$$L = \frac{Y_f (X_p - D)}{Y_p} - X_f \text{ waar}$$

X_f en Y_f die hoeveelhede ^{31}P en ^{32}P is, wat toegedien is aan die grond, terwyl X_p en Y_p die hoeveelhede ^{31}P en ^{32}P is wat die plante bevat, en D die fosforinhoud van die saad. Hierdie prosedure is presies dieselfde as die metode ontwikkel deur Larsen, behalwe dat die fosforinhoud van die saad ook in aanmerking geneem word.

Die bepaling van beskikbare fosfor met enige van bogenoemde en verskeie ander chemiese metodes word algemeen gebruik met die oog op bemestingsaanbevelings. 'n Geweldige aantal korrelasiestudies is reeds met verskillende ekstraheermiddels uitgevoer en dit is 'n onbegonne taak om hier 'n oorsig te probeer gee van die gepubliseerde data in die verband. Tersaaklike data wat verband hou met die metodes wat in die huidige studie gebruik is, sal aangetoon word waar die individuele metodes bespreek word.

'n Kenmerk van die gepubliseerde data in verband met korrelasies is die uiteenlopende resultate wat gevind word. 'n Metode wat in een geval die beste korrelasie gee, mag in 'n ander geval die swakste wees. Laasgenoemde moet toegeskryf word daaraan dat verskillende ekstraheermiddels verskillende groepe fosforverbindings uit gronde ekstraheer (Russell, 1961) en dat die oorheersende fosforverbindings wat bydra tot die

plantbeskikbare fraksie varieer van grondsoort tot grondsoort. Wanneer 'n korrelasiestudie in 'n spesifieke gebied uitgevoer word, sal die eienskappe van die oorheersende grondsoort in daardie gebied grootliks die korrelasie bepaal. Die feit dat verskillende grondsoorte in verskillende streke oorheersend is, lei daartoe dat verskillende korrelasiepatrone in verskillende streke gevind word. Waar meer as een grondserie agnomies baie belangrik is in 'n streek kan korrelasies verbeter word deur dit op seriebasis te doen. In baie gebiede mag meer as een ekstraheermiddel (vir verskillende grondsoorte) selfs nodig wees vir akkurate bepaling van die fosforstatus van die gronde (Melsted, 1967). In 'n redelik homogene gebied behoort dit egter moontlik te wees om goeie korrelasies met behulp van 'n enkele ekstraheermiddel te verkry.

Afgesien van korrelasies tussen ontledingsresultate en oesopbrengs, is dit verder bekend dat die optimum kunsmis-toediening wat by 'n spesifieke ontledingsyfer benodig word, afhang van die grondsoort en van die tipe gewas (Melsted, 1967). So is byvoorbeeld bevind dat kleigronde by 'n lae fosforpeil beter in plante se fosforbehoefte voorsien as sandgronde (Melsted, 1967). Aan die anderkant word 'n groter fosfortoediening vereis om die fosforontledingsyfer van 'n kleigrond met 'n sekere hoeveelheid te verhoog as in die geval van 'n sandgrond (Melsted, 1967). Volgens Melsted het koring ook byvoorbeeld 'n hoër fosforpeil nodig vir maksimum-opbrengs as wat die geval met mielies is. Koring sou dus as 'n beter indikator van fosforgebreke beskou kan word.

1.2 DOEL VAN DIE ONDERSOEK

In die O.V.S.-streek is daar nog geen korrelasiestudies met fosforekstraheermiddels in veldproewe gedoen nie. Sekere bekende ekstraksieproedures is reeds in potproewe deur Du Plessis & Burger (1965) met fosforopname deur die plant en persentasie droëmateriaalopbrengs gekorreleer vir 'n aantal

gronde uit die gebied. Die huidige studie kan dus as 'n noodsaaklike opvolging van laasgenoemde beskou word. Die ekstraksiemetodes wat die beste korrelasies in Du Plessis & Burger (1965) se studie gegee het, asook die standaardmetode van die Misstofvereniging van Suid-Afrika en die wat vir roetine-ontledings in die O.V.S.-streek gebruik word, is ingesluit in die studie.

Die Vaalhartsbesproeiingskema is een van die belangrikste en intensiefste produksie-eenhede in die streek en daarom is dit as die ideale gebied beskou om 'n aanvang te maak met die noodsaaklike korrelasiestudies. Die gebied is boonop redelik homogeen sover dit gronde aanbetref, met gronde van die Manganoserie absoluut oorheersend. Ook klimaat wissel relatief min binne die beperkte area en voorsiening is konstant as gevolg van die besproeiing. Deur middel van 'n korrelasiestudie kan bemestingsaanbevelings in hierdie gebied op 'n wetenskaplike basis geplaas word.

Koring is tans een van die vernaamste gewasse wat op Vaalharts verbou word, veral vandat die kortstrooitipes ontwikkel is. In Afdeling 1.1 is ook aangetoon dat koring 'n goeie indikatorgewas is in studies met fosfor. Om die redes is koring dus as toetsgewas gekies.

Die doel van die studie was dus om die toeganklike fosforstatus van verteenwoordigende gronde van die Vaalhartsbesproeiingskema te bepaal met behulp van veldproewe (30), grond- en plantontledings en om die beste ekstraksiemetode vir fosfor te vind wat gebaseer is op 'n korrelasie tussen fosfor geëkstraheer uit die grond en opgeneem deur die gewas (koring) en met oesopbrengs.

P R O E F B E P L A N N I N G E N G R O N D E

2.1 PROEFUITLEG EN BEHANDELINGS

In dertig veldproewe wat oor die hele Vaalhartsbesproeiingskema versprei is (Aanhangsel 1), is drie fosforpeile vergelyk. Hierdie fosforpeile was soos volg:

- P_0 - geen fosfor toegedien nie.
- P_1 - 250 kg superfosfaat (8,3%P) per ha.
- P_2 - 500 kg superfosfaat per ha.

Die proefontwerp wat deurgaans gebruik is, was 'n ewekansige blokontwerp met vyf herhalings. Lotings is vir elk van die 30 proewe afsonderlik gedoen, met ander woorde geen twee van die proewe was identies ten opsigte van die verspreiding van individuele behandelings binne 'n proef nie. Die dertig ontwerpte is daarna ewekansig toegeken aan die dertig plekke waar die proewe gedoen sou word. Op dié manier kon enige kunsmatige effekte uitgeskakel word, wat noodsaaklik was aangesien die resultate van al die proewe uiteindelik gekombineer sou word.

'n Konstante ammoniumsulfaattoediening ekwivalent aan 500 kg per hektaar is aan alle persele van alle proewe toegedien as stikstofbron. Alle kunsmis (stikstof en fosfor) is voor planttyd breedwerpig ingewerk.

Dieselfde koringkultivar, Zambesi, is deurgaans as toetsgewas gebruik. Zambesi is 'n semi-kortstrooi tipe koring wat tans op groot skaal op Vaalharts verbou word. Die stikstofpeil wat gebruik is, was dié wat bevind is as die optimum vir Zambesi-koring te Vaalharts (ongepubliseerde resultate van die Vaalhartsnavorsingstasie). Die plantdatum (15 Junie 1970) en die plantdigtheid (100 kg saad per hektaar) is so konstant as moontlik gehou. Die presiese plantestand is op

die pypstadium bepaal vir elke proef.

Die bewerkings- en besproeiingspraktyke wat gevolg is, was vir elke proef die normale praktyke van die boer op wie se grond die proef uitgevoer is. Dit is ook deur elke afsonderlike boer self toegepas.

'n Bruto perseelgrootte van 6,40 m x 10,06 m (21' x 33'), waarvan 3,05 m x 6,10 m (10' x 20') geoes is, is deurgaans gebruik. Afmetings is in mate van die Imperiale stelsel gedoen om verwarring onder medewerkers te vermy, aangesien hulle nog nie goed vertrouwd was met die metrieke stelsel nie en nie oor metrieke meetinstrumente beskik het nie.

Vier van die 30 proewe moes geskrap word weens foute deur medewerkers. Plantmonsters is dus op 25 proewe versamel. As gevolg van haelskade, en een proef wat erg aan omleë onderhewig was, is graanopbrengste slegs vir 18 proewe bepaal. Vir proef 22 is slegs graanopbrengste bepaal.

2.2 GRONDE

Behalwe in een geval (proef 3) waar nuwegrond gebruik is, is al die proewe uitgevoer op gronde wat etlike jare lank reeds onder bewerking is. Slegs die gronde van die 26 proewe waar plant- en oesmonsters versamel is, word bespreek.

2.2.1 Monsterneming

Grondmonsters is vir ontledingsdoeleindes geneem voordat die kunsmistoedienings gemaak is. Samegestelde bo-grondmonsters (tot 20 cm diepte) is vir elke blok geneem. Monsters is nie per perseel geneem nie aangesien min variasie per blok verwag is. Later het dit ook geblyk dat in die meeste gevalle weinig verskille tussen blokke bestaan het (Hoofstuk 3).

Vir elke proef is ook 'n profielbeskrywing gedoen en ondergrondmonsters is, waar moontlik, tot op 'n diepte van

120 cm en meer vir elke horison geneem. Die profielgate is buite die proefpersele, maar direk aangrensend aan die proewe gemaak.

2.2.2 Klassifikasie en algemene eienskappe

2.2.2.1 Klassifikasie

Die gronde is geklassifiseer volgens die Nasionale Grondklassifikasiestelsel van Suid-Afrika (Van der Eyk, Macvicar & De Villiers, 1969; soos gewysig). Die gronde van 22 van die proewe word ingedeel in die Huttonvorm, dié van twee proewe behoort tot die Clovellyvorm terwyl die ander twee proewe se gronde tot die Shortlandsvorm behoort.

Die Manganoserie is absoluut oorheersend in die geval van die gronde van die Huttonvorm (Aanhangsel 3). Slegs drie van die Huttongronde voldoen aan die vereistes van die Shorrocks (-) serie en selfs in al drie hierdie gevalle is die klei-inhoud van die diagnostiese B-horison minder as 20 persent.

Kenmerkend van die Huttongronde van die gebied is die prominente rooi kleure van die profiele en die swak horisondifferensiasie. Die profiele bestaan uit 'n rooibruin ortiese Ap-horison van wisselende diepte bo-oor 'n apedale (struktuurlose) rooi B-horison. Die oorgang tussen hierdie twee horisonte is duidelik en die B-horison is essensieel dieselfde as die Ap-horison. Met toenemende diepte word 'n effense verandering in kleur, tekstuur en konsistensie gevind. In die meeste gevalle vertoon hierdie profiele wat reeds meer as dertig jaar besproei word kenmerkende geel en swart vlekke vanaf een meter en die vlekigheid neem gewoonlik toe met diepte. Hierdie verskynsel word gekoppel aan die hoë water-tafel wat in die profiele voorkom.

Die Clovellygronde verskil van die Huttongronde net wat die kleur van die diagnostiese B-horison betref. In hierdie geval het die gronde 'n geel apedale B-horison. Volgens die resultate van Botha (1970) besit die kleifrasie

van die onbewerkte Clovellygronde van die Sentrale Oranjeriviergebied KAV-waardes van meer as 100 me/100g klei, terwyl dié vir die Huttongronde selde hoër is as 45 me/100g klei. In die huidige ondersoek is gevind dat die KAV van die kleie van die twee „Clovelly“ profiele dieselfde patroon volg as die van die Huttongronde (Aanhangsel 3). Dit word dus aanvaar dat hierdie twee gronde wel vroeër aan die kleurvereistes van die Huttonvorm voldoen het, maar met verloop van tyd 'n kleurverandering ondergaan het as gevolg van aanhoudende oorbeproeining.

Die Shortlandsvorm word gekenmerk deur 'n ortiese Ap-horison wat 'n rooi struktuur B-horison bedek. In gevalle van proewe 26 en 27 is die klei-inhoud van die B-horison tussen 35 en 55 persent en boonop is dié horison ook kalkryk. Hierdie gronde voldoen dus aan die vereistes van die Sunvalleyserie.

In Aanhangsel 2 word 'n profielbeskrywing van 'n verteenwoordigende profiel van elke serie gegee. In die geval van die Manganoserie word 'n profiel met 'n kalkryke ondergrond sowel as een sonder 'n kalkryke ondergrond beskryf.

Die Vaalhartsbeproeingskema is dus sover dit die gronde aanbetref 'n redelike homogene gebied met die Huttonvorm as die dominante grondvorm. In hierdie vorm is die Manganoserie weer oorheersend.

2.2.2.2 Algemene eienskappe

Die pH-waardes (1:2,5 H₂O) van die oppervlakte gronde het min gevarieer en het deurgaans 'n neutrale waarde besit (6,5 tot 7,2). Behalwe vir enkele uitsonderings het al die profiele 'n effense toename van pH met diepte getoon. Volgens die elektriese weerstandswaardes (pasta) is die gronde relatief vry van oormatige soute. Die algemene patroon van die meeste gronde is hoë waardes vir oppervlakte- en B-horisonte en 'n aansienlike afname met diepte wat toegeskryf word aan die uitwerking van die watertafel. Slegs die twee Shortlandsprofiele besit vanaf die oppervlakte-

horison waardes van minder as 500 ohm (Aanhangsel 3).

'n Ander uitstaande kenmerk van die gronde onder bespreking is die hoë persentasie fyn sand wat daarin voorkom. Waardes van 70 persent van die totale grond is algemeen. Volgens die voorgestelde klassifikasie van Loxton & Gardiner (1970) voldoen die sandfraksies van al die gronde aan die vereistes van 'n fyn sand.

Die uitruilbare katione en KAV van die gronde is met behulp van metodes 18 en 19 soos beskryf deur die U.S. Salinity Laboratory Staff (1954) bepaal. Geen abnormale afwykings of verskille tussen die uitruilbare katione van die verskillende proewe word gevind nie. Die natriumkonsentrasie is oor die algemeen laag en geen gevaar vir gewasverbouing word voorsien nie. Behalwe vir 'n paar oppervlaktegronde, wat as gevolg van bemesting effens hoër waardes toon, toon die gronde lae uitruilbare kaliumwaardes wat varieer in die omgewing van die kritiese punt vir kaliumvoorsiening soos bevind deur Laker (1970). Min verskille is tussen die gronde gevind ten opsigte van uitruilbare kalsium en magnesium en slegs in gevalle van kalkryke ondergronde word heelwat hoër waardes gevind. In die geval van die twee Shortlandsprofiele vind ons wel verskille. Die S-waardes van hierdie gronde is tot tienmaal groter as in die geval van die ander gronde. Dit is veral die kalsium en magnesium waardes wat baie hoër is as in die ander gronde. Dit hou verband met die hoër klei-inhoud van die Sunvalleygronde.

'n Interessante patroon word geopenbaar deur die KAV's van die kleifraaksies van die oppervlakte gronde. Uit Tabel 1 word gesien dat die KAV van klei van proewe 26 en 27, dit wil sê die gronde van die Shortlandsvorm, aansienlik hoër is as die res (> 45 me/100g klei). Die oorblywende proewe kon in twee groepe verdeel word, naamlik dié waarvan die KAV van die kleifraaksie minder as 30 me/100g is en dié waarvan KAV meer as 30 me/100g klei is. Soos aangetoon in Aanhangsel 1 is die twee groepe ook geleë in homogene gebiede

TABEL 1 - Groepering van gronde volgens KAV van die kleifraksies van die oppervlakte monsters

Groep A (20-30 me%)		Groep B (30-45 me%)		Groep C (45-50 me%)	
Proef Nr.	KAV van klei me%	Proef Nr.	KAV van klei me%	Proef Nr.	KAV van klei me%
7	26,10*	1	40,25	26	45,86
13	28,54	2	43,60	27	46,35
14	28,87	3	33,95		
15	28,37	4	32,05		
16	25,99	6	37,90		
18	23,53	9	30,45		
19	28,59	10	33,11		
21	26,45	11	30,92		
22	27,67	12	41,90		
23	28,29	17	30,77*		
25	25,92	30	41,67		
28	27,93				
29	27,93				

* As gevolg van hul ligging word proef 7 en 17 onderskeidelik in groepe B en A aangetoon op die kaart (Aanhangsel 1), kyk bespreking in teks.

en is dit net proef 7 wat nie in die patroon pas nie, terwyl proef 17 'n grensgeval is.

Wanneer hierdie patroon vergelyk word met die algemene proefieleienskappe word gevind dat die groep met KAV-waardes groter as 30 me/100g klei ooreenstem met profiele wat kalkryk is in die onderste horisonte. Hierdie gronde is ook oor die algemeen vlakker as die in groep A as gevolg van die aanwesigheid van 'n kalkbank. Groep A stem ooreen met profiele wat geen tekens van aanwesigheid van vry kalk toon nie en ook oor die algemeen dieper as twee meter is. Die fynsandfraksies van die gronde in groep B is gewoonlik ook effens hoër (gewoonlik is dit > 70%) as die van groep A.

In Afdeling 7.3 sal weer na hierdie groepering verwys word, aangesien die opname van sekere plantvoedingstowwe deur die plante 'n verwantskap daarmee getoon het.

F O S F O R I N H O U D V A N D I E G R O N D E

3.1 METODEDES

In die ondersoek is gebruik gemaak van vyf ekstraksie-metodes, naamlik die een persent sitroensuurmetode wat deur Dyer (1894) ontwikkel is en wat vandag nog (met verskeie veranderinge) op groot skaal gebruik word; die standaardmetode van die Misstofvereniging van Suid-Afrika, wat 'n Bray-metode is; die metode van Olsen, Cole, Watanabe & Dean (1954), soos gebruik vir roetine-ontledings in die O.V.S.-streek; die nuutste modifikasie van die kalsiumlaktatmetode van Egner & Rhiem (Schüller, 1969) en die anioonuitruilarsmetode ontwikkel deur Amer, Bouldin, Black & Duke (1955). Soos reeds aangetoon, is die metodes wat gekies is dié wat die beste korrelasies gelewer het in Du Plessis & Burger (1965) se potproefwerk. Die metodes van Bray en dié van Olsen is egter primêr ingesluit omdat dit die twee metodes is waarop feitlik alle bemestingsaanbevelings in die gebied gebaseer word.

Vir die kolorimetriese bepaling van fosfor in die ekstrakte is in die geval van die sitroensuurekstrasies gebruik gemaak van die geel metode van Kitson & Mellon (1944). Die stabiele blou metode van Fogg & Wilkinson (1958) is gebruik vir die bepaling van fosfor in die ander ekstrakte.

Ten einde onsekerhede en twyfel uit die weg te ruim, word alle prosedures wat gevolg is, so volledig moontlik in die volgende afdeling beskryf.

3.1.1 Ekstraksiemetodes

3.1.1.1 Die 1% sitroensuurmetode

Die prosedure wat vir hierdie metode gevolg is, is 'n versnelde wysiging van die normale metode waarin 24 uur

geskud word by kamertemperatuur (ongepubliseerde Grondkunde praktika notas, Universiteit van Stellenbosch). Die versnelde metode is in voorlopige studies met die normale prosedure vergelyk en het goeie ooreenstemmende waardes gelewer. Weens die groot aantal monsters wat bestudeer moes word, is die versnelde metode gevolglik om praktiese oorwegings verkies. Die versnelde metode behels die volgende:

In 'n droë 500 ml Erlenmeyerfles waarin 20g lugdroë grond (< 2 mm) akkuraat afgeweg is, word 200 ml 1% sitroensuur-oplossing wat vooraf tot 80°C verhit is, bygevoeg. Die fles word met 'n rubberprop gesluit, goed opgeskud en in 'n oond by 80°C geplaas. Daarna word dit elke 10 minute opgeskud en na presies een uur uit die oond verwyder. Daar moet sorg gedra word dat die prop nie afskiet nie want dan vind verdampingsverliese plaas wat die verkreeë waardes beïnvloed. As die prop nie afskiet nie, is verdampingsverliese onbenullig klein, soos blyk uit Tabel 2.

TABEL 2 - Toets vir verdampingsverliese tydens ekstraksie met 1% sitroensuur

Oorspronklike hoeveelheid sitraensuur bygevoeg by 80°C	Hoeveelheid na verhitting met prop	Hoeveelheid na verhit- ting sonder prop
ml	ml	ml
200	198	-
200	198	-
200	198	-
200	200	-
200	-	190

Die grondsuspensie word in 'n droë glasbeker ingefiltreer. Indien die eerste bietjie filtraat troebel deurkom, word dit op dieselfde filtreerpapier teruggegooi. Van hierdie ekstrak word 50 ml drooggedamp op 'n waterbad. Die residu in die bakkie word daarna vir 2 uur by 550°C gegloei om die organiese materie af te brand. Nadat dit afgekoel het, word 5 ml gekonsentreerde HCl en 5 ml gekonsentreerde HNO_3 bygevoeg en weer drooggedamp. Laasgenoemde stap word herhaal. Daarna word 5 ml gekonsentreerde HNO_3 en 20 ml gedistilleerde water by die droë residu gevoeg en verhit tot dat die neerslag opgelos het en dit word dan direk in 'n 100 ml volumetriese fles gefiltreer. Die bakkie en filtreerpapier word herhaaldelik met gedistilleerde water gewas en al hierdie waswater gaan ook in die volumetriese fles. Na afkoeling word die flessie tot op die merk gevul en 'n 40 ml alikwot word vir kleurontwikkeling getrek.

3.1.1.2 Metode van die Misstofvereniging van Suid-Afrika (Bray Nr. 2)

3.1.1.2.1 Reagense

- | | | |
|---------------------------------------|---|---|
| Ammoniumfluoried
voorraadoplossing | : | Los $38 \text{ g} \pm 0,5 \text{ g}$ ammoniumfluoried op in 1000 ml gedistilleerde water. Skud en maak tot op merk met gedistilleerde water. Stoor in 'n politeenhouer. |
| Bray ekstraheer-
oplossing | : | By 600 ml van die voorraadoplossing word ongeveer 10 liter water gevoeg. Dan word 200 ml HCl (gekonsentreerd) bygevoeg en opgemaak na 20 liter met gedistilleerde water. Skud goed. |
| "Fosforvrye" hout-
skool | : | Merck se ekstra suiwer aktiewe houtskool is gebruik. Dit het in elk geval 'n te hoë fosforinhoud gehad en is soos volg "fosforvry" |

gemaak:

In 'n geskikte bottel is 500 g van die geaktiveerde houtskool met 1000 ml van die ekstraheeroplossing vir twee uur in 'n horisontale skudmasjien geskud. Die suspensie is deur 'n Buchner tregter gefiltreer met 'n Whatman Nr. 30 filtreerpapier, of ekwivalent. Daarna is dit met nog twee porsies van 250 ml elk van die ekstraheeroplossing gewas en daarna met gedistilleerde water.

Hierdie proses word herhaal totdat die houtskool vry is van fosfor, en word dan gedroog in oond.

Die houtskool was nog nie 100 persent fosforvry nie en 'n aantal blanko bepalinge waarin slegs 1 g houtskool met 60 ml ekstraheermiddel opgeskud is, is gedoen.

Uitvlokkings-
oplossing

: In 100 ml gedistilleerde water word 100 mg Superfloc 127 (Cyana-mid) opgelos. Dit moet vir ongeveer 3 uur geskud word of effens verhit word om dit makliker te laat oplos.

3.1.1.2.2 Metode

(a) Ekstraksie. Agt gram < 2 mm grond word oorgebring in 'n ekstraksiebottel en daarby word 1 g „fosforvrye“ houtskool gevoeg. Nadat 60 ml van die Bray ekstraheeroplossing bygevoeg is, word die bottel vir 40 ± 1 sekonde geskud in 'n horisontale skudmasjien.

Die hoeveelheid grond kan effens gevarieer word, maar die grond/ekstraheeroplossing verhouding moet by 1:7,5 gehou word.

(b) Filtrasie. Onmiddellik na die skudprosedure word twee druppels van die flokkuleermiddel bygevoeg en die oplossing gewarrel. Die suspensie word dan deur 'n Whatman Nr. 30 filtreerpapier of ekwivalent in 'n geskikte droë houër gefiltreer. Indien die filtraat troebel deurkom, word dit weer deur dieselfde filtreerpapier gefiltreer. Van die filtraat word 2 ml gebruik vir kleurontwikkeling.

3.1.1.3 Metode van Olsen et al. (1954), soos gebruik vir roetine-ontledings in die O.V.S.-streek

3.1.1.3.1 Reagense

Ekstraheermiddel : 'n 0,5 M Natriumbikarbonaat-oplossing. Die pH van die oplossing word met 1 M NaOH ingestel op 8,5. 'n Mineraleolie word bygevoeg om verdamping te voorkom.

"Fosforvrye" hout-skool : Merck se ekstra suiwer aktiewe houtskool is gebruik en is net so behandel soos beskryf in Afdeling 3.1.1.2.1, maar Olsen-ekstraheermiddel is gebruik in plaas van Bray-ekstraheermiddel.

Uitvlokkingsoplossing : Dieselfde as in Afdeling 3.1.1.2.1 beskryf.

3.1.1.3.2 Metode

In 'n 250 ml ekstraksiebottel word 5 g < 2 mm grond, 2 g "fosforvrye" houtskool, en 100 ml ekstraheermiddel gevoeg. Die bottel word vir 30 minute in 'n horisontale skudmasjien geskud. Die suspensie word daarna deur 'n Whatman Nr. 40 of ekwivalente filtreerpapier gefiltreer. 'n Paar

druppels van die flokkuleermiddel word voor filtrasie bygevoeg om 'n helder filtraat te verkry. Vir die bepaling van fosfor is 10 ml van die filtraat gebruik.

Aangesien die skoongemaakte houtskool nie 100 persent fosforvry was nie, is 'n aantal blankobepalings met net 2 g houtskool ook uitgevoer.

3.1.1.4 Die CAL-metode, volgens Schüller (1969)

3.1.1.4.1 Reagense

- Voorraadoplossing : In kokende gedistilleerde water word 770 g kalsiumlaktat opgelos. Ook word 395 g kalsiumasetaat en 895 ml ysasyn bygevoeg. Dit word dan opgemaak tot 10 liter met gedistilleerde water.
- Logingsoplossing : Hierdie oplossing word verkry deur die voorraadoplossing 5 maal te verdun met gedistilleerde water. Dit bevat 0,1 M kalsiumlaktat, 0,1 M kalsiumasetaat en 0,3 M asynsuur en het 'n pH van 4,1.
- "Fosforvrye" houtskool : Soos in die vorige metodes berei.
- Uitvlokkingsoplossing : Soos in die vorige metodes berei.

3.1.1.4.2 Metode

In 'n ekstraksiebottel word 5 g <2 mm grond, 2 g "fosforvrye" houtskool en 100 ml logingsoplossing gevoeg. Die bottel word vir 2 uur in 'n horisontale skudmasjien geskud. Die suspensie word daarna deur 'n Whatman Nr. 40 of ekwivalente filtreerpapier gefiltreer nadat 'n paar druppels flokkuleermiddel bygevoeg is om 'n helder filtraat te verkry. Van die filtraat is 10 ml gebruik vir die fosfor bepaling.

Daar is blanko fosforbepalings op die houtskool gedoen omdat dit nie 100 persent fosforvry was nie.

3.1.1.5 Anioonuitruilhars

Die ekstraksie van fosfor uit die grond met behulp van 'n anioonuitruilhars is ontwikkel deur Amer et al. (1955). Hulle het aangetoon dat die tempo van opname van fosfor deur die hars slegs afhang van die tempo van vrystelling van fosfor deur die grond en nie van die eienskappe van die hars nie. In hierdie opsig is die meganisme dieselfde as die waardeur plante fosfor uit die grond opneem. Dit is egter heeltemal verskillend van die ander ekstraksiemetodes waarin sure, alkalieë, ensovoorts gebruik word.

3.1.1.5.1 Metode

Die chloriedvorm van die sterk basiese anioonuitruilhars „De Acidite“ FF SRA69 met deeltjiegroottes $> 0,4$ mm is gebruik. Na versadiging met 'n 10 persent natriumchloriedoplossing is die hars gedroog deur dit met aseton te was.

In 'n ekstraksiebottel word 5 g $< 0,25$ mm grond, 1 g $> 0,4$ mm hars en 100 ml gedistilleerde water gevoeg en vir 2 uur in 'n horisontale skudmasjien geskud. 'n Skudperiode van 2 uur word gebruik aangesien Moser, Sutherland & Black (1959) die beste resultate daarmee verkry het.

Na die skudperiode word die hars van die gronddeeltjies geskei deur dit deur 'n 0,345 mm sif te was met gedistilleerde water. Die drie sifgroottes (0,25, 0,345 en 0,40 mm) word gekies om te verseker dat alle grond tydens die wasproses deur die 0,345 mm sif sal gaan en dat alle hars daarop sal agterbly. Die hars word daarna oorgebring na 'n trechter met filtreerpapier in en die geadsorbeerde fosfor word verplaas deur die hars met 'n 10% NaCl-oplossing te loog. Die filtraat word opgevang in 'n 100 ml volumetriese fles, wat daarna tot op die merk opgemaak word met 'n 10% NaCl-oplossing. Van hierdie oplossing word 25 ml geneem vir die bepaling van fosfor.

3.1.2 Bepaling van fosfor

3.1.2.1 Blou metode

In kolorimetriese bepalings van fosfor volgens die meeste erkende blou metodes word die gevormde molibdo-fosfaat gereduseer deur die toevoeging van stannochloried (Jackson, 1958). Hierdie metodes het egter die beperking dat die gevormde kleur net vir sowat 15 minute stabiel is. In die blou metode van Fogg & Wilkinson (1958), word stannochloried vervang met askorbiensuur. Die kleur ontwikkel vinnig by kookpunt en wanneer dit reeds ontwikkel het, is dit uiters stabiel by kamertemperatuur (Fogg & Wilkinson, 1958).

In 'n toets (Tabel 3) is laasgenoemde aanspraak bevestig en is bevind dat daar na 16 dae geen verskil in die lesings was nie en kan aangeneem word dat die metode, soos deur Fogg & Wilkinson (1958) beweer word, vir nog langer tydperke stabiel is, selfs tot vir drie maande by kamertemperatuur.

TABEL 3 - Toets vir stabiliteit van blou metode

$\mu\text{gP}/50 \text{ ml}$	Kolorimeterlesings	
	Na 1 uur	Na 16 dae
0	100	100
1	97,1	97,1
2	94,8	94,6
3	93,1	93,3
4	91,7	91,0
5	89,2	89,2
10	79,6	78,9
15	68,4	69,6
20	60,2	59,4

3.1.2.1.1 Reagense

1. Ammoniummolibdaat - swawelsuuroplossing: In 70 ml gedistilleerde water word 10 g kristallyne ammoniummolibdaat opgelos en opgemaak na 100 ml. In 'n ander fles word 150 ml gekonsentreerde swawelsuur versigtig by 150 ml gedistilleerde water gevoeg. Hierdie oplossing word afgekoel en die ammoniummolibdaatoplossing word versigtig daarby gevoeg.
2. Askorbiensuur:
3. 'n Standaard fosforoplossing wat 2µg P/ml bevat, word opgemaak.

3.1.2.1.2 Metode

'n Geskikte hoeveelheid van die ekstraksieoplossing word in 'n 100 ml bekertjie gevoeg en verdun na sowat 40 ml. Indien die alikwot wat gebruik word meer as 40 ml is, moet dit ingedamp word. Hierby word 4 ml van reagens (1) gevoeg en goed gemeng. Daarna word 0,1 g askorbiensuur bygevoeg en die oplossing word verhit tot kookpunt en daarna vir 1 minuut gekook.

Nadat dit afgekoel het, word die oplossing oorgebring in 'n 100 ml volumetriese fles en tot op die merk gemaak met gedistilleerde water. Dit is waargeneem dat die finale kleuroplossing neig om in twee lae te skei wat moeilik meng. Om deeglike vermenging (en 'n betroubare kolorimeterlesing) te verkry, is dit essensieel om die flessie 'n paar maal om te keer tydens vermenging voordat die kolorimeterselletjies gevul word.

Die optiese digtheid is met selletjies in 'n Hilger Spekker kolorimeter met rooi filters (nr. 7) bepaal. Hierdie metode is gebruik vir die bepaling van fosfor in die Bray-, Olsen-, CAL- en harsekstrakte.

3.1.2.2 Geel metode

In die geel metode van Kitson & Mellon (1944) kan swawelsuur of salpetersuur as suurmedium gebruik word. In hierdie laboratorium word 10 ml 1:2 HNO₃ per 100 ml finale

oplossing, dit wil sê waarin kleur ontwikkel word, gebruik as suurmedium. By die opmaak van die oplossing vir ontwikkeling van kleur word die konsentrasie salpetersuur wat reeds in elke alikwot aanwesig is in berekening gebring en net die ontbrekende hoeveelheid aangevul.

3.1.2.2.1 Reagense

Vanadomolibdaatreagens: Los 20 g ammoniummolibdaat op in 400 ml gedistilleerde water by 50°C en koel af. Los 1 g ammoniumvanadaat op in 300 ml kokende gedistilleerde water en koel af. Voeg stadig 140 ml gekonsentreerde HNO₃ by die vanadaatoplossing terwyl dit aanhoudend geroer word en koel af. Bring beide die molibdaatoplossing en die vanadaatoplossing oor in dieselfde 1 liter volumetriese fles en vul dit tot op die merk met gedistilleerde water.

3.1.2.2.2 Metode

Pipeteer 40 ml ekstrak in 'n 100 ml volumetriese fles in en voeg 25 ml van die vanadomolibdaatreagens by. Stel die suurkonsentrasie reg en vul die fles tot op die merk met gedistilleerde water. Skud die fles goed en laat staan dit ten minste 30 minute om die kleur volledig te laat ontwikkel. Die optiese digtheid word by 430 mμ met 'n kolorimeter bepaal. Hierdie metode is gebruik vir die bepaling van P in die sitroensuurekstrakte.

3.2 RESULTATE EN BESPREKING

Ten einde 'n sinvolle evaluasie van 'n stel grondontledingsyfers te kan maak, is 'n kritiese vergelyking daarvan met die aanvaarde grense wat uit die werk van ander navorsers daargestel is 'n onontbeerlike vereiste. Voortspruitend uit korrelasiestudies word ontledingsdata met 'n spesifieke metode gewoonlik in drie kategorieë verdeel, naamlik laag, medium en hoog. Met syfers wat as „laag" getipeer word, word bedoel dat positiewe groei- of oesreaksies feitlik deurgaans verwag word na toediening van die spesifieke element waarvoor ontleed is. In die „medium" gebied is

oesreaksies moontlik, maar word dit nie noodwendig verwag nie. In die „hoë" gebied is oesreaksies onwaarskynlik, hoewel dit nie deurgaans uitgesluit is nie.

Hoewel die grense tussen laag, medium en hoog gewoonlik by 'n spesifieke numeriese waarde getrek word terwille van ordelikheid, is die grense tussen die kategorieë eensins skerp nie. Dit moet eerder beskou word dat daar 'n diffuse oorgang tussen die drie kategorieë is. Dit is logies dat die grense sal verskil tussen verskillende gronde en verskillende gewasse. Dit is egter waar dat uitsonderings selfs voorkom waar met dieselfde grondsoort en dieselfde gewas gewerk word.

Van die metodes wat in die huidige studie gebruik is, is (sover bekend) nog geen grense vasgestel vir die nuwe gewysigde CAL-metode en die anioonuitruilharsmetode nie. Die mees algemeen aanvaarde grense vir die ander drie metodes is soos volg:

1% Sitroensuur (Volschenk, persoonlike mededeling)

15 dpm P: Laag

25 dpm P: Medium

35 dpm P: Hoog

Bray Nr. 2 (Bingham, 1962) :

0 - 11 dpm P: Laag

11 - 33 dpm P: Medium

> 33 dpm P: Hoog

Hierby kan daarop gewys word dat dit uit Suid-Afrikaanse proewe met droëlandkoring wil voorkom asof positiewe reaksie op fosfortoedienings selde gevind word op gronde met meer as sowat 25 - 30 dpm P wat met die metode geëkstraheer word (Möhr, 1971).

Olsen (Bingham, 1962):

0 - 5 dpm P: Laag

5 - 10 dpm P: Medium

> 10 dpm P: Hoog

TABEL 4 - Gemiddelde „plantbeskikbare“ fosfor in die bogrond van elke proef volgens vyf ontledingsmetodes : (dpm)

Proef Nr.	Metode				
	Sitroen- suur	Bray	Olsen	CAL	Hars
1	34,8	26,9	11,8	12,1	9,5
2	46,0	49,3	26,3	27,0	12,3
3	9,1	3,5	0,4	1,5	0,5
4	30,1	21,5	10,0	13,4	6,2
6	40,7	36,7	13,1	19,7	12,4
7	40,2	38,5	10,2	18,4	10,8
9	26,6	22,8	7,5	9,9	6,7
10	31,9	28,9	11,2	14,5	9,3
11	62,2	54,6	23,0	29,1	17,6
12	62,9	60,4	12,6	39,4	22,3
13	48,8	43,7	11,0	22,9	11,7
14	67,9	61,3	28,4	40,4	19,4
15	24,7	22,7	5,8	14,4	6,8
16	30,7	31,4	15,8	21,8	10,4
17	34,0	35,7	14,2	20,2	14,4
18	27,9	29,6	10,0	16,7	8,6
19	24,5	21,8	9,8	8,3	5,9
21	52,1	56,6	27,5	30,0	17,4
22	33,6	29,7	7,3	15,2	9,7
23	56,1	51,9	15,1	26,3	15,4
25	96,6	98,6	42,6	68,9	34,6
26	42,2	39,8	17,3	25,4	15,9
27	27,7	22,1	5,6	10,8	6,4
28	24,7	20,1	2,6	8,8	5,2
29	41,7	40,2	13,6	22,9	12,0
30	38,7	30,3	8,0	18,2	10,7

Uit die verkreeë resultate (Aanhangsel 4 en Tabel 4) is 'n aantal algemene tendense duidelik. Eerstens het ontleding van grond wat nog nooit bewerk of met fosfor bemes is nie getoon dat die gronde in die natuurlike toestand byna geen plantbeskikbare fosfor bevat nie. Al vyf die ekstraksiemetodes het in die geval van proef 3, wat op nuwegrond uitgelê is, uiters lae waardes getoon en met sommige metodes kon geen fosfor geëkstraheer word nie. So 'n uiters lae toeganklike fosforstatus in nuwegrond is 'n algemene verskynsel wat feitlik deurgaans gevind word.

Tweedens is dit duidelik dat die fosforstatus in die ploeglaag van die bewerkte gronde intussen tot 'n baie hoër peil opgebou is. Die fosforpeil wat in die gronde opgebou is, verskil egter aansienlik tussen die verskillende plekke waar die proewe gedoen is. In die meeste gevalle is die fosforwaardes hoër as die mees algemeen aanvaarde grense waar, volgens die literatuur, geen reaksie met P-toedienings meer verwag word nie. Veral proef 25 toon met al vyf die metodes uitsonderlike hoë waardes.

Aangesien die metode van Olsen die beste korrelasies gelewer het met plantmassas, fosforopname en oesopbrengs (Hoofstuk 6), kan die proewe kortliks beskou word met betrekking tot die aanvaarde grense vir die metode van Olsen, soos dit vroeër gestel is. Die waardes vir proewe 3 en 28 was laag en reaksies op fosfortoedienings kan daar verwag word. In die geval van proewe 4, 7, 9, 15, 18, 19, 22, 27 en 30 is reaksie moontlik aangesien hulle in die „medium” gebied val. In Hoofstukke 4, 5 en 6 sal gesien word dat hierdie proewe almal gekenmerk is deur óf fosforreaksie van een of ander aard óf lae opbrengste. Op die res sal normaalweg nie reaksie verwag word nie. Van die 25 bewerkte gronde (proef 3, uitgesluit) was daar dus 9 (of 36 persent) waar die fosforstatus volgens die kriteria nog onbevredigend laag is en verder opgebou behoort te word. Op die meeste plekke (64% van die bewerkte gronde) is die fosforstatus volgens die kriteria egter so hoog dat verdere swaar

toedienings van fosforkunsmisstowwe nie alleen onekonomies sal wees nie maar in sommige gevalle selfs nadelig mag word.

Uit die ontledingsresultate blyk dit verder dat die fosforstatus in alle grondlae onderkant die ploeglaag in feitlik geeneen van die bewerkte gronde enigsins verhoog is nie. Die waardes stem ooreen met wat gevind is vir die nuwegrond. Die ondergronde (dieper as 30 cm) bevat dus nog steeds prakties geen toeganklike fosfor nie.

Proef 21 is 'n opvallende uitsondering op hierdie reël in die sin dat die Olsenmetode uit hierdie grond betekenisvolle hoeveelhede fosfor kon ekstraheer tot op 'n diepte van 183 cm (Aanhangsel 4). Hierdie was dan ook die proef wat verreweg die hoogste plantmassas op die pypstadium gelewer het en ook verreweg die grootste graanopbrengs gelewer het (Hoofstuk 4).

In die geval van die metodes waar houtskool bygevoeg is tydens ekstraksie is gevind dat die fosforwaardes in ekstrakte van die ondergronde meesal in werklikheid laer was as die blankowaardes wat met houtskool alleen gevind is. Streng wiskundig bereken sou dit beteken dat die gronde 'n negatiewe fosforinhoud het, wat 'n praktiese onmoontlikheid is en selfs na 'n wetenskaplike gedrog lyk. Daar is egter 'n logiese verklaring vir hierdie effek. By die bepaling van die fosfaatpotensiale van gronde (o.a. White & Beckett, 1964) word gebruik gemaak van die verskynsel dat 'n grond onder sekere omstandighede fosfor onttrek uit 'n fosforbevattende oplossing waarmee dit opgeskud word in plaas van om fosfor aan die oplossing af te gee. In die huidige situasie word fosfor deur die houtskool in oplossing vrygestel. Hierdie oplossing is in kontak met 'n grond met 'n uitermate lae fosforstatus. Die grond onttrek dan 'n deel van die fosfor, wat deur die houtskool vrygestel is, uit die ewewigsoplossing en sodoende word 'n laer fosforkonsentrasie in die oplossing verkry. As die houtskool nie sover moontlik „fosforvry" gemaak word voor gebruik nie, is hierdie effek nog groter en sal nog groter probleme bied, soos wat ook wel in die praktyk in roetine

laboratoriums ondervind word (persoonlike mededeling).

Uit die uiters lae fosforwaardes vir die ondergronde is dit baie duidelik dat in die gronde van die Vaalharts-besproeiingskema geen waarneembare fosforbeweging plaasvind nie. Trouens, meer as 30 jaar se besproeiing kon nie die fosforreserwes wat in die ploeglaag opgebou is, uitloog tot in die ondergrond nie. Hierdie gebrek aan beweging van fosfor in die rooi sanderige gronde is ook deur Laker (1964) aangetoon in studies met radioaktiewe fosfor.

Die ontledings toon meesal nie noemenswaardige verskille tussen die fosforpeile van blokke in dieselfde proef nie. Veral in die geval van die Olsen- en harsmetodes is die variasies baie klein. Hier-en-daar word wel uitsonderings aangetref waar een blok byvoorbeeld veral aansienlik mag verskil van die ander (kyk o.a. proewe 2, 6, 7, 14, 16, 17, 27 en 29).

Wanneer die hoeveelhede „beskikbare” fosfor wat deur die verskillende metodes geëkstraheer is met mekaar vergelyk word, is dit duidelik dat die waardes van die sitroensuurmetode en dié van Bray nr. 2 in dieselfde orde is en terselfdertyd ook baie hoër is as dié van die ander drie metodes (Aanhangsel 4 en Tabel 4). In die geval van gronde met ’n lae fosforstatus toon die sitroensuurmetode effens hoër waardes as Bray, terwyl daar geen verskil bestaan in die geval van gronde met ’n hoër fosforstatus, soos proef 25, nie. Die ander drie metodes toon waardes van ’n heelwat laer orde met die waardes vir die CAL-metode feitlik deurgaans effens hoër as dié vir die ander twee (Olsen en hars). Dit moet egter in gedagte gehou word dat ’n metode wat baie fosfor uit ’n grond ekstraheer, nie noodwendig beter korreleer met fosforopname of plantegroei as ’n metode wat minder fosfor ekstraheer nie. Dit is ’n algemeen bekende feit en is ook bevestig in die huidige studie, soos duidelik uit Hoofstuk 6 sal blyk. In dié geval het die metode van Olsen die beste korrelasies gegee ten spyte daarvan dat 1% sitroensuur en die Bray nr. 2-oplossing baie sterker ekstraheermiddels is.

TABEL 5 - Korrelasiekoëffisiënte (r-waardes) tussen verskillende ekstraksiemetodes vir beskikbare fosfor (al die proewe in berekening gebring)

	1% Sitroen- suur	Bray Nr. 2	Olsen	CAL
Hars	0,9187**	0,9538**	0,8438**	0,9417**
CAL	0,9130**	0,9500**	0,8431**	
Olsen	0,8449**	0,8702**		
Bray Nr.2	0,9601**			

** Betekenisvol by 1% peil

* Betekenisvol by 5% peil

Al die fosforekstraksiemetodes het hoogs betekenisvol (in werklikheid besonder goed) met mekaar gekorreleer (Tabel 5), ten spyte daarvan dat die werklike hoeveelhede fosfor wat deur die verskillende metodes geëkstraheer is, aansienlik van mekaar verskil het. Slegs die ontledingsyfers vir die bo-grondmonsters is gebruik in die berekening van die korrelasies. Dit is opvallend dat die metode van Olsen deurgaans 'n laer korrelasiekoëffisiënt met al vier die ander metodes toon as wat die geval met die onderlinge korrelasie tussen die ander metodes is. Dit is dan ook gevind dat al vier die ander metodes ongeveer eenders gekorreleer het met plantmassa, graanopbrengs en fosforopname, maar die Olsenmetode het elke keer 'n baie beter korrelasie getoon, wat soms van 'n heel ander orde was as dié van die ander metodes (Hoofstuk 6). Die metode van Bray het weer die beste gekorreleer met al vier die ander metodes (Tabel 5). Du Plessis (1964) het ook gevind dat al die ekstraksiemetodes vir die sanderige gronde hoogs betekenisvol met mekaar gekorreleer het.

By 'n vergelyking van die ontledingsmetodes is dit opvallend dat slegs die sitroensuurmetode betekenisvolle hoeveelhede fosfor uit die ondergronde kon ekstraheer. Selfs die Bray-metode, wat vergelykbare hoeveelhede fosfor uit die bo-

gronde geëkstraheer het, kon meesal geen fosfor uit die ondergronde ekstraheer nie. Selfs met die sitroensuurmetode kon egter byna deurgaans nie meer fosfor uit die bewerkte ondergronde geëkstraheer word as uit die ondergrond van die nuwegrond (proef 3) nie (Aanhangsel 4). Dit is egter ook insiggewend dat die sitroensuurmetode absoluut geen fosfor kon ekstraheer uit die ondergrond van proef 21, waaruit die Olsenmetode aansienlike hoeveelhede fosfor geëkstraheer het en wat uitstaande beter opbrengste gelewer het as al die ander proewe nie.

3.3 SAMEVATTING

Volgens die aanvaarde grense vir die verskillende metodes blyk dit dat die fosforstatus van die gronde van die Vaalhartsbesproeiingskema in die meeste gevalle voldoende opgebou is. 'n Ligte fosfortoediening as blote onderhoudsbemesting om voorsiening te maak vir verwydering van fosfor deur die oes sal in die gevalle voldoende wees om die fosforstatus van die gronde op die huidige peil te handhaaf. Daar is egter nog 'n aansienlike persentasie van die gronde waarin die fosforstatus nog nie voldoende opgebou is nie en in die gevalle is addisionele bemesting dus nodig om die P-status verder op te bou. 'n Algemene standaardaanbeveling vir fosfor kan dus nie op hierdie stadium gemaak word nie, weens die groot wisselinge wat van plek tot plek voorkom. Elke individuele geval sal, gebaseer op 'n grondontledingsyfer, volgens meriete behandel moet word. 'n Betroubare grondontleding sal dus altyd nodig wees vir 'n korrekte fosforaanbeveling vir 'n spesifieke grond.

Die feit dat al die ekstraheerbare fosfor in die boonste slegs 20 tot 30 cm van die gronde opgebou het, met prakties geen plantbeskikbare fosfor in die dieper grondlae nie, laat ontstaan die vraag of diep plasings van fosfor nie dringende aandag verdien op die gronde nie. Dit is baie duidelik dat daar nie staatgemaak kan word op die logging van fosfor in die dieper grondlae in deur middel van besproeiingswater nie. Dit is veral van belang as daaraan gedink word dat baie van die

gewasse wat op uitgebreide skaal op Vaalharts verbou word, veral koring, katoen en lusern, potensieel diepgewortelde gewasse is. Die resultate met proef 21, waarna reeds verwys is, dat die beste oesresultate verkry is in hierdie proef wat die enigste was wat aansienlike hoeveelhede fosfor in die ondergrond bevat het wat deur Olsen se metode geëkstraheer kon word, is ook 'n onbetwisbare motivering vir 'n ondersoek na diep plasing van fosfor. Die ondergrond van hierdie proef is 'n 158 cm dik laag met 'n (geweegde) gemiddelde Olsen-fosforinhoud van 3,1 dpm. Die laag bevat dus net soveel fosfor as wat 'n 20 cm grondlaag met 24,5 dpm Olsen-fosfor sou bevat (aannemende dat die volumedigtheid van die twee lae eenders is). Die feit dat die ander ontledingsmetodes nie dieselfde patroon vir proef 21 getoon het nie, is nie 'n ernstige diskwalifikasie nie aangesien die Olsenmetode baie beter met oesopbrengste gekorreleer het as enige van die ander metodes (Hoofstuk 6).

In die huidige situasie op Vaalharts is die gebrek aan toeganklike fosfor in die ondergrond op die meeste plekke nie 'n wesentlike probleem nie aangesien die meeste plantwortels weens verdigte grondlae tot die boonste 15 cm van die gronde beperk word (Bennie, 1972). Laasgenoemde situasie skep egter ander ernstige probleme in gewasverbouing en navorsing word tans onderneem om die probleem uit te skakel. Wanneer die verdigtingsprobleem uitgeskakel is, mag die gebrekkige fosforinhoud van die ondergronde 'n beperkende faktor word. Aansienlike wingerdaanplantings word tans op Vaalharts beplan en diep plasing van fosfor in die grondvoorbereidingstadium sal dus ook 'n vereiste wees by die vestiging van so 'n permanente gewas.

In die verlede is soms geredelik aanvaar dat betekenisvolle beweging van fosfor in die gronde onder bespreking sal plaasvind weens die groot hoeveelhede besproeiingswater wat daardeur loog, die sanderige aard en die neutrale pH van die gronde. Die gebrek aan beweging is egter die gevolg daarvan dat elke kwartspartiekel, wat die sandfraksie vorm, bedek is deur 'n lagie seskwioksiedes wat die fosfor sorbeer.

Die chemiese prècipitasie van fosfor is die gevolg van verwydering van fosforione uit oplossing en die chemiese binding daarvan aan die vaste fase bv. aluminium- en ysteroksiedes. Hierdie vaste fase kan gevorm word as 'n monolaag deur adsorpsie op die oppervlakte van 'n vaste fase van dieselfde soort (kristalgroei) of op die oppervlakte van 'n tweede vaste fase (chemiese sorpsie). Dit mag ook wees in die vorm van nuwe partiekels. Hierdie definisie van chemiese prècipitasie sluit ook adsorpsie deur middel van chemiese reaksie in (Kittrick & Jackson, 1956). Volgens Kanwar (1956) se resultate bind aluminiumoksiede fosfor baie sterker as die ekwivalente hoeveelhede ferrioksiede.

In korrelasiestudies met verskillende anorganiese fosforfraksies en fosforopname het Du Plessis (1964) bevind dat die Al-P fraksie in sanderige gronde uit die gebied betekenisvol (by $P=0,05$) korreleer met fosforopname. Die korrelasiekoëffisiënt was 0,8447 ($r=0,8114$) terwyl die korrelasiekoëffisiënt vir Fe-P fraksie 0,6935 was.

Die gevolgtrekkings van Taylor, Gurney & Lindsay (1960), Laverty & McLean (1961), Chang & Juo (1963), Susuki, Lawton & Doll (1963), Alban, Vacharotayan & Jackson (1964), Pratt & Garber (1964), Payne & Hanna (1965), Smith (1965), Halstead (1967) en Martens, Lutz & Jones (1969) stem ooreen hiermee en toon aan dat die Al-P fraksie die mees toeganklike fosforfraksie in suurgronde is, terwyl dit ook in sommige gevalle geldig was vir gronde met 'n neutrale pH.

Dit is dus moontlik dat die seskwioksiedes instaat is om fosfor vas te lê sodat dit nie onderhewig is aan logging nie, maar tog beskikbaar is vir opname deur die plante.

HOOFSTUK 4

PLANTMASSAS EN OESOPBRENGSTE

4.1 MONSTERNEMING EN OESPRAKTYKE

4.1.1 Plantmonsters

Boggrondse plantmonsters is op 'n gevorderde pypstadium geneem vir chemiese analise. Die pypstadium by koring is 'n duidelik gedefinieerde en waarneembare stadium en ook 'n belangrike stadium in die groeisyklus van die koringplant aangesien dit aarvorming direk voorafgaan. Plantmonsters wat vir ontledingsdoeleindes geneem word, word dan ook meesal op hierdie stadium versamel.

Veral in geval van fosfor het 'n koringplant op dié stadium reeds aan die grootste deel van sy behoeftes voldoen, aangesien fosforvoorsiening veral belangrik is aan die begin van groei. Hoewel die koringplant fosfor gedurende feitlik sy hele groeitydperk opneem, het daardie gedeelte wat vroeg opgeneem word, die grootste invloed op die graanopbrengs (Boatwright & Viets, 1966). Spasojevic (volgens Hamman, 1971) het gevind dat fosfor baie intensief opgeneem is gedurende stoel- tot by die pypstadium; gedurende die pypstadium was die absorpsie baie stadig, en teen die einde van die melkstadium het P-absorpsie gestaak. Tucker (volgens Hamman, 1971) beweer dat fosforbehoefte krities is gedurende die vroeë groeistadiums van koring; en dat by winterkoring 70% van die fosfor wat deur plante geabsorbeer word, opgeneem word gedurende die eerste 8 weke van groei.

Weens praktiese oorwegings as gevolg van afstand vanaf die proefgebied moes alle monsters op dieselfde tydstip geneem word. Dit was dus onvermydelik dat die plante van 'n paar proewe wat op dié tydstip slegs in 'n baie vroeë pypstadium was ook reeds gemonster moes word.

'n Samegestelde boggrondse plantmonster is vir elke perseel geneem. In alle gevalle is vyf plante ewekansig per

perseel gemonster en saamgevoeg. 'n Kantgebied van 1 meter wyd, waarin nie gemonster is nie, is vir elke perseel gelaat. Die totale bogrondse groei van elke plant is gemonster.

Die plante is deeglik in 'n een persent teepoloplossing gewas en daarna agtereenvolgens in drie afsonderlike houers met gedeïoniseerde water afgespoel. Nadat die plante goed afgeskud is, is dit toegelaat om effens af te droog, waarna die monsters vir 48 uur in 'n lugoond by 70°C gedroog is. Na afkoeling is die massa van elke monster bepaal. Daarna is die monsters gemaal en in monsterbottels met skroefdeksels gestoor vir ontleding. Weens die grootte van die monsters en die groot aantal monsters kon dit nie in desikkatore afgekoel word voor bepaling van die massas daarvan nie en het die monsters dus 'n sekere hoeveelheid higroskopiese vog bevat.

Die plantdigtheid is tydens monsterneming ewekansig op drie verskillende plekke per proef bepaal met behulp van 'n 3 voet x 3 voet staalraam. Die gemiddeld van hierdie bepaling is, saam met die verkreë plantmassas, gebruik vir die berekening van plantmassas per hektaar.

4.1.2 Oespraktyke

As gevolg van haelskade en ander faktore kon slegs 18 proewe uiteindelik geoes word. Die koring van elke perseeltjie is apart met die hand geoes. Soos reeds genoem, was die oespersele (3,05m x 6,10m) aansienlik kleiner as die oorspronklike persele terwille van kanteffekte. Die koring is by die Vaalhartsnavorsingstasie gedors. Die graanopbrengste is vir elke perseel bepaal en omgewerk na kilogram per hektaar.

4.2 RESULTATE EN BESPREKING

4.2.1 Plantmassas op pypstadium

Die volledige resultate vir plantmassas op die pypstadium word in Aanhangsel 5 aangetoon, terwyl behandelingsgemiddeldes en proefgemiddeldes in Tabel 6 verstrekk word.

TABEL 6 - Gemiddelde oonddroë plantmassas op pypstadium
(kg/ha)

Proef Nr.	Behandeling			Gemiddeld van proef
	Po	P1	P2	
1	5144	5195	8004	6114
2	5821	7807	6895	6841
3 ^a	1367	5766	5938	4357
4	2606	2884	3494	2995
6 ^b	2965	3873	4684	3841
7 ^c	3764	2647	3340	3251
9	1703	1709	1676	1696
10	1459	1511	1784	1585
11	4174	4515	3767	4152
12	4308	4885	4764	4652
13	2732	2709	3150	2864
14	5755	5033	5003	5263
15	1962	1530	2069	1853
16	3557	3382	4687	3875
17	4769	4825	4432	4676
18	4016	4123	3641	3927
19	4287	4999	4953	4746
21	8107	9248	9159	8838
23	1935	1758	1958	1884
25	3341	3501	4074	3639
26	4934	4397	4902	4744
27	2715	3515	3495	3242
28 ^d	2629	4959	4298	3962
29	3798	3878	4144	3940
30	6933	5149	5446	5843

a: $P2 = P1 > Po$ (by $P = 0,01$)

b: $P2 > Po$ (by $P = 0,05$)

c: $Po > P1$ (by $P = 0,05$)

d: $P2 = P1 > Po$ (by $P = 0,05$)

Uit Tabel 6 is dit duidelik dat die verskille in plantmassas tussen behandelings nie 'n vaste patroon volg nie. Soos aangetoon, het slegs in vier van die 25 proewe statisties betekenisvolle verskille tussen sekere behandelings voorgekom. Die variansieanalises van net hierdie vier proewe word in Aanhangel 6 verstrek. Tukey se toets (Snedecor, 1956; Steel & Torrie, 1960) is gebruik vir die toetsing van betekenisvolheid. Die KBV-waardes wat aangegee word, is streng gesproke eintlik Tukey se D-waarde (Snedecor, 1956), ook genoem Tukey se w-waarde (Steel & Torrie, 1960) wat deur laasgenoemde skrywers bestempel word as die "honestly significant difference."

Op die nuwegrond, dit wil sê in proef 3, het beide die P_2 en P_1 -peile hoogs betekenisvolle ($P=0,01$) groter plantmassas gelewer as die P_0 -behandeling. In proef 28, die bewerkte grond met die laagste fosforinhoud, het beide P_2 en P_1 ook betekenisvol ($P=0,05$) hoër plantmassas gelewer as P_0 . In proef 6 het plantmassas nagenoeg lineêr toegeneem met verhoging in fosforpeil, maar slegs P_2 was statisties betekenisvol beter as P_0 . Volgens die grondontledings (Aanhangel 4) was die fosforinhoud van beide proewe 3 en 28 so dat dit as "laag" bestempel sal word en gevolglik word reaksie met fosfortoedienings dus beslis verwag op grond van die grondanalitiese data. Twee blokke van proef 6 val in die "medium" gebied waar reaksie moontlik is, met die ander drie blokke effens hoër. Dit kan dus as 'n grensgeval beskou word.

In geen proef was daar statisties betekenisvolle verskille tussen behandelings P_1 en P_2 nie. Selfs vir die nuwegrond (proef 3) was die gemiddelde plantmassas vir P_1 en P_2 van dieselfde orde (Tabel 6). Verder is dit insiggewend om daarop te let dat hierdie proef, hoewel dit nog nooit van tevore bewerk is nie en 'n gemiddelde Olsen-fosforinhoud van slegs 0,4 dpm het, se gemiddelde plantmassa vir behandeling P_1 die derde hoogste was van al die proewe. Die gemiddelde plantmassa vir behandeling P_2 was ook die vierde hoogste van al die proewe. Dit is 'n aanduiding dat daar nie 'n uitermate groot vaslegging van fosfor in vorms waarin plante dit nie

kan benut nie in hierdie gronde voorkom nie. In 'n grond met so 'n lae plantbeskikbare fosforinhoud sou aansienlike verskille tussen behandelings P_1 en P_2 verwag word indien die grond 'n hoë vasleggingskapasiteit besit het. Laker (1964) het vir 'n vergelykbare sandgrond van Wesselsbron gevind dat dit 'n baie lae sorpsievermoë (S-waarde) vir fosfor getoon het ten spyte van die lae fosforstatus daarvan. Ook in die Hutton- en Clovellygronde van die Sentrale Oranjeriviergebied wat deur Botha (1970) ondersoek is, is gevind dat fosforvaslegging nie aansienlike hoeveelhede bedra het nie. Volgens hom lê die „spesifieke posisies“ vir fosfor in dié gronde slegs sowat 0,5 dpm harsekstraheerbare fosfor vas.

Proef 7 is die enigste geval waar 'n statisties betekenisvolle onderdrukkende effek met fosfortoedienings ondervind is in die sin dat die plantmassas vir die P_1 -behandeling betekenisvol swakker was as by P_0 . Ook P_2 het laer opbrengste gelewer as P_0 , maar in dié geval was die verskil nie betekenisvol nie. Die grond het egter nie 'n baie hoë fosforinhoud nie (Olsen - 10,2 dpm) sodat dit nie as verklaring kan dien vir die effek nie. Dit moes dus as 'n kunsmatige effek beskou word. Dit is opvallend dat hierdie die enigste proef is wat op 'n grond was wat aan uiterste versuiptoestande onderhewig was — tot so 'n mate dat die plante op die pypstadium erg vergeel was ten spyte van die hoë stikstofoediening. Dit is egter nie duidelik of daar enige direkte verband tussen laasgenoemde en die fosforeffek bestaan nie en of dit bloot 'n toevallige verwantskap is nie. Graanopbrengste kon insigwend wees, maar dié is weens haelskade verloor.

4.2.2 Graanopbrengste

Die verskille in graanopbrengs tussen die verskillende fosforpeile was in die meeste gevalle onbenullig klein (Tabel 7 en Aanhangsel 7). Daar was dan ook net vir drie van die 18 proewe wat goeie statisties betekenisvolle verskille in opbrengs tussen verskillende fosfortoedienings. Die varianseanalises vir dié proewe (9, 22 en 28) word in Aanhangsel 8 aangetoon.

TABEL 7 - Gemiddelde graanopbrengste in kilogram per hektaar.

Proef Nr.	Behandeling			Gemiddeld van proef
	Po	P1	P2	
6	4309	4548	4577	4478
9 ^a	3543	3899	4475	3972
11	3606	3289	3343	3413
12	3499	3860	3284	3548
13	4070	4387	4514	4324
15	2235	2577	2806	2539
16	4275	3997	4558	4277
17	2786	2455	2830	2691
18	3728	4026	4094	3950
19	3889	4036	4168	4031
21	5822	5763	5919	5835
22 ^b	3016	3333	3792	3380
23	3411	3616	3660	3562
25	3972	4499	4407	4293
26	4743	4475	4699	4639
27	3079	3216	3294	3196
28 ^c	2728	3548	3816	3364
30	2416	2767	2835	2673

a Proef 9 P2 > Po (by P = 0,05)

b Proef 22 P2 > Po (by P = 0,01)

c Proef 28 P1 = P2 > Po (by P = 0,05)
en P2 > Po (by P = 0,01)

Proef 28 was die enigste geval waar die P_1 -peil 'n statisties betekenisvolle ($P=0,05$) hoër opbrengs as P_0 gelewer het. Dit was dan ook die enigste van die proewe wat geoes is waarvan die P-inhoud van die bogrond volgens Olsen se metode minder as 5 dpm was en dus as laag bestempel kan word. Die opbrengs vir die P_2 -peil was hoogs betekenisvol ($P=0,01$) beter as vir P_0 , maar P_2 was nie betekenisvol beter as P_1 nie. Die P_1 -peil het 'n verhoging van 820 kg/ha bo P_0 veroorsaak en P_2 se opbrengs was 1088 kg/ha hoër as dié van P_0 , maar slegs 268 kg/ha hoër as dié van P_1 . Ook ten opsigte van plantmassa op die pypstadium was beide P_1 en P_2 in hierdie proef beter as P_0 en daar was ook nie 'n verskil tussen P_1 en P_2 nie.

In proef 22 was daar 'n geleidelike verhoging in opbrengs met verhoogde fosfortoediening. Die opbrengs by P_1 was 317 kg/ha hoër as by P_0 en die opbrengs by P_2 was 459 kg/ha hoër as by P_1 (776 kg/ha hoër as by P_0). Die opbrengs by P_2 was dan ook hoogs betekenisvol ($P=0,01$) beter as by P_0 . Die verskille tussen P_1 en P_0 en tussen P_2 en P_1 was nie statisties betekenisvol nie. Weens onvermydelike omstandighede kon plantmassas nie op die pypstadium in hierdie proef getrek word nie en daarom kan geen vergelyking daarmee getref word nie. Met 7,3 dpm fosfor in die bogrond val hierdie grond in die aanvaarde gebied (tussen 5 en 10 dpm) vir Olsen se metode waar reaksie met fosfortoedienings moontlik is, maar nie noodwendig verwag word nie.

Ook in proef 9 het oesopbrengs geleidelik toegeneem met verhoogde fosfortoediening. By P_1 was die opbrengs 356 kg/ha hoër as by P_0 en by P_2 was dit 576 kg/ha hoër as by P_1 (932 kg/ha hoër as by P_0). Die opbrengsverskil tussen P_2 en P_0 was statisties betekenisvol, maar die ander verskille nie. Op die pypstadium was daar nie verskille tussen die behandelings nie, maar die plantmassas was by al die behandelings baie laag (Tabel 6). Die fosforinhoud van hierdie grond (7,5 dpm volgens Olsen se metode) was ook in die gebied waar

fosforreaksie as 'n moontlikheid beskou word.

Die ander drie proewe met (volgens Olsen se metode) tussen 5 en 10 dpm P, dit wil sê proewe 15, 27 en 30, het geen betekenisvolle verskille tussen fosforpeile getoon nie. Die drie proewe het egter saam met proef 17 die laagste gemiddelde opbrengste gehad. In die geval van proef 17 was verdroging die oorsaak vir die lae opbrengs.

Die verdroging is deur 'n tweeledige effek veroorsaak. Eerstens het die betrokke boer 'n te klein persentasie van sy waterkwota gespaar vir die tydperk na die pypstadium. Tweedens is ondoeltreffende watertoediening veroorsaak deur 'n foutiewe helling van die boer se besproeiingsakker. Laasgenoemde word geïllustreer deur die feit dat die opbrengste van individuele persele gedaal het vanaf byna 4000 kg/ha vir die persele naaste aan die leivoor tot sowat 1400 kg/ha op die persele verste van die leivoor. Die afname in opbrengs was eweredig aan afstand vanaf die leivoor.

Die voorgenoemde oesresultate bevestig dus die aanvaarde grens dat 'n grond met minder as 10 dele per miljoen fosfor, ekstraheerbaar volgens Olsen se metode, moontlik reaksie na fosfortoediening mag toon. Dit is ook insiggewend dat die enigste proef met minder as 5 dele per miljoen P die enigste was waar die P_1 -toediening 'n betekenisvolle oesverhoging gelewer het.

Proef 21 het verreweg die hoogste gemiddelde opbrengs van 5835 kg/ha (54 imperiale sakke van 200 pond elk per morg) gelewer. Hierdie proef het ook op die pypstadium verreweg die swaarste plantmassas gelewer (Tabel 6). Die opbrengs waar geen fosfor toegedien is nie (P_0) was 5822 kg/ha. In Hoofstuk 3 is aangetoon dat die uitstaande kenmerk van hierdie proef is dat die ondergrond betekenisvolle hoeveelhede fosfor bevat wat deur Olsen se metode geëkstraheer kan word.

4.2.3 Verband tussen plantmassa op pypstadium en oesopbrengs

Korrelasies tussen plantmassa op pyp en oesopbrengs is vir elke proef afsonderlik en vir alle proewe gesamentlik bereken. Weens die klein aantal waarnemings per proef was die korrelasies binne elke proef op enkele uitsonderings na nie statisties betekenisvol nie, ten spyte daarvan dat redelik hoë r -waardes meesal verkry is. Vir al die proewe gesamentlik is daar by elke P -peil 'n statisties hoogs betekenisvolle ($P=0,01$) korrelasie tussen plantmassa op pyp en oesopbrengs gevind (Tabel 8).

TABEL 8 - Korrelasiekoëffisiënte vir plantmassa op pypstadium teen oesmassa vir al die proewe gesamentlik.

P-peil	r
P_0	0,3561**
P_1	0,3671**
P_2	0,3487**

** Betekenisvol by $P = 0,01$

Hoewel hierdie korrelasies statisties hoogs betekenisvol is, is die korrelasiekoëffisiënte egter so laag dat dit nie op 'n baie goeie ooreenkoms tussen plantmassa op pyp en graanopbrengste dui nie. In werklikheid kon slegs 12,7%, 13,5% en 12,2% van die variasie in oesopbrengs by P_0 , P_1 en P_2 onderskeidelik gekoppel word aan variasie in plantmassa op die pypstadium. Geen goeie voorspelling of skatting van verwagte oesopbrengs kan dus gemaak word deur te kyk na die groeikragtigheid of algemene voorkoms van die plante op die pypstadium nie.

4.3 SAMEVATTING

Uit die resultate met plantmassas op die pypstadium en oesopbrengste is dit duidelik dat groei- of opbrengsreaksies op fosfortoedienings net voorgekom het op gronde wat lae ontledingsyfers vir fosfor getoon het. Die grootte van die reaksie was afhanklik van hoe laag die ontledingsyfer was. In geen geval was daar 'n betekenisvolle verskil tussen die P_2 en P_1 -peil van fosfortoediening nie.

Dit is baie duidelik dat die toestand van die koring op die pypstadium geen goeie voorspellingswaarde gehad het met die oog op verwagte oesopbrengs nie. Hierdie koring is onder besproeiing verbou en nog swakker voorspelbaarheid kan onder droëlandtoestande verwag word waar droogtes ná die pypstadium groot effekte mag hê.

F O S F O R I N H O U D V A N P L A N T M A T E R I A A L

Fosforanalises is gedoen op die gemaalde oonddroë plantmateriaal wat op die pypstadium versamel en voorberei is soos beskryf in Hoofstuk 4.

5.1 METODEDES

5.1.1 Verassing van plantmateriaal

Die droëverassingsmetode is gebruik en sorg is gedra dat die verassingstemperatuur nooit hoër as 550°C was nie, aangesien hoër temperature fosforverliese tot gevolg het as gevolg van (i) vervlugting; (ii) vorming van onoplosbare verbindings en (iii) vasbrand en versmelting met die kroesie waarin die verassing uitgevoer word. Vir die verassing is ewekansige monsters van 1g elk gebruik.

Die verassingsprosedure wat in die laboratoriums gebruik word, is as volg: Monsters word vir 10 minute in verassingsoond by 550°C geplaas. Nadat die monsters afgekoel het, word 'n paar druppels gekonsentreerde HNO_3 bygevoeg en op 'n waterbad drooggedamp. Die monster word dan vir 'n verdere 10 minute in die verassingsoond geplaas. Vir monsters wat nie volledig veras is nie, word laasgenoemde twee stappe herhaal. By die afgekoelde monster word 10ml 1:2 HNO_3 gevoeg en vir 15 minute op 'n waterbad verhit. Die inhoud word dan kwantitatief oorgebring in 'n 100ml volumetriese fles en tot op volume opgemaak. Die ekstrak word gefiltreer en van dié filtraat word direk gebruik vir die bepaling van fosfor.

5.1.2 Bepaling van fosfor

Die geel metode, soos beskryf in Afdeling 3.1.2.2, word gebruik vir die bepaling van fosfor. Van die verkreë filtraat word 10ml in 'n 100ml volumetriese fles gepipeteer. Daarby word 9ml 1:2 HNO_3 (om die suurkonsentrasie reg te stel) en 25ml vanadomolibdaatreagens gevoeg. Die fles word dan

met gedistilleerde water tot op die merk gevul, vir minstens 30 minute laat staan en die fosforkonsentrasie kolorimetries bepaal.

5.2 RESULTATE EN BESPREKING

5.2.1 Konsentrasie fosfor in plante

In Aanhangsel 9 word die fosforkonsentrasies vir al die plantmonsters aangetoon. Uit Tabelle 9 en 10 is dit duidelik dat sowat die helfte (12) van die 25 proewe wat gemonster is statisties betekenisvolle toenames in die fosforkonsentrasie van plante getoon het met toename in fosforbemesting. Hierdie proewe is egter, op enkele uitsonderings na, dié met 'n relatief lae grondontledingsyfer vir fosfor. Met die uitsondering van proewe 16, 21, 26 en 29 bevat die bogronde van al die proewe wat 'n betekenisvolle toename in fosforkonsentrasie getoon het minder as 13 dpm Olsenekstraheerbare fosfor (Hoofstuk 3). Daar is egter ook 'n aantal proewe waarvan die gronde lae fosforinhoude het wat nie betekenisvolle verskille getoon het tussen fosforkonsentrasies in die plantmateriaal nie. Hieronder sorteer proewe 7, 9, 15, 27 en 30. Die algemene stelling kan egter gemaak word dat die meerderheid van die proewe waar verskille nie voorgekom het nie dié was wat op gronde met hoë fosforkonsentrasies gedoen is.

In 11 van die 12 proewe (proef 21 die uitsondering) waar betekenisvolle verskille voorgekom het, het P_2 betekenisvol hoër konsentrasies as P_0 gelewer (Tabel 10). In 7 van hierdie 11 gevalle was die verskille hoogs betekenisvol. Van hierdie 7 gevalle waar die verskille tussen P_2 en P_0 hoogs betekenisvol was, was daar drie (proewe 4, 26 en 28) waar P_1 nie ook betekenisvol hoër konsentrasies as P_0 gelewer het nie.

Daar was 5 gevalle waar P_1 betekenisvol hoër konsentrasies as P_0 gelewer het. Twee hiervan was hoogs betekenisvol.

In slegs drie gevalle het P_2 betekenisvol hoër konsentrasies as P_1 gelewer. Dit is insiggewend om daarop te

TABEL 9 - Gemiddelde fosforkonsentrasies in oondroë plantmateriaal op die pypstadium (%P)

Proef Nr.	Behandeling			Gem.	KBV	
	P ₀	P ₁	P ₂		P=0,05	P=0,01
1	0,149	0,201	0,245	0,198	0,052	0,072
2	0,266	0,301	0,296	0,288	n.b.	n.b.
3	0,099	0,141	0,198	0,146	0,027	0,038
4	0,177	0,212	0,265	0,218	0,053	0,074
6	0,244	0,242	0,283	0,256	n.b.	n.b.
7	0,198	0,220	0,231	0,216	n.b.	n.b.
9	0,213	0,235	0,274	0,240	n.b.	n.b.
10	0,191	0,222	0,261	0,225	0,055	n.b.
11	0,368	0,344	0,375	0,362	n.b.	n.b.
12	0,214	0,240	0,252	0,235	n.b.	n.b.
13	0,221	0,281	0,290	0,264	0,034	0,047
14	0,398	0,358	0,360	0,372	n.b.	n.b.
15	0,205	0,181	0,200	0,196	n.b.	n.b.
16	0,187	0,238	0,264	0,230	0,041	0,057
17	0,186	0,210	0,218	0,205	n.b.	n.b.
18	0,215	0,252	0,283	0,250	0,052	n.b.
19	0,172	0,204	0,234	0,204	0,049	n.b.
21	0,194	0,239	0,207	0,213	0,038	n.b.
23	0,214	0,248	0,282	0,248	n.b.	n.b.
25	0,263	0,292	0,284	0,280	n.b.	n.b.
26	0,236	0,272	0,309	0,272	0,049	0,068
27	0,207	0,231	0,226	0,222	n.b.	n.b.
28	0,144	0,157	0,187	0,163	0,023	0,032
29	0,174	0,202	0,221	0,199	0,045	n.b.
30	0,163	0,194	0,201	0,186	n.b.	n.b.

TABEL 10 - Betekenisvolle verskille tussen fosforkonsentrasies in plantmateriaal op die pypstadium

Proef Nr.	Betekenisvolle verskille	
	P=0,05	P=0,01
1	$P_2 = P_1 > P_0$	$P_2 > P_0$
3	$P_2 > P_1 > P_0$	$P_2 > P_1 > P_0$
4	$P_2 > P_1 = P_0$	$P_2 > P_0$
10	$P_2 > P_0$	
13	$P_2 = P_1 > P_0$	$P_2 = P_1 > P_0$
16	$P_2 = P_1 > P_0$	$P_2 > P_0$
18	$P_2 > P_0$	
19	$P_2 > P_0$	
21	$P_1 > P_0$	
26	$P_2 > P_0$	$P_2 > P_0$
28	$P_2 > P_1 = P_0$	$P_2 > P_0$
29	$P_2 > P_0$	

let dat twee van hierdie proewe (3 en 28) dié was wat minder as 5 dpm Olsenekstraheerbare fosfor bevat het en dat die derde een (proef 4) in die mediumgebied tussen 5 en 10 dpm P val.

Wat die grootte-orde van die verkreë konsentrasies betref, is dit moeilik om 'n vergelyking met resultate uit die literatuur te tref aangesien daar skynbaar min plantontledingsdata vir koring beskikbaar is. Dit is dus nie moontlik om die huidige studie se data as laag, medium of hoog te tipeer nie. Racz, Webber, Soper & Hedlin (1965) het aangetoon dat die fosforkonsentrasie in die bodele van koring afneem soos die plante ouer word. Gegewens wat op 'n spesifieke groeistadium verkry word, kan dus nie direk met syfers vir 'n ander groeistadium vergelyk word nie. Vir die huidige studie

(Tabel 9) kan wel aangedui word dat van die twaalf proewe waar fosfortoediening die fosforkonsentrasie in die plante verhoog het, die plante van die P_0 persele in 10 gevalle minder as 0,2% P bevat het (proewe 13 en 26 was die uitsonderings). Van die 13 proewe waar daar nie verskille voor-gekom het nie, was daar weer 10 wat meer as 0,2% P in die plante van die P_0 persele getoon het (proewe 7, 17 en 30 die uitsonderings, met proef 7 in werklikheid 'n grensgeval). Op grond hiervan kan 0,2% P in die koring op die pypstadium beskou word as grens tussen waar P-konsentrasie in die plante deur fosfortoedienings beïnvloed sal word of nie.

5.2.2 Fosforopname

Met fosforopname word bedoel die werklike hoeveelheid fosfor opgeneem deur plante en dit word gegee deur die produk van die fosforkonsentrasie van die plant en die plantmassa. Dit word uitgedruk in kilogram P per hektaar. Die individuele resultate vir elke perseel van die verskillende proewe word aangetoon in Aanhangsel 10. Uit Tabela 11 en 12 is dit duidelik dat die aantal proewe wat statisties betekenisvolle toenames in fosforopname vertoon minder was as in die geval van fosforkonsentrasie (9 teenoor 12). Met die uitsondering van proef 2 is dit van dieselfde proewe wat betekenisvolle verskille in fosforkonsentrasie vertoon het. Net soos in die geval van fosforkonsentrasie, is dit met enkele uitsonderings (proewe 2, 16 en 26) weer eens proewe op gronde met relatief lae fosforinhoude (< 13 dpm Olsenekstraheerbare fosfor) wat verskille vertoon het.

Die proewe waar statisties hoogs betekenisvolle toenames in fosforopname ($P=0,01$) gevind word, is proewe 3 en 28, wat albei minder as 5 dpm Olsenekstraheerbare fosfor bevat en proef 1 wat 'n gemiddeld van 11,8 dpm Olsenekstraheerbare fosfor in die bogrond bevat (Hoofstuk 3). Hierdie hoogs betekenisvolle toenames in fosforopname bestaan in al drie gevalle slegs tussen behandelings P_2 en P_0 (Tabel 12).

TABEL 11 - Gemiddelde P-opnames op pypstadium (kg P/ha)

Proef Nr.	Behandeling			Gem.	KBV	
	P ₀	P ₁	P ₂		P=0,05	P=0,01
1	7,64	10,48	19,02	12,38	6,48	9,03
2	15,27	23,84	20,64	19,92	8,24	n.b.
3	1,37	8,28	11,82	7,16	5,47	7,62
4	4,75	6,18	9,37	6,77	n.b.	n.b.
6	7,21	9,13	13,05	9,80	4,74	n.b.
7	7,47	5,81	7,80	7,03	n.b.	n.b.
9	3,67	4,01	4,74	4,14	n.b.	n.b.
10	2,79	3,30	4,69	3,59	1,35	n.b.
11	15,17	15,39	13,95	14,84	n.b.	n.b.
12	9,32	11,54	12,06	10,97	n.b.	n.b.
13	6,04	7,68	9,11	7,61	2,18	n.b.
14	23,14	18,03	18,37	19,85	n.b.	n.b.
15	4,08	2,76	4,15	3,66	n.b.	n.b.
16	6,58	8,29	12,18	9,02	5,15	n.b.
17	8,85	10,12	9,46	9,47	n.b.	n.b.
18	8,70	10,30	10,34	9,78	n.b.	n.b.
19	7,43	10,54	11,62	9,86	n.b.	n.b.
21	15,75	21,79	19,10	18,88	n.b.	n.b.
23	4,07	4,18	5,44	4,57	n.b.	n.b.
25	8,76	10,23	11,58	10,19	n.b.	n.b.
26	11,56	11,92	15,19	12,89	3,16	n.b.
27	5,68	8,15	19,01	7,30	n.b.	n.b.
28	3,83	7,79	8,03	6,55	2,97	4,14
29	6,64	8,01	9,15	7,93	n.b.	n.b.
30	10,80	9,97	10,96	10,58	n.b.	n.b.

TABEL 12 - Betekenisvolle verskille in P-opname tot op pypstadium

Proef Nr.	Betekenisvolle verskille	
	P=0,05	P=0,01
1	$P_2 > P_1 = P_0$	$P_2 > P_0$
2	$P_1 > P_0$	
3	$P_2 = P_1 > P_0$	$P_2 > P_0$
6	$P_2 > P_0$	
10	$P_2 > P_0$	
13	$P_2 > P_0$	
16	$P_2 > P_0$	
26	$P_2 > P_1 = P_0$	
28	$P_2 = P_1 > P_0$	$P_2 > P_0$

Daar was slegs 3 proewe, naamlik die twee op die gronde met uitsonderlik lae fosforinhoude (3 en 28) en proef 2, waar P_1 betekenisvol hoër fosforopnames as P_0 tot gevolg gehad het. Proewe 1 en 26 was die enigste waar P_2 betekenisvolle verhogings bo P_1 veroorsaak het. Albei hierdie proewe, veral proef 26, was nie op gronde met baie lae fosforinhoude nie.

Dit is opvallend dat geeneen van die hele aantal proewe op gronde met tussen 5 en 10 dpm Olsen-P betekenisvolle verskille in fosforopname tussen behandelings getoon het nie. Daar was egter weer 'n algemene neiging dat die meeste van die proewe wat reaksie getoon het, minder as 13 dpm Olsen-P bevat het, soos ook in die geval van fosforkonsentrasies in die plantmateriaal gevind is.

5.2.2.1 Verband tussen fosforopname deur plante en plant- massa op pypstadium

Korrelasies tussen plantmassas en fosforopname op pypstadium is vir elke fosforpeil vir elke proef afsonderlik en vir alle proewe gesamentlik bereken. Nieteenstaande die klein aantal waarnemings per proef was die korrelasies binne elke proef op enkele uitsonderings na statisties betekenisvol en in 'n hele aantal gevalle hoogs betekenisvol (Tabel 13).

Slegs proef 10 het met geeneen van die behandelings 'n statisties betekenisvolle korrelasie tussen fosforopname en plantmassa op pyp getoon nie.

Vir al die proewe gesamentlik is by al drie fosforpeile 'n statisties hoogs betekenisvolle ($P=0,01$) korrelasie tussen plantmassa en fosforopname op pyp gevind (Tabel 14).

TABEL 14 - Korrelasiekoëffisiënte tussen plantmassa en fosforopname op pypstadium

P - peil	r
P_0	0,7964**
P_1	0,8830**
P_2	0,8805**

** Betekenisvol by $P=0,01$

Uit die verkreë korrelasiekoëffisiënte is dit dus duidelik dat 63,4%, 78% en 77,6% van die variasie in fosforopname by P_0 , P_1 en P_2 onderskeidelik gekoppel kan word aan variasie in plantmassa op pypstadium. Voorgaande waardes vir die bemeste persele (P_1 en P_2) is dus feitlik identies en aansienlik hoër as vir die onbemeste (P_0) persele.

By die interpretasie van data soos hierdie moet in gedagte gehou word dat die twee veranderlikes wat hier bespreek word onderling afhanklik van mekaar is. Geeneen van

TABEL 13 - Korrelasies tussen plantmassa en fosforopname
op pypstadium vir elke fosforpeil

Proef Nr.	Behandeling		
	P ₀	P ₁	P ₂
1	*		*
2		**	**
3	*	**	**
4	**		**
6			**
7		*	**
9	**	*	*
10			
11		*	
12	**		
13	**	*	
14	**		**
15		*	**
16		*	
17	*	**	*
18	*		*
19	*	**	*
21		**	**
23			**
25	**	**	*
26	*		
27	**	*	**
28	**	*	*
29	*	*	**
30		*	**

* Betekenisvol by $P=0,05$

** Betekenisvol by $P=0,01$



135612

die twee kan dus sondermeer as die onafhanklike veranderlike aangedui word en die ander as die afhanklike veranderlike nie. Aan die eenkant is plantegroei, en dus die verkreeë plantmassa, gedeeltelik afhanklik van die hoeveelheid fosfor beskikbaar vir opname. Aan die anderkant is die plant se groei afhanklik van 'n hele reeks faktore. Al hierdie faktore saam bepaal die plantmassa wat verkry word. Onder gunstige toestande kan die plant dan ook beter voed op 'n sekere element (in dié geval fosfor). Die werklike hoeveelheid fosfor wat uiteindelik opgeneem word, sal dan hoofsaaklik 'n funksie wees van hoe goed die plant groei en hoe doeltreffend dit voed.

As 'n voorbeeld kan genoem word dat Laker (1967) bevind het dat sinkopname deur mielies baie toegeneem het waar groei van die mielies gestimuleer is deur fosfortoediening aan 'n fosforgebrekkige grond. Daar was dit 'n direkte geval dat plantegroei deur 'n ander faktor (fosfor) verbeter is en dat die verbeterde plantegroei verbeterde opname van 'n sekere element (sink) veroorsaak het. In genoemde eksperiment van Laker (1967) het verhoogde fosfortoedienings aan die uiters fosforgebrekkige grond egter fosforopname direk bevorder en daardeur verhoogde plantmassas tot gevolg gehad.

In die huidige studie kan aanvaar word dat fosforvoorsiening in verreweg die meeste gevalle waar fosfor toegedien is (die P_1 en P_2 -behandelings), voldoende was. Fosforopname, dit wil sê totale hoeveelheid fosfor in die plante, is dus eerder afhanklik van hoe goed die plante groei as wat die omgekeerde waar is. By die P_1 en P_2 -peile was sowat 78% van die variasie in hoeveelheid fosfor opgeneem dus afhanklik van variasie in plantmassa. Laasgenoemde is 'n funksie van 'n hele reeks faktore.

Volgens die grondontledings is daar 'n aantal proewe waar fosforvoorsiening in die grond onvoldoende is. By die P_0 -peil (waar geen fosfor toegedien is nie) is hierdie situasie geensins verbeter nie en sal fosforopname in dié gevalle ook tot 'n mate direk afhanklik wees van fosforvoorsiening uit

die grond. By P_0 kon dan ook slegs 63,4% van die variasie in fosforopname verklaar word aan die hand van variasie in plantegroei. Dit is heelwat swakker as in die geval van die P_1 - en P_2 -peile, soos aangetoon is. Op hierdie stadium kan daar verwys word na die feit dat bevind is dat 32,2% van die variasie in fosforopname verklaar kan word in terme van konsentrasie Olsen-P in die grond. (Laasgenoemde word in Hoofstuk 6 bespreek).

5.2.2.2 Verband tussen oesopbrengs en fosforopname tot op pypstadium

Korrelasies tussen oesmassa en fosforopname op pyp is vir elke proef afsonderlik en vir alle proewe gesamentlik bereken vir elke fosforpeil. Weens die klein aantal waarnemings per proef was die korrelasies binne elke proef, op enkele uitsonderings na, nie statisties betekenisvol nie, ten spyte daarvan dat redelike hoë korrelasiëkoëffisiënte feitlik deurgaans verkry is. Vir al die proewe gesamentlik is daar by elke P-peil 'n statisties hoogs betekenisvolle ($P=0,01$) korrelasie tussen oesopbrengste en fosforopname op pyp gevind (Tabel 15).

TABEL 15- Korrelasiëkoëffisiënte tussen oesopbrengste en fosforopname tot op pypstadium vir al die proewe gesamentlik

P-peil	r
P_0	0,4327**
P_1	0,4137**
P_2	0,3920**

** Betekenisvol by $P=0,01$

Hoewel hierdie korrelasies statisties hoogs betekenisvol is, is die korrelasiëkoëffisiënte egter so laag dat dit nie op 'n baie goeie ooreenkoms tussen graanopbrengste en

fosforopname deur plante op pypstadium dui nie. In werklikheid kan slegs 18,7%, 17,1% en 15,4% van die variasie in oesopbrengs by P_0 , P_1 en P_2 onderskeidelik gekoppel word aan variasie in fosforopname op pypstadium.

Aan die hand van die resultate van Metha, Puntamkar & Kalamkar (1963) dat fosforopname deur koring net tot op die blomstadium plaasvind en dat fosfor vir die saad daarna uit die vegetatiewe dele getrek word en nie uit die grond nie, sou 'n beter verband tussen fosforopname tot op die pypstadium en oesopbrengs verwag word. Die bevinding van werkers soos Tucker (volgens Hamman, 1971) en Spasojevic (volgens Hamman, 1971) dat die meeste fosforopname voor die pypstadium plaasvind versterk laasgenoemde argument verder. Die rede vir die relatief swak afhanklikheid van oesopbrengs van fosforopname tot op die pypstadium in die huidige studie moet gesoek word in die feit dat fosforvoorsiening goed genoeg was dat daar slegs in drie gevalle oesverhogings verkry is deur fosfortoedienings. As die gemiddelde fosforvoorsiening swakker was, kon 'n beter verband waarskynlik verkry word. Die absoluut lineêre (hoewel klein) dalings in die waarde van r^2 met verhoogde fosfortoediening is 'n verdere staving vir hierdie sienswyse.

Dit is in elk geval waar dat oesopbrengste effens beter korreleer met fosforopname tot op pypstadium as met plantmassas op pypstadium (Afdeling 4.2.3).

5.3 SAMEVATTING

Uit die resultate van fosforkonsentrasie in die plante en fosforopname deur plante op pypstadium is dit duidelik dat betekenisvolle toenames in fosforkonsentrasie of fosforopname hoofsaaklik voorgekom het op gronde wat relatief lae ontledingsyfers vir fosfor getoon het. Die grens tussen "lae" en "hoë" ontledingsyfers was in hierdie geval effens hoër as wat met groei- of opbrengsreaksies gevind is. In laasgenoemde gevalle (Hoofstuk 4) het die grens ooreengestem met die algemeen aanvaarde grens van 10 dpm (Bingham,

1962). Vir fosforkonsentrasie en fosforopname skyn dit asof die algemene grens vir Olsenekstraheerbare fosfor op 13 dpm gestel kan word. Daar het egter enkele uitsonderings voorgekom.

Daar was 'n goeie korrelasie tussen plantmassa op die pypstadium en fosforopname tot op die pypstadium. Hoewel die korrelasie tussen oesopbrengs en fosforopname tot op die pypstadium hoogs betekenisvol was, kon slegs 'n klein persentasie van die variasie in oesopbrengs verklaar word in terme van variasie in P-opname tot op die pypstadium.

HOOFSTUK 6

VERGELYKING VAN EKSTRAKSIEMETODES VIR EVALUERINGS VAN DIE BESKIKBARE FOSFORSTATUS VAN BOGRONDE

6.1 ALGEMEEN

Slegs die resultate van persele wat behandeling P_0 ontvang het, is ingesluit in die korrelasies van plantmassas, fosforopname en oesopbrengste met fosfor uit die grond geëkstraheer deur die verskillende metodes. Die resultate van die persele wat behandelings P_1 en P_2 ontvang het, kon nie gebruik word nie omdat hierdie persele fosforbemesting ontvang het nadat die grondmonsters geneem is vir ontleding. Die grondontledingsyfers gee 'n aanduiding van plantbeskikbare grond-P voor bemesting, terwyl die persele wat behandelings P_1 en P_2 ontvang het se resultate nie net afhanklik sou wees van die invloed van grond-P nie, maar ook van kunsmis-P. Daar is ook slegs gebruik gemaak van die ontledingsyfers van bogrondmonsters. Hierdie beginsels is van toepassing op alle korrelasies onder bespreking in hierdie hoofstuk.

Tamhane & Subbiah (1962) wys daarop dat in korrelasiestudies met grondontledingsyfers (op verskillende tye van die jaar geneem) en opbrengste gevind is dat die geskikste tyd vir grondmonsterneming, met die oog op korrelasies en bemestingsaanbevelings, net voor planttyd is vir fosfor en stikstof, maar vir kalium tydens die oes van die vorige gewas. In die huidige ondersoek is grondmonsters net voor planttyd geneem (Hoofstuk 2). Hierdie tyd van monsterneming kan dus beskou word as baie gunstig met die oog op korrelasiestudies met fosfor.

Die korrelasies met die verskillende ekstraksiemetodes is in alle gevalle vir elke proef afsonderlik en vir alle

proewe gesamentlik bereken.

6.2 VERBAND TUSSEN FOSFOR UIT DIE GROND GEËKSTRAHEER DEUR VERSKILLENDE METODEDES EN PLANTMASSAS OP PYP-STADIUM

Weens die klein aantal waarnemings per proef was die korrelasies binne elke proef, op enkele uitsonderings na, nie statisties betekenisvol nie, ten spyte daarvan dat redelike hoë korrelasiekoëffisiënte meesal verkry is. Statisties hoogs betekenisvolle korrelasies ($P=0,01$) tussen plantmassas op pyp en die CAL-, sitroensuur- en Olsenmetodes het vir proewe 4, 9 en 25 onderskeidelik voorgekom. Die korrelasiekoëffisiënt was negatief vir proef 25, met ander woorde plantmassas op pyp het afgeneem met 'n toename in Olsenekstraheerbare P. Vir proef 25 is statisties betekenisvolle ($P=0,05$) korrelasies tussen die Bray-, CAL- en harsmetodes en plantmassas op pyp gevind, terwyl die harsmetode ook vir proef 3 betekenisvol gekorreleer het met plantmassas op pyp.

Vir die proewe gesamentlik het elkeen van die vyf ekstraksiemetodes 'n statisties hoogs betekenisvolle ($P=0,01$) korrelasie met plantmassas op pypstadium getoon (Tabel 16).

TABEL 16 - Korrelasiekoëffisiënte vir die verband tussen plantmassas op pypstadium en P geëkstraheer uit bogronde

Metode	r
1% Sitroensuur	0,2966**
Bray Nr. 2	0,2933**
Olsen	0,3529**
CAL	0,2429**
Hars	0,2781**

** Betekenisvol by $P = 0,01$.

Uit Tabel 16 is dit duidelik dat hoewel die korrelasiekoëffisiënte redelik laag is, die Olsenekstraksiemetode verreweg die hoogste korrelasie met plantmassa op pypstadium gee terwyl die r-waarde van die CAL-metode aansienlik laer is as die ander vier metodes. Die verkreë resultate beteken dat 12,5% van die variasie in plantmassa op die pypstadium verklaar kan word in terme van variasie in Olsen-P. Vir die sitroensuur-, Bray-, hars- en CAL-metodes is die ooreenstemmende waardes 8,8%, 8,6%, 7,7% en 6,9% onderskeidelik. Die metode van Olsen is dus byna dubbel so goed as die CAL-metode in hierdie opsig. Hoewel al die korrelasies statisties hoogs betekenisvol is, is dit dus nie prakties van veel waarde nie. Steel & Torrie (1960) wys daarop dat korrelasies wat statisties hoogs betekenisvol is in werklikheid nutteloos kan wees as die werklike korrelasiekoëffisiënte maar laag is.

In hul potproefeksperiment het Du Plessis & Burger (1965) ook gevind dat al die ekstraksiemetodes wat deur hulle uitgetoets is statisties betekenisvol gekorreleer het met persentasie droëmateriaalopbrengs. Vir hul sanderige gronde het die hars- en die NaHCO_3 -metode (Olsenmetode) die beste korrelasies met persentasie droëmateriaalopbrengs gegee. In die huidige ondersoek het die harsmetode, wat in Du Plessis & Burger (1965) se studies die beste van al die metodes gevaar het, swak gevaar in vergelyking met Olsen se metode.

6.3 VERBAND TUSSEN FOSFOR UIT DIE GROND GEËKSTRAHEER DEUR VERSKILLENDE METODES EN FOSFOROPNAME TOT OP PYPSTADIUM

Op enkele uitsonderings na was die korrelasies binne elke proef afsonderlik weens die klein aantal waarnemings per proef nie statisties betekenisvol nie. In proef 7 het statisties betekenisvolle korrelasies tussen sitroensuur-, Bray- en Olsenekstraheerbare fosfor en fosforopname op pyp voorgekom. Die harsmetode het in proewe 3 en 19 statisties

betekenisvolle korrelasies met fosforopname getoon, terwyl die CAL-metode die enigste metode was wat in 'n enkele proef hoogs betekenisvol met fosforopname gekorreleer het, en wel in proef 4. Behalwe in proef 7 het die metode van Olsen ook statisties betekenisvol met fosforopname gekorreleer in proewe 16, 25 en 26. Hierdie drie korrelasiekoëffisiënte was egter negatief en in dié proewe het fosforopname dus betekenisvol afgeneem met toename in konsentrasie Olsenekstraheerbare P. In proef 25 was daar ook 'n betekenisvolle negatiewe verband tussen Olsen-P en plantmassa op pypstadium, soos reeds aangetoon.

Waar korrelasies vir die proewe gesamentlik bereken is, het statisties hoogs betekenisvolle korrelasies met fosforopname tot op die pypstadium vir elk van die vyf ekstraksie-metodes voorgekom (Tabel 17).

TABEL 17 - Korrelasiekoëffisiënte vir die verband tussen fosforopname tot op pypstadium en P geëkstraheer uit bogronde

Metode	r
1% Sitroensuur	0,5268**
Bray Nr. 2	0,5063**
Olsen	0,5675**
CAL	0,4629**
Hars	0,4492**

** Betekenisvol by $P=0,01$.

Uit Tabel 17 is dit duidelik dat hierdie korrelasiekoëffisiënte aansienlik hoër is as in die geval van plantmassas op pyp (Tabel 16). Drie van die r-waardes is groter as 0,5, dit wil sê hulle is in die gebied waar r^2 (die koëffisiënt van determinasie) baie vinniger toeneem met toename in r (Steel & Torrie, 1960).

Hoewel al vyf die ekstraksiemetodes statisties hoogs betekenisvol met fosforopname korreleer, is dit duidelik dat die r -waardes vir die CAL-en harsmetodes aansienlik swakker is as die ander drie metodes. Die ander korrelasiëkoëffisiënte is wel van dieselfde orde, maar dit is duidelik dat die Olsenmetode ook die beste voorspelling van fosforopname tot op pypstadium gee. Die korrelasiëkoëffisiënt vir laasgenoemde metode ($r=0,5675$) verklaar reeds 32,2% van die variasie in fosforopname tot op pyp. Terwyl die tweede beste metode (sitroensuur) 27,8% van variasie in fosforopname verklaar.

Die laagste korrelasiëkoëffisiënt dié vir die anioonuitruilharsmetode ($r=0,4492$), verklaar slegs 20% van die variasie in fosforopname tot op pypstadium. Dit is dus aansienlik swakker as die metode van Olsen. Ook in die studie van Blanchar & Caldwell (1964) het die harsmetode baie swakker met fosforopname gekorreleer as wat Olsen se metode met laasgenoemde gekorreleer het. In die potproewe van Du Plessis & Burger (1965) met sanderige gronde het die hars die beste met fosforopname gekorreleer ($r=0,8717$), met Olsen die tweede beste ($r=0,8044$). Met die uitsondering van NaOH het al die ander metodes in hul studie ook betekenisvol met fosforopname gekorreleer, maar in al dié gevalle was die korrelasiëkoëffisiënte in die orde van 0,5.

Die korrelasiëkoëffisiënte vir fosforopname teen ekstraksiemetodes wat in die huidige studie verkry is, is eintlik baie goed as die relatief groot aantal waarnemings (130 stelle, teenoor byvoorbeeld net 23 van Du Plessis & Burger, 1965) in ag geneem word. Boonop is die werk, soos reeds aangetoon, onder absoluut ongekontroleerde veldtoestande uitgevoer.

6.4 VERBAND TUSSEN FOSFOR UIT DIE GROND GEËKSTRAHEER DEUR VERSKILLENDE METODEDES EN OESOPBRENGSTE

Die korrelasies binne elke proef was weens die klein aantal waarnemings meesal nie statisties betekenisvol nie. Slegs vir drie proewe het statisties betekenisvolle ($P=0,05$) korrelasies tussen oesopbrengs en sommige van die metodes voorgekom. Die Olsenmetode het vir proef 16 betekenisvol gekorreleer met oesopbrengs, terwyl vir proewe 23 en 25 die sitroensuurmetode die enigste metode was wat betekenisvol gekorreleer het met oesopbrengs. Laasgenoemde twee korrelasiekoëffisiënte was egter negatief, dit wil sê die oesopbrengste het afgeneem met toename in die konsentrasie sitroensuurekstraheerbare P in die bogronde.

Waar korrelasies vir al die proewe gesamentlik bereken is, is vir elkeen van die ekstraksieprosedures 'n statisties betekenisvolle korrelasie met oesopbrengste gevind (Tabel 18).

TABEL 18 - Korrelasiekoëffisiënte vir die verband tussen oesopbrengs en P geëkstraheer uit bogronde

Metode	r
1% Sitroensuur	0,2601*
Bray Nr. 2	0,2973**
Olsen	0,4777**
CAL	0,2662*
Hars	0,2719**

* Betekenisvol by $P=0,05$

** Betekenisvol by $P=0,01$

Uit Tabel 18 is dit duidelik dat drie van die ekstraheermiddels naamlik die metodes van Bray en Olsen en dié anioonuitruilhars statisties hoogs betekenisvol ($P=0,01$) met oesopbrengs gekorreleer het, terwyl die r-waardes vir die ander metodes slegs by $P=0,05$ betekenisvol was. Hoewel

betekenisvol, is die korrelasiekoëffisiënte van die Bray-, hars-, CAL- en sitroensuurmetodes so laag dat dit van geen praktiese waarde is nie en verklaar dit onderskeidelik slegs 8,8%, 7,4%, 7,1% en 6,8% van die variasie wat in oesopbrengs gevind word.

Vir die metode van Olsen is die korrelasiekoëffisiënt (0,4777) baie na aan 0,5, vanwaar die voorspelbaarheids persentasie vinniger toeneem met toename in r (Steel & Torrie, 1960). Volgens die koëffisiënt van determinasie word 22,8% van die variasie in oesopbrengs verklaar deur variasie in die konsentrasie Olsenekstraheerbare P in die bogronde. Die metode van Olsen het dus ongeveer n driemaal beter voorspellingsvermoë van oesopbrengs as enige van die ander metodes wat in die ondersoek gebruik is. As die groot aantal ander faktore, wat elk n belangrike invloed op oesopbrengs het, in gedagte gehou word, is dit veelseggend dat byna 23% van die variasie in oesopbrengs wel aan n enkele ekstraksie-metode vir plantbeskikbare fosfor gekoppel kan word. Onder die ander faktore word veral gedink aan variasie in besmetting met koringluise en vrotpootjie (wat albei in die betrokke seisoen ernstige afmetings aangeneem het) tussen verskillende proewe, verskille in grondverdigting, ondoeltreffende besproeiing (veral proef 17) en n verskeidenheid ander faktore.

Wanneer n geskikte metode vir fosforaanbevelings gesoek word en korrelasie met oesopbrengs as kriterium gebruik word, is dit baie duidelik dat vir die gronde onder bespreking die natriumbikarbonaatmetode van Olsen verreweg die geskikste skyn te wees. Hoewel die ander korrelasies ook statisties betekenisvol is, is die voorspelbaarheid daarmee so klein dat dit nie van enige praktiese waarde is nie.

6.5 SAMEVATTING

Uit die korrelasies van die vyf ekstraksiemetodes vir fosfor met plantmassas op die pypstadium, fosforopname tot op pyp en oesopbrengste is dit duidelik dat die metode van Olsen onbetwisbaar die beste resultate gelever het. Hierdie metode was ook in die potproefwerk van Du Plessis & Burger (1965) een van die heel beste ontledingsmetodes vir sanderige gronde. Aan die anderkant het die anioonuitruilharsmetode, wat die heel beste resultate gelever het in die werk van Du Plessis & Burger (1965), in die huidige studie heeltemal uitgesak teenoor die metode van Olsen. Die hars was egter nog goed vergelykbaar met die ander drie metodes.

Die metode van Olsen was veral met betrekking tot oesopbrengste baie beter as die ander metodes. Oesopbrengste is in wese die primêre oogmerk waarin belang gestel word by enige kunsmisaanbeveling. Volgens Susuki, Lawton & Doll (1963) dui hul resultate daarop dat 'n metode wat die maklik-oplosbare fraksies van die Ca-P en Al-P ekstraheer, soos die swawelsuurmetode van Truog, die beste aanduiding gee van onmiddellik beskikbare fosfor vir opname oor 'n baie kort periode. Metodes soos dié van Bray en Olsen (veral laasgenoemde), wat hoofsaaklik die Al-P fraksie bepaal, sal 'n beter raming van die beskikbaarheid en opname van fosfor oor 'n langer periode gee (volgens Susuki et al., 1963). Die feit dat die metode van Olsen veral teen oestyd bo die ander uitgestyg het, mag baie moontlik verband hou met hierdie bevinding.

Nadat die praktiese sy van die huidige studie, en selfs die dataverwerking, voltooi was, is verneem (Van der Merwe, persoonlike mededeling) dat aanbeveel word dat die metode van Truog en die Bray Nr. 2 metode veral in toekomstige navorsing aandag moet geniet met die oog op die moontlike verkryging van 'n standaardmetode wat deurgaans in die Republiek van Suid-Afrika gebruik kan word. Dit is derhalwe ongeluk-

kig dat die metode van Truog nie in die huidige studie ingesluit is nie. Uit die resultate van werkers soos Tamhane & Subbiah (1962) is dit in elk geval hoogs twyfelagtig of dit op die tipes gronde wat in die huidige studie ondersoek is beter of vergelykbare resultate met die metode van Olsen sou lewer. In die werk van Du Plessis (1964) met sandgronde uit die gebied het die metode van Truog feitlik 100% met sitroensuur gekorreleer ($r=0,9956$). Dit is dus hoogs waarskynlik dat dit resultate vergelykbaar met dié van sitroensuur in die huidige studie sou kon lewer. Op die suurgronde van hoër reënvalgebiede sal die metode van Truog egter na verwagting beter resultate as dié van Olsen lewer, volgens die gegewens van Tamhane & Subbiah (1962). Dit is so dat verskeie navorsers soos Susuki et al. (1963) verkies dat verskillende gronde binne 'n spesifieke gebied op grond van pH en ander eienskappe gegroepeer word en dat verskillende ekstraksiemetodes vir elke groep gronde gebruik word.

Dit is aangetoon dat proef 25 vir plantmassa op pyp, fosforopname tot op pyp en vir oesopbrengste 'n betekenisvolle negatiewe korrelasie met een of ander ekstraksiemethode gelewer het. In die eerste twee gevalle was dit met Olsen se metode en vir oesopbrengs met sitroensuur. Hierdie was die proef wat met al die ontledingsmetodes verreweg die meeste ekstraheerbare fosfor in die bogrond getoon het. Uit die korrelasies is dit duidelik dat hierdie fosforkonsentrasies in die grond ongewens hoog was en dat verhoogde P-konsentrasies plantegroei benadeel het. Opbrengste het gevolglik afgeneem met toename in fosforinhoud in hierdie konsentrasiegebied. Dit is duidelik dat in die opbou van die fosforstatus van die gronde 'n sekere optimum bereik word waarbo verdere opbou nie alleen onekonomies nie, maar selfs nadelig sal wees. Die feit dat verhoogde fosfortoedienings nie die opbrengste onderdruk het in hierdie proef nie is egter skynbaar teenstrydig met die negatiewe korrelasies wat verkry is.

Ten slotte kan gestel word dat van die vyf ontledingsmetodes wat uitgetoets is, dié van Olsen ongetwyfeld die een is wat aanbeveel kan word vir roetine-analises van die gronde van die Vaalhartsbesproeiingskema.

PLANTVOEDINGSTOFINHOUD VAN PLANT-
TE OP PYPSTADIUM EN PLANTVOE-
DINGSTOWWE VERWYDER DEUR OES

7.1 ALGEMEEN

Die fosforinhoud van die plante op pypstadium is reeds volledig bespreek in Hoofstuk 5. Aangesien die veraste materiaal in elk geval beskikbaar was, is besluit om ook bepalinge daarop te doen van dié elemente waarmee in die jongste aantal jare aanduidings gevind is dat dit in die gebied probleme mag bied in plantvoeding. Laasgenoemde sluit in sink (Stanton, 1964) en kalium (Van der Merwe, Brits & De Wet, 1969). By 'n studie van kalium is dit altyd wenslik om ook aandag te skenk aan kalsium en magnesium. Die volledige resultate word nie verstrekk nie, maar slegs die gemiddelde waardes vir elke proef.

Tydens die dors van graan is 'n verteenwoordigende graanmonster vir elke perseel geneem. Aangesien daar nie groot verskille tussen persele met dieselfde behandeling verwag is nie, is slegs 'n samegestelde monster van elke behandeling vir elke proef ontleed. Soos dit uit die resultate (Afdeling 7.3.2.1) sal blyk, was daar ook weinig verskil tussen die fosforkonsentrasies van die verskillende behandelings. Die hoeveelhede K, Ca, Mg en Zn deur die graan verwyder, is ook bepaal.

7.2 METODEDES

7.2.1 Verassing

Die oplossing verkry deur die verassing van plantmateriaal op pypstadium (Afdeling 5.1) is gebruik vir die bepaling van die ander plantvoedingselemente.

Die droëverassingsmetode soos beskryf in Afdeling 5.1 is ook gebruik vir die verassing van die graan. Een

gram graan is per monster gebruik.

7.2.2 Bepaling van fosfor

Die geel metode soos beskryf in Afdeling 3.1.2.2 is ook gebruik vir die bepaling van fosfor in die graan. Van die verkreë filtraat is 'n 10 ml alikwot per monster gebruik.

7.2.3 Bepaling van K, Ca, Mg en Zn

Die verkreë oplossings (Afdeling 5.1 en Afdeling 7.2.1) is direk gebruik vir die bepaling van kalsium, magnesium en sink met 'n Techtron AA5 atoomabsorpsiespektrofotometer. Kalium is met 'n Zeiss PF5 vlamfotometer bepaal.

7.3 RESULTATE EN BESPREKING

7.3.1 Plantvoedingstofinhoud (P uitgesonderd) van plante op pypstadium

Die gemiddelde konsentrasies kalium, kalsium, magnesium en sink in die plante op pypstadium word in Tabel 19 aangetoon.

Uit die verkreë resultate is dit duidelik dat daar in sommige gevalle aansienlike verskille tussen proewe bestaan wat betref hul plantvoedingstofinhoud op pypstadium.

Met die uitsondering van 'n paar lae waardes kan al die proewe se kaliumwaardes ingedeel word in die mediumgebied van 2,3% tot 3,4% soos gestel deur Chapman (1967). Die kalsiumwaardes is, met die uitsonderings van proewe 4, 6, 7, 9 en 10 wat baie hoër is as die res, van min of meer dieselfde orde.

Daarenteen is die magnesiumwaardes baie meer konstant en groot wisselinge word nie aangetref nie. Die sinkinhoud van die plante toon groot verskille en veral die konsentrasies van proewe 15, 21, 12 en 13 was baie laer as die van die ander proewe.

TABEL 19 - Gemiddelde plantvoedingstofinhoud van plante op pypstadium vir elke proef.

Proef Nr.	Ca %	Mg %	K %	Zn dpm
1	0,20	0,18	2,82	22,4
2	0,20	0,12	2,60	18,9
3	0,29	0,14	2,71	25,6
4	0,53	0,19	2,82	19,9
6	0,48	0,18	3,16	29,8
7	0,49	0,14	2,57	23,2
9	0,51	0,16	3,29	27,9
10	0,52	0,13	2,60	25,5
11	0,18	0,19	3,25	18,4
12	0,12	0,16	2,28	7,7
13	0,15	0,21	2,06	8,9
14	0,21	0,23	3,08	23,1
15	0,09	0,14	1,99	4,0
16	0,15	0,14	2,72	11,3
17	0,12	0,13	2,44	10,1
18	0,10	0,17	2,77	9,9
19	0,11	0,16	2,32	10,6
21	0,08	0,19	2,88	6,7
23	0,11	0,23	2,58	11,6
25	0,14	0,22	2,92	16,5
26	0,16	0,21	3,21	12,0
27	-	-	-	-
28	0,08	0,19	2,40	13,2
29	0,14	0,14	2,59	14,5
30	0,17	0,14	2,74	11,4

Die groepering van die gronde in twee hoofgroepe volgens die KAV's van die kleifraksies is reeds in Hoofstuk 2 aangetoon. Die konsentrasies K, Ca en Zn in die plante op pypstadium het 'n insiggewende verwantskap getoon met die groepering van die gronde soos uitgekarteer in Aanhangsel 1 (Tabel 20).

TABEL 20 - Verwantskap tussen plantvoedingstofinhoud van plante op pypstadium en groepering van gronde volgens KAV's van die kleifraksie

Groep A				Groep B			
Proef Nr.	K	Ca	Zn	Proef Nr.	K	Ca	Zn
13	*	*	*	1	*	*	*
15	*	*	*	2	*	*	*
16	-	*	*	3	*	*	*
17	*	*	*	4	*	*	*
18	-	*	*	6	*	*	*
19	*	*	*	7	-	*	*
21	-	*	*	9	*	*	*
23	*	*	*	10	*	*	*
25	-	*	*	11	*	*	*
28	*	*	*	30	*	*	-
29	*	*	*				
14	-	-	-	12	-	-	-

Kriteria: K = 2,6%; groep A < 2,6%; groep B \geq 2,6%
 Ca = 0,15%; groep A \leq 0,15%; groep B > 0,15%
 Zn = 17 dpm; groep A < 17 dpm; groep B > 17 dpm

* : Voldoen aan vereistes

- : Voldoen nie aan vereistes

Uit Tabelle 19 en 20 is dit duidelik dat die kalium-, kalsium- en sinkkonsentrasies in die plante op die pypstadium die indeling van die gronde volgens die KAV van die kleifraksie van die bogrond bevestig het. Die klein aantal uitsonderings wat wel voorgekom het, is nie genoegsaam om die algemene patroon omver te werp nie. Dit is opvallend dat die KAV van die kleifraksie en die kalium-, kalsium- en sinkinhoud van die plante almal hoër was vir groep B as vir groep A. Uit die grondontledingsdata in Aanhangsel 3 is dit duidelik dat daar geen verskil is tussen die uitruilbare kalsium- en kaliuminhoud van gronde van groepe A en B nie. Laasgenoemde kan dus nie as 'n eenvoudige verklaring dien vir die verskille in plantvoedingstofopname tussen die twee groepe gronde nie.

Uit Tabel 20 is dit duidelik dat proewe 12 en 14 se plantvoedingstofkonsentrasies in geen geval die groepering volgens KAV's bevestig nie. Volgens die verkreeë waardes wil dit voorkom asof proewe 12 en 14 onderskeidelik in groepe A en B ingedeel behoort te word. Dit moet in gedagte gehou word dat proef 12 volgens Aanhangsel 1 op die grens tussen groepe A en B geleë is. Volgens persoonlike mededeling dien die eienaar waar proef 14 uitgevoer is hoë bemestingspeile toe en kan dit die rede wees waarom die waardes vir hierdie proef deurgaans te hoog is om aan die vereistes van groep A te voldoen. Enkele uitsonderings wat vir kalium in groep A voorkom, kan moontlik ook aan hoë kaliumbemesting toegeskryf word. In groep B is dit net die sinkkonsentrasie in die plante van proef 30 wat totaal afwyk. Hoewel proef 7 se kaliumkonsentrasie afwyk is dit op 2,57% baie na aan die vereiste van 2,60% wat as grens gestel is.

As gevolg van die verskille in kaliumkonsentrasies en die feit dat die magnesiuminhoud van die plante nie deur die groepering van die gronde beïnvloed is nie, is daar 'n duidelike verskil in die K:Mg verhouding in die plante tussen die twee groepe gronde (Tabel 21). Daar moet op gelet word dat die voedingstofkonsentrasies vir die berekening van hierdie verhou-

dings uitgedruk is in me/100g, om by die werk van Van der Merwe et al. (1969) aan te pas, en nie as persentasies nie. In die graan is dieselfde verskil in K:Mg verhouding tussen die twee groepe gronde gevind.

TABEL 21 - Verwantskap tussen K:Mg verhouding van plante op pypstadium en groepering van gronde (Aanhangsel 1)

Groep A		Groep B	
Proef Nr.	K:Mg	Proef Nr.	K:Mg
13	3,05	1	4,88 *
14	4,17	2	6,75
15	4,41	3	6,03
16	6,03 *	4	4,60 *
17	5,84 *	6	5,53
18	5,07	7	5,72
19	4,51	9	6,40
21	4,73	10	6,22
23	3,48	11	5,32
25	4,13	12	4,45 *
28	3,92	30	6,09
29	5,75 *		

Kriterium : $K:Mg = 5,2$; groep A $< 5,2$; groep B $> 5,2$
 * : Voldoen nie aan vereistes

By die vergelyking van K:Mg verhoudings in plantmonsters wat op verskillende plekke op Vaalharts versamel word, en veral by die korrelasie daarvan met grondontledings, sal dit dus essensieel wees om bogenoemde groepering van die gronde in gedagte te hou. Dieselfde sal geld vir Ca:Mg verhoudings in die plante. Hier word aandag gegee aan die K:Mg verhouding omdat verskille in hierdie verhouding tussen "gesonde" en "rooiodood" katoenplante 'n opvallende verskynsel op Vaalharts is (o.a. Van der Merwe et al., 1969).

Die feit dat hoër sinkkonsentrasies voorkom in die plante wat gekweek is op die gronde met vry kalk in die ondergrond (groep B) is onverwags aangesien daar in die literatuur baie aanduidings is dat vry kalk neig om sinktekorte in plante te induseer (o.a. Lingle & Holmberg, 1957). Bingham, Martin & Chastain (1958) het egter bevind dat geen sinktekorte gevind is op sommige gronde wat groot oormaat kalsium bevat het nie. Dit wil dus voorkom asof die moedermateriaal waaruit die gronde ontwikkel het in die huidige geval 'n groter rol mag speel as die vry kalkinhoud daarvan. Basies is die gronde van die gebied van eoliese oorsprong. Die vlakke gronde met kalk in ondergronde is egter geleë in die nabyheid van Ventersdorpplawa en bymenging vanuit laasgenoemde bron mag betekenisvol wees. Dit kan moontlik ook die hoër sinkopname van plante op dié gronde verklaar. Hierdie stelling sal eers deur verdere navorsing ondersoek moet word.

In albei die groepe (A en B) is die Manganoserie oorheersend en uit 'n plantvoedingsoogpunt blyk dit noodsaaklik te wees om 'n definitiewe onderskeid te tref tussen die Manganoserie met kalk in die ondergrond en dié daarsonder. Die skepping van 'n nuwe serie word nie as 'n noodsaaklikheid beskou nie aangesien die verskille wat aangetoon is, slegs vir dié gebied mag geld. Die Mangano-gronde van die studiegebied moet egter beslis in twee fases onderverdeel word, naamlik 'n kalkryke fase en 'n nie-kalkryke fase.

7.3.2 Verwydering van plantvoedingstowwe deur die oes

7.3.2.1 Fosfor

Die fosforkonsentrasies in oonddroë graan vir elke behandeling van elke proef word in Tabel 22 aangegee.

Uit die verkreë resultate (Tabel 22) is dit duidelik dat daar meesal nie noemenswaardige verskille was tussen die fosforkonsentrasies van die verskillende behandelings nie. Slegs die waardes van die verskillende proewe was oor die algemeen van dieselfde orde. Slegs proewe 16, 23, 26, 28 en 30 het opvallende toenames in fosforkonsentrasie van

TABEL 22 - Fosforkonsentrasies in oonddroë graan vir elke behandeling (%P)

Proef Nr.	Behandeling		
	P ₀	P ₁	P ₂
6	0,313	0,320	0,323
9	0,325	0,294	0,313
11	0,430	0,346	0,351
12	0,359	0,367	0,370
13	0,326	0,338	0,335
15	0,319	0,356	0,354
16	0,269	0,333	0,344
17	0,335	0,344	0,358
18	0,275	0,289	0,294
19	0,315	0,299	0,283
21	0,314	0,332	0,323
22	0,326	0,286	0,309
23	0,313	0,315	0,352
25	0,333	0,323	0,339
26	0,363	0,397	0,415
27	0,364	0,343	0,330
28	0,211	0,275	0,250
30	0,239	0,323	0,303

Gemiddeld: 0,325%P

die graan getoon met toenemende fosforbemesting. Vir proef 16 was die P-konsentrasie vir behandeling P₀ heelwat laer as vir P₁ en P₂, terwyl die persentasie P vir behandeling P₂ aansienlik hoër was as behandelings P₀ en P₁ in die geval van proef 23. 'n Geleidelike styging in fosforkonsentrasie met toename in fosforinhoud het voorgekom vir proef 26. Slegs behandeling P₀ se P-konsentrasie was laer as behandelings P₁ en P₂ vir proewe 28 en 30. Vir die fosforkonsentrasies van

plante op pypstadium is vir proewe 16, 26 en 28 ook betekenisvolle toenames met toename in fosforinhoud aangetoon. Van hierdie gronde bevat proewe 28 en 30 minder as 10 dpm Olsenekstraheerbare P terwyl proewe 16, 23 en 26 meer as 13 dpm Olsenekstraheerbare P in die bogrond bevat.

Peterson (1965) het aangetoon dat 'n groot aantal waarnemings 'n gemiddelde waarde van 0,38% P in droë koringgraan getoon het. Hamman (1971) gee ook die volgende gemiddelde waardes wat aangepas is uit verskillende bronne; 0,37%, 0,28%, 0,50% en 0,38%. Lipsett (1964) kom tot die gevolgtrekking dat voldoende fosfor tydens planttyd die konsentrasie P in Australiese koring laat styg het tot 0,4%. Onder tekorttoestande het die konsentrasies in die graan van alle kultivars laer as 0,25% P gedaal, wat 'n tipiese waarde is vir graan uit Suid-Australië.

In die huidige ondersoek was slegs die waardes vir behandeling P_0 van proewe 28 en 30 laer as 0,25% P in die oonddroë graan. Die bogronde van beide hierdie proewe het minder as 10 dpm Olsen-P bevat. Dit wil dus voorkom dat 'n waarde van 0,25% en minder P in graan 'n aanduiding kan wees van gronde met 'n baie lae fosforstatus en waar reaksie met fosfortoedienings verwag kan word. Beeson (volgens Bingham, 1966) het 0,15%, 0,40% en 0,54% as laag, medium en hoog gestel vir persentasie P in die graan van koring.

Die gemiddelde hoeveelheid fosfor verwyder deur die oes vir elke behandeling van die 18 proewe word in Tabel 23 aangetoon.

Tabel 23 toon aan dat daar byna deurgaans min verskil was tussen behandelings van dieselfde proef met betrekking tot hoeveelheid fosfor verwyder deur die oes. In enkele gevalle het een behandeling heelwat meer of minder fosfor verwyder as die ander twee behandelings. Die persele met behandeling P_2 het vir proewe 9, 22 en 26 gemiddeld sowat

TABEL 23 - Fosfor verwyder deur oes (kilogram per hektaar)

Proef Nr.	Behandeling		
	P ₀	P ₁	P ₂
6	13,49	14,55	14,79
9	11,51	11,46	14,01
11	15,51	11,38	11,73
12	12,56	14,24	12,15
13	13,27	14,83	15,12
15	7,13	9,21	9,93
16	11,50	13,31	15,68
17	9,33	8,44	10,13
18	10,25	11,64	12,03
19	12,25	12,07	11,79
21	18,28	19,13	19,12
22	9,83	9,53	11,72
23	10,68	11,39	12,88
25	13,23	14,53	14,94
26	17,22	17,78	19,50
27	11,21	11,03	10,87
28	5,76	9,76	9,54
30	5,77	8,94	8,59

2 kg/ha meer P verwyder as die ander behandelings. Vir proewe 15, 28 en 30 het die P₀-behandeling heelwat minder P verwyder as behandelings P₁ en P₂. Hierdie drie proewe het minder as 10 dpm Olsenekstraheerbare P in die bogronde bevat. Proef 16 het 'n lineêre toename in hoeveelheid P verwyder deur graan getoon met toename in P-bemesting.

Die werklike hoeveelhede P verwyder deur die oes het gewissel van 5,76 kg/ha tot 19,50 kg/ha. Laasgenoemde is 3,39 keer groter as eersgenoemde. Die hoeveelhede fosfor verwyder, staan gelyk aan 69,3 kg superfosfaat vir die laagste

waarde en 234,9 kg superfosfaat per hektaar vir die hoogste waarde. Bogenoemde is aanduidings van die hoeveelhede fosfor wat per oes deur die koring totaal vanaf die grond verwyder word. Dit is dus die eerste basiese hoeveelheid fosfor wat aangevul moet word om te verhoed dat die toeganklike fosforstatus van die grond daal. Dit is die hoeveelheid fosfor wat as „onderhoudsbemesting“ bestempel kan word. Die hoeveelheid fosfor benodig as onderhoudsbemesting wissel dus geweldig, afhangende van die grootte van die oes en die fosforkonsentrasie in die graan. Die variasie is so groot dat geen algemene stelling of aanbeveling gemaak kan word in die verband nie. As beste benadering kan wel gesê word dat die graan gemiddeld 3,25 kg P per 1000 kg oonddroë graan verwyder en dat ongeveer hierdie hoeveelheid fosfor agterna aangevul moet word vir elke 1000 kg oonddroë graan wat verwyder word. Geen strooi word verwyder nie en dit sal dus geen rol speel by die berekening van onderhoudsbemesting nie.

7.3.2.2 Kalium, kalsium, magnesium en sink

Die konsentrasies kalium, kalsium, magnesium en sink in die graan word in Tabel 24 aangetoon. Uit die resultate is dit duidelik dat daar vir alle praktiese doeleindes geen verskille voorkom tussen die Ca- en Mg- konsentrasies in die graan van die verskillende proewe nie.

Die kaliumkonsentrasies in die graan het weer eens die groepering soos uitgekarteer in Aanhangel 1 bevestig. Hoewel 'n aansienlike aantal proewe van veral groep B nie gesoes kon word nie, het die res baie goed ingepas in die patroon (Tabel 25). Selfs proewe 12, 16, 18 en 25, waarvan die kaliumkonsentrasies op die pypstadium nie in die algemene patroon ingepas het nie, het in hierdie geval ingepas. Met 0,2% as grens tussengroepe A en B het slegs proewe 21 en 22 van groep A nie aan die vereistes voldoen nie. Die moontlikheid bestaan wel dat hierdie effek as gevolg van bemesting met kalium kon ontstaan.

TABEL 24 - Konsentrasies kalium, kalsium, magnesium en sink in graan

Proef Nr.	K %	Ca %	Mg %	Zn dpm
6	0,22	0,05	0,17	15,9
9	0,25	0,05	0,15	20,5
11	0,25	0,07	0,17	12,3
12	0,27	0,06	0,17	13,3
13	0,13	0,05	0,15	12,0
15	0,23	0,05	0,17	13,9
16	0,18	0,06	0,16	14,7
17	0,17	0,06	0,17	23,2
18	0,14	0,05	0,16	15,0
19	0,15	0,05	0,15	15,3
21	0,22	0,06	0,16	15,5
22	0,25	0,05	0,15	17,2
23	0,18	0,05	0,16	11,0
25	0,16	0,05	0,16	12,0
26	0,18	0,05	0,16	15,3
27	0,17	0,05	0,16	23,4
28	0,19	0,05	0,17	19,7
30	0,20	0,07	0,18	12,3

TABEL 25 - Verwantskap tussen kaliumkonsentrasies van graan en groepering van gronde volgens die KAV's van die kleifraksie

Groep A		Groep B	
Proef Nr.	K	Proef Nr.	K
13	*	1	0
14	0	2	0
15	*	3	0
16	*	4	0
17	*	6	*
18	*	7	0
19	*	9	*
21	-	10	0
22	-	11	*
23	*	12	*
25	*	30	*
28	*		
29	0		

Kriteria : $K = 0,2\%$; groep A $\leq 0,2\%$ groep B $\geq 0,2\%$

- * : Voldoen aan vereistes
- : Voldoen nie aan vereistes
- 0 : Nie geoes nie

Hoewel die sinkkonsentrasies wisselinge tussen proewe toon, was die verskille kleiner as op die pypstadium en het dit, anders as op die pypstadium, glad nie die groepering van gronde volgens KAV van die kleifraksie onderskryf nie. Die gemiddelde konsentrasies het gewissel tussen 11 en 24 dpm Zn.

Die hoeveelhede kalium, kalsium, magnesium en sink wat deur die graan verwyder is, word in Tabel 26 aangetoon.

Die berekenings is gedoen om 'n aanduiding te kry van die hoeveelhede wat geheel en al verlore gaan uit die grond. Soos vroeër aangetoon, word die strooi nie verwyder nie en speel dus nie 'n rol in die verband nie.

TABEL 26 - Gemiddelde hoeveelhede K, Ca, Mg en Zn verwyder deur graan

Proef Nr.	K kg/ha	Ca kg/ha	Mg kg/ha	Zn g/ha
6	9,25	2,22	7,40	70,0
9	9,12	1,91	6,11	80,3
11	8,29	2,57	5,87	40,5
12	9,54	2,00	6,05	47,0
13	5,53	1,93	6,67	51,3
15	3,91	1,12	4,33	35,3
16	7,61	2,40	6,90	62,7
17	4,41	1,57	4,57	62,0
18	5,58	1,90	6,30	58,7
19	5,92	1,94	6,03	61,7
21	12,77	3,49	9,49	90,3
22	8,64	1,96	5,26	55,0
23	5,14	1,71	5,54	39,0
25	6,67	2,09	7,05	51,0
26	8,40	2,56	7,41	71,0
27	5,59	1,66	5,26	74,7
28	6,48	1,68	5,77	65,7
30	5,23	1,75	4,76	32,7

Uit Tabel 26 is dit duidelik dat die hoeveelheid kalium deur die graan verwyder slegs in geval van proef 21, wat die hoogste opbrengs gegee het, meer as 10 kg/ha was. Al die ander proewe het tussen 3 en 10 kg K/ha verwyder. Dit is heelwat minder as die hoeveelhede fosfor wat deur die graan verwyder is. Proef 21 het byvoorbeeld gemiddeld 18,8

kg P/ha verwyder (Tabel 23), teenoor 12,8 kg K. Min wisseling het voorgekom in die hoeveelhede kalsium verwyder deur graan. Slegs proef 21 het meer as 3 kg Ca/ha verwyder, terwyl in die ander proewe meesal minder as 2,5 kg Ca/ha verwyder is. Dieselfde patroon is deur magnesium gevolg. Weer eens het proef 21 die meeste verwyder naamlik 'n gemiddeld van 9,5 kg/ha. Die res van die proewe het tussen 4 en 8 kg Mg/ha verwyder. Die graan het dus heelwat meer magnesium as kalsium verwyder. In werklikheid was die hoeveelhede magnesium wat verwyder is feitlik van dieselfde orde as die hoeveelhede kalium wat in die graan verwyder is.

Die sinkwaardes het heelwat wisseling getoon. Die meeste sink is deur proef 21 (90,3 g/ha) verwyder, terwyl proef 9 sowat 80 g Zn/ha verwyder het. In die res van die proewe is tussen 32 en 75 gram sink per hektaar deur die graan verwyder.

Die resultate toon aan dat, op 'n paar uitsonderings na, die hoeveelhede plantvoedingstowwe verwyder deur graan van dieselfde orde was in die verskillende proewe. Hoë opbrengste verwyder groter hoeveelhede en om dit te handhaaf, sal voorsiening gemaak moet word in die bemestingsprogram.

7.4 SAMEVATTING

Aansienlike verskille tussen verskillende proewe ten opsigte van die konsentrasies kalium, kalsium en sink in die plante is op die pypstadium gevind. Vir elk van genoemde elemente kon die gronde egter in twee duidelike groepe onderskei word wat ooreenstem met die groepering volgens die KAV van die kleifraksie van die bogronde. Die feit dat die groepering vir kalium en kalsium nie gemaak kan word op grond van uitruilbare kalium en kalsium in die gronde nie, open 'n interessante veld ten opsigte van basiese navorsing oor die meganismes van voedingstofvoorsiening van plante uit hierdie gronde.

Eerstens word 'n intensiewe mineralogiese studie as ver-eiste beskou ten einde basiese verskille ten opsigte van ge-nese en bronne van voedingstofvoorsiening in die gronde te bepaal. Tweedens word 'n studie van kwantiteits-intensiteits-verhoudings, as aanvulling tot blote uitruilbare kationbe-palings, as essensieel beskou met die oog op die verskille in kaliumopname wat (anders as vir sink en kalsium) tot in die finale graanoes voorgekom het. Parameters soos FBC^K (Beckett, 1964) en EK^O (Laker, 1970) behoort veral aandag te geniet. Met die oog op die konstantheid van die magnesiuminhoud van die plante, soos ook deur Bennie (1972) bevind, moet dit egter oorweeg word om magnesium (en nie kalsium nie) as verwysings-kation te gebruik waarteen kalium vergelyk word vir hierdie gronde. Beide in die huidige studie en in die werk van Ben-nie (1972) het kalsium baie soos kalium gevarieer in die plante.

Voorgaande benadering lei veral tot twee oogmerke: Eer-stens kan dit help om die abnormaliteite in die kaliumvoeding van gewasse op Vaalharts op te klaar. Tweedens kan dit mee-help tot 'n sinvolle uitbouing van die Nasionale Grondklassifi-kasiesistelsel in die sin dat dit 'n beter korrelasie tussen grondsoort en plantvoeding vir die gronde onder bespreking in die hand kan werk.

Die bevindinge van die huidige studie impliseer dat eni-ge effek wat met kaliumstudies verkry is op 'n grond verteen-woordigend van groep A nie sondermeer oorgedra kan word op gronde van groep B nie, en omgekeerd. Dieselfde sal ook grootliks vir kalsium en sink geld.

Ten opsigte van hoeveelhede plantvoedingstowwe deur die graan verwyder, is dit waar dat die hoeveelhede wat selfs deur die hoogste oeste verwyder is nie besonder hoog is nie. Dit is ook interessant om daarop te let dat die P:K verhouding in die graan feitlik deurgaans tussen 1,5:1 en 2:1 gelê het. By die beplanning van 'n kunsmismengsel met die oog op blote onderhoudsbemesting is dit 'n wesentlike verhouding om in gedagte te hou.

Die feit dat daar nie in die huidige werk betreffende voedingselemente anders as fosfor gebruik gemaak is van geweegde gemiddeldes nie, word geregverdig deur Snedecor (1956) en Steel & Torrie (1960) se stellings dat daar nie veel verskil is tussen geweegde en ongeweegde gemiddeldes wanneer die monsters ongeveer ewe groot is nie. Met fosfor, plantmassas en oesmassas is aangetoon dat daar meesal nie eens betekenisvolle verskille tussen die monsters was nie. Geen betekenisvolle verskille tussen geweegde en ongeweegde gemiddeldes word dus verwag nie. Dit was boonop nie die hoofstudie nie en geen statistiese verwerkinge is met die data deurgevoer nie.

Ten slotte kan daarop gewys word dat, hoewel die resultate van hierdie hoofstuk moontlik nie as integrale deel van die primêre studie in die huidige ondersoek beskou kan word nie, dit baie nou daarby aansluit en as van genoegsame basiese belang beskou word om die insluiting daarvan te geregverdig.

A L G E M E N E B E S P R E K I N G

Die kenmerk van die gepubliseerde data in verband met korrelasiestudies met verskillende fosforekstraheermiddels, is die uiteenlopende resultate wat gevind word. Dit kan toegeskryf word daaraan dat verskillende ekstraheermiddels verskillende groepe fosforverbindings uit gronde ekstraheer (Russell, 1961) en dat die oorheersende fosforverbindings wat bydra tot die plantbeskikbare fraksie varieer van grondsoort tot grondsoort.

In die huidige ondersoek is daar hoofsaaklik op dieselfde grondsoort geëksperimenteer. Dit was nie doelbewus so beplan nie, maar in Hoofstuk 2 is aangetoon dat 22 van die gronde tot die Huttonvorm behoort het, terwyl die Manganoserie daarin absoluut oorheersend was. Aangesien gronde van die Hutton- en Clovellyvorms die kern uitmaak van die nabygeleë voorgestelde besproeiingskema van die Sentrale Oranjeriviergebied, mag die verkreë resultate ook beskou word as aanduidings van effekte wat aldaar verwag kan word.

Volgens Miller (1960) het verskeie navorsers gevind dat die verskillende chemiese ekstraksiemetodes om plantbeskikbare fosfor te bepaal gewoonlik verskillende hoeveelhede fosfor uit dieselfde grond ekstraheer. Bogenoemde is ook deur die huidige resultate (Hoofstuk 3) bevestig. Indien die fosfor geëkstraheer met 'n sekere metode 'n goeie verwantskap toon met fosforopname, of veral oesreaksie, is die werklike hoeveelheid wat geëkstraheer word egter nie van belang nie.

Die vergelyking van die hoeveelheid fosfor deur elke metode geëkstraheer uit die gronde, met die mees algemeen aanvaarde grense (laag, medium en hoog) daarvoor, het getoon dat die fosforstatus van 64% van die bewerkte bogronde vol-

doende opgebou is. Volgens die kriteria was die res nog onbevredigend laag en behoort verder opgebou te word. Die ondergronde het in alle gevalle baie min of geen toeganklike fosfor bevat nie en was dit duidelik dat daar geen fosforbeweging deur logging plaasvind nie. Die resultate dui ook daarop dat die Al- en Fe-P fraksies dominant is in die gronde van die Vaalhartsbesproeiingskema.

Deur die resultate verkry uit 255 waarnemings vanaf 17 verskillende gronde gesamentlik te gebruik vir die bepaling van die verwantskap tussen opbrengs van lusern en konsentrasie fosfor deur die verskillende metodes uit die grond geëkstraheer, het Miller (1960) bevind dat die korrelasiekoëffisiënte gewissel het vanaf 0,318 vir die Bray en Kurtz Nr. 1 metode tot 0,461 vir die metode van Truog. Die situasie is heelwat verbeter deur die korrelasiekoëffisiënte vir 'n spesifieke grond te bepaal. Die r-waardes het hierna gewissel tussen 0,585 en 0,602, wat beteken dat vir 'n spesifieke grond die variasie in ekstraheerbare fosfor verantwoordelik was vir 34% tot 36% van die variasie in opbrengs. Voorts wys Miller (1960) daarop dat data van verskeie navorsers die belangrikheid van die kombinasie van grondserieklasifikasie en grondontledings aantoon vir meer realistiese bemestingsaanbevelings.

Uit die resultate van Möhr (1971) blyk dit dat fosforontledingsyfers opsigself nie 'n betroubare maatstaf vir fosforbemestingsaanbevelings is nie. Dit is insiggewend om daarop te let dat waar die data op 'n grondseriebasis gegroep was Möhr (1970) met mielies wel hoogs betekenisvolle korrelasies ten opsigte van P-ontleding en P-peil verkry het.

Een van die belangrikste doelstellings van die huidige ondersoek was om die mees geskikte ekstraksieprosedure vir die bepaling van plantbeskikbare fosfor vir die gronde van die Vaalhartsbesproeiingskema te vind. Al vyf die metodes het betekenisvol gekorreleer met plantmassas op die pypsta-

dium, fosforopname tot op pyp en oesopbrengste. Vir plantmassas op pypstadium het die korrelasiekoëffisiënte gewissel tussen 0,35 en 0,24 onderskeidelik vir die Olsen- en CAL-metodes. Hoewel die Olsenmetode in hierdie opsig byna dubbel so goed was as die CAL-metode, is die korrelasies vanweë hul lae voorspelbaarheid nie van veel waarde nie. Met fosforopname het die korrelasiekoëffisiënte gewissel tussen 0,57 en 0,45 onderskeidelik vir die Olsen- en harsmetodes. Hoewel die proewe onder ongekontroleerde toestande uitgevoer is, vergelyk dit baie goed met waardes wat verkry is deur Miller (1960) en Du Plessis & Burger (1965) in hul onderskeie studies.

Die metode van Olsen het veral met oesopbrengs uitgetroon bo die ander vier metodes en het dit 22,8% van die variasie in oesopbrengs verklaar deur variasie in die konsentrasie Olsenekstraheerbare P in die bogronde. Hoewel die korrelasies met die ander metodes ook statisties betekenisvol was, is die voorspelbaarheid daarmee so klein dat dit nie van enige praktiese waarde is nie. Ten spyte van 'n klein aantal monsters (25) kon Colwell (1963) met geeneen van die ekstraksie prosedures wat deur hom gebruik is statisties betekenisvolle korrelasies vind nie.

'n Populêre metode om die variasie as gevolg van verskille in opbrengsvlakke wat geassosieer word met omgewings-toestande te verminder, is die uitdrukking van opbrengs of verhoging van opbrengs as 'n persentasie van maksimum opbrengs. In die huidige ondersoek is dit nie gedoen nie, maar data van Colwell (1963) het in elk geval aangetoon dat beter korrelasies verkry is met opbrengs as met persentasie opbrengs. In sy resultate het die metode van Olsen ook die beste aanduiding van verwagte verhoging in opbrengs gegee.

Vir die Olsenmetode het dit geblyk dat die mees algemeen aanvaarde grense vir laag, medium en hoog, soos opgesom deur Bingham (1962) (Hoofstuk 3), ook vir koring op die gronde

onder bespreking aanvaarbaar is. Weer eens moet dit beklemtoon word dat die grense by 'n spesifieke numeriese waarde getrek word terwille van ordelikheid, maar dat dit eerder beskou word dat daar 'n diffuse oorgang tussen die drie kategorieë bestaan. Hierdie grense is in die huidige studie net vir koring bevestig en mag in sommige gevalle aansienlik verskil vir ander gewasse. Indien dié metode voortaan vir aanbevelings in die O.V.S.-streek gebruik sal word, sou dit wenslik wees om die grense ook vir die ander belangrike gewasse wat verbou word, te kalibreer.

Die interpretasie van grense vir 'n metode mag ook tussen gebiede verskil. So word in die Swartland nie dieselfde reaksie gevind by 'n gegewe ontledingsyfer met 'n sekere toediening van P as in die Ruêns nie (Volschenk, persoonlike mededeling). Die optimum fosfortoediening aan graan varieer soos aangetoon in Tabel 27.

TABEL 27 - Optimum fosfortoediening aan graan by 'n gegewe ontledingsyfer

Ontledingsyfer sitroensuur-P	Optimum P-toediening (kg/ha)	
	Swartland	Ruêns
Laag	18,6(35)*	21,1(40)
Medium	13,3(25)	18,6(35)
Hoog	10,6(20)	15,9(30)

* Optimum fosfortoediening in lb/morg

Dit is duidelik dat die optimum P-toediening vinniger afneem met 'n hoër ontledingsyfer in die Swartland terwyl dit in die Ruêns stadiger afneem. Verdere navorsing om die optimum toedienings vir sekere ontledingsyfers van die metode van Olsen vir die gronde van die Vaalhartsbesproeiingskema te vind kan as 'n noodsaaklike opvolging van dié huidige

studie beskou word. Laasgenoemde kan ook uitgebrei word vir al die vernaamste gewasse wat op hierdie besproeiingskema verbou word. Selfs vir gewasse wat moontlik op die gronde van die Sentrale Oranjeriviergebied verbou gaan word, kan hierdie inligting reeds ingesamel word en sodoende die bemestingsaanbevelings uit die staanspoor op 'n gesonde wetenskaplike basis plaas.

Colwell & Donnelly (1971) beklemtoon die noodsaaklikheid van verdeling van streke in gebiede met relatief uniforme gronde en die ontwikkeling van grondontledingsmetodes vir elk van hierdie gebiede. Daardeur kan die noodsaaklikheid om voorsiening te maak vir die variasie in grondsamesstelling vir grondontledings uitgeskakel word. Hulle het dit onmoontlik gevind om slegs 'n enkele P-toets te kalibreer vir die wye reeks gronde wat ondersoek is. Colwell & Donnelly (1971) stel verder voor dat die mees praktiese groepering sou wees op grond van morfologiese faktore wat maklik in die veld geïdentifiseer kan word. Voorts kan die verwantskap tussen grondsamesstelling en grondmorfologie bestuurde word, met die doel om die variasie in faktore wat P-ekstraksieprosedure beïnvloed, te verminder. Die ideale toestand sou dus wees om vir elke grondserie grondontledingsmetodes te kalibreer vir elke gewas wat agromies van belang is in 'n streek.

In die huidige studie sou beter korrelasies hoogs waarskynlik verkry word as die gronde van die Shortlandsvorm uitgeskakel sou word en as bekende abnormaliteite, soos die droogte-effek in proef 17, uit die korrelasies uitgelaat sou word. Dit is egter doelbewus nie gedoen nie ten einde eers 'n algemene aanduiding te kry van die tipe korrelasies wat onder gewone algemene veldtoestande verkry kan word vir 'n relatief homogeen gebied soos die Vaalhartsbesproeiingskema. Indien 'n goeie korrelasie op die manier verkry kon word, sou dit bemestingsaanbevelings baie vereenvoudig vir die betrokke

gebied. Laasgenoemde is wel grootliks bereik vir Olsen se metode.

Dit word in elk geval nie as wenslik beskou om by voorbaat 'n willekeurige groepering van data te maak met die oog op statistiese ontleding daarvan nie. Die goeie patrone wat egter in die huidige studie verkry is, kan nou opgevolg word deur intelligente, maar onbevooroordeelde, groepering van data op grond van gesonde wetenskaplike beginsels ten einde die korrelasies te probeer verbeter.

In Hoofstuk 7 sal opgelet word dat geen aandag aan stikstof gegee is by die ontleding van die plante nie. Die rede hiervoor is dat intensiewe studies oor optimum stikstofpeile vir verskillende koringkultivars intensief bestudeer is op Vaalharts (Ongepubliseerde data, Vaalhartsnavorsingstasie) en nog bestudeer word.

Uit die verkreë resultate kan die volgende gevolgtrekkings en aanbevelings gemaak word:

1. Hoewel dit in die meeste gevalle hoog is, wissel die fosforstatus van die gronde van Vaalharts soveel van plek tot plek dat geen algemene standaardaanbeveling vir die hele gebied gemaak kan word nie. Die korrekte fosforaanbeveling kan slegs gemaak word nadat 'n grondontleding gedoen is om die fosforstatus van die grond te bepaal.

2. Op die meeste plekke is die fosforstatus van die gronde reeds voldoende opgebou en word koringopbrengste nie verhoog deur fosfortoedienings nie. Slegs drie van die proewe wat geoes is, het statisties betekenisvolle oesverhogings met toename in P-bemesting vertoon (Hoofstuk 4). Op plekke waar geen oesverhogings meer voorkom nie, word aanbeveel dat 'n ligte fosfortoediening jaarliks gemaak word om die fosfor wat deur die oes verwyder word, te vervang. Dit sal verhoed dat die fosforstatus van die gronde weer daal.

Daar is in die huidige studie aangetoon dat redelik min fosfor jaarliks deur die oes verwyder word. Boonop is selfs

op die nuwegrond gevind dat 'n toediening van slegs 250 kg superfosfaat per hektaar voldoende was vir optimum plantegroei op die pypstadium. Die onderdrukkende effekte van abnormaal hoë fosforkonsentrasies in die grond, soos in proef 25 gevind, moet as tydige waarskuwing dien teen onoordeelkundige bemestingspraktyke.

3. Die fosforstatus in alle grondlae onderkant die ploeglaag van die bewerkte gronde is geensins verhoog nie. Die ondergronde bevat dus nog steeds prakties geen toeganklike fosfor nie. Die beste oesresultate is verkry in proef 21, wat die enigste grond was wat aansienlike hoeveelhede Olsen-ekstraheerbare fosfor in die ondergrond bevat het. Die ondersoek na diep plasing van fosfor blyk 'n dringende noodsaaklikheid op Vaalharts te wees.

4. Op grond van die KAV's van die kleifraktsies kan die gronde van die Vaalhartsbesproeiingskema in twee hoofgroepe verdeel word (Aanhangsel 1), wat 'n besliste invloed het op die plantvoedingstofopname uit die gronde deur koring. Hierdie is nog 'n aspek wat verdere ondersoek regverdig.

5. 'n Hoë fosforpeil alleen is nie voldoende om 'n groot oes te verseker nie, soos gesien kan word uit proewe 11, 17 en 27. In die proewe het fosfortoedienings nie die opbrengs verhoog nie en tog was die gemiddelde opbrengs vir elke proef laag.

6. Ondoeltreffende besproeiing en droogtes, veral na die pypstadium, verlaag opbrengste geweldig baie. Proef 17 getuig hiervan.

7. Die toediening van 500 kg ammoniumsulfaat per hektaar was skynbaar nie te swaar vir Zambesi-koring in die proewe nie. Die feit dat een proef totaal verloor is weens omlê moet egter as waarskuwing dien dat 'n kritiese peil byna bereik is, en dat veel swaarder stikstoftoedienings nie met veiligheid aanbeveel kan word vir dié soort koring nie.

8. Verreweg die belangrikste aspek wat uit die huidige studie uitgekristalliseer het, is dat die metode van Olsen sonder twyfel aanbeveel kan word vir die bepaling van plant-beskikbare fosfor op die gronde en dat die grense van 0-5 dpm (laag), 5-10 dpm (medium) en > 10 dpm (hoog) vir die metode bevestig is. Die voorbehoud kan egter gestel word dat dit veiliger mag wees om die grens tussen medium en hoog by 13 dpm te trek, soos aangetoon is.

DANKBETUIGINGS

Hierdie studie is uitgevoer onder leiding van Dr. M.C. LAKER, senior lektor in die Departement Grondkunde aan die Universiteit van die Oranje-Vrystaat. Langs hierdie weg wens die skrywer hom te bedank vir sy besielende leiding, opbouende kritiek en volgehoue belangstelling gedurende die ondersoek en afronding van hierdie verhandeling.

Dit is ook die skrywer se voorreg om die geleentheid te baat te neem om die volgende persone en instansies te bedank:

Prof. R. du T. Burger, Hoof van die Departement Grondkunde aan die U.O.V.S., vir sy belangstelling tydens die uitvoering van die studie.

Die Departement van Landboutegniese Dienste en die Navorsingsinstituut vir Grond en Besproeiing, vir vrystelling van amptelike pligte ten einde hierdie studie moontlik te maak.

Die L.K.K.V., Voorligtingspersoneel en Boere van die Vaalhartsbesproeiingskema vir hul samewerking.

Mnr. R.F. SHIPMAN vir al sy hulp en opofferings.

Die Vaalharts Landbounavorsingstasie vir die beskikbaarstelling van geriewe vir die dors van die koring.

Mev. R.P. Hunt en Mnr. A.T.P. Bennie vir praktiese hulp verleen.

Dr. J.P. Jooste en personeel, Afdeling Dataverwerking,
Departement L.T.D., vir statistiese verwerking van die proef-
resultate.

Mev. M. le Roux vir die besondere netjiese tikwerk.

My opregte dank aan my ouers vir hulle belangstelling
en morele steun tydens my akademiese opleiding en ook vir
finansiering van hierdie verhandeling.

My vrou, Adri, nie net vir haar voortdurende aanmoe-
diging nie, maar veral vir waardevolle praktiese hulp en
opofferings gedurende die studie.

L I T E R A T U R V E R W Y S I N G S

- ALBAN, L.A., VACHAROTAYAN, S. & JACKSON, T.L. 1964. Phosphorus availability in Reddish Brown Lateric soils. 1. Laboratory studies. Agron. J. 56, 555-558.
- AMER, F., BOULDIN, D.R.B., BLACK, C.A. & DUKE, F.R. 1955. Characterization of soil phosphorus by anion exchange resin adsorption and P^{32} -equilibration. Plant & Soil 6, 391-408.
- BECKETT, P.H.T. 1964. Studies on soil potassium. II. The 'immediate' Q/I relations of labile potassium in the soil. J. Soil Sci. 15, 9-23.
- BENNIE, A.T.P. 1972. n Onderzoek na sekere aspekte van grondsterkte in gronde van die Manganoserie. M.Sc. Agric. Verhandeling, U.O.V.S.
- BINGHAM, F.T. 1962. Chemical soil tests for available phosphorus. Soil Sci. 94, 87-95.
- BINGHAM, F.T. 1966. Phosphorus. Uit: Diagnostic Criteria for plants and soils. (Ed. H.D. Chapman). Riverside: Univ. California.
- BINGHAM, F.T., MARTIN, J.P. & CHASTAIN, J.A. 1958. Effects of phosphorus fertilization of California soils on minor element nutrition of citrus. Soil Sci. 86, 24-31.
- BLANCHARD, R.W. & CALDWELL, A.C. 1964. Phosphorus uptake by plants and readily extractable phosphorus in soils. Agron. J. 56, 218-221.
- BOATWRIGHT, G.O. & VIETS, F.G.(Jr.). 1966. Phosphorus absorption during various growth stages of spring wheat and intermediate wheatgrass. Agron. J. 58, 185-188.

- BOTHA, T. 1970. The nutrient status of two soil forms of the Orange River Development Project. M.Sc. Agric. Verhandeling, U.O.V.S.
- CHANG, S.C. & JUO, S.R. 1963. Available phosphorus in relation to forms of phosphates in soils. Soil Sci. 95, 91-96.
- CHAPMAN, H.D. 1967. Plant analysis values suggestive of nutrient status of selected crops. Uit: Soil testing and plant analysis. Part II. Plant analysis, 77-92. Madison: Soil Sci. Soc. Am.
- COLWELL, J.D. 1963. The estimation of the phosphorus fertilizer requirements of wheat in Southern New South Wales by soil analysis. Aust. J. exp. Agric. Anim. Husb. 3, 190-197.
- COLWELL, J.D. & DONNELLY, J.D. 1971. Effects of soil composition on the relationships between soil test values for phosphorus fertilizer requirements. Aust. J. Soil Res. 9, 43-54.
- DU PLESSIS, S.F. 1964. Studies on phosphate relationships in selected Orange Free State soils. M.Sc. Agric. Verhandeling, U.O.V.S.
- DU PLESSIS, S.F. & BURGER, R. du T. 1965. A comparison of chemical extraction methods for the evaluation of phosphate availability of top soils. S. Afr. J. Agric. Sci. 8, 1113-1122.
- DYER, B. 1894. On the analytical determination of probably available "mineral" plant-food in soil. J. Chem. Soc. London 65, 115.
- FOGG, D.N. & WILKINSON, N.T. 1958. The colorimetric determination of phosphorus. Analyst 83, 406-414.

- HALSTEAD, R.L. 1967. Chemical availability of native and applied phosphorus in soils and their textural fractions. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 31, 414-419.
- HAMMAN, C.A. 1971. Die voedingsvereistes van koring en die bemesting van droëland-koring in die Vrystaat. Ongepubliseerde referaat voor gekoördineerde landbouvoortligtingvergadering, Bloemfontein.
- JACKSON, M.L. 1958. *Soil chemical analysis*. London: Constable.
- KANWAR, J.S. 1956. Phosphate retention in some Australian soils. *Soil Sci.* 82, 43-50.
- KITSON, R.E. & MELLON, M.G. 1944. Colorimetric determination of phosphorus as molibdivanado-phosphoric acid. *Ind. Eng. Chem. (Anal. Ed.)* 16, 379-383.
- KITTRICK, J.A. & JACKSON, M.L. 1956. Electron-microscope observations of the reaction of phosphate with minerals, leading to a unified theory of phosphate fixation in soils. *J. Soil Sci.* 7, 81-88.
- LAKER, M.C. 1964. Die invloed van kalk- en fosfaattoedienings op die opname van sink en fosfaat deur plante. M.Sc. in Landbou. Verhandeling, Univ. Stell.
- LAKER, M.C. 1967. Opname van sink en fosfor deur plante uit 'n sandgrond. *S. Afr. Tydskr. Landbouwet.* 10, 323-330.
- LAKER, M.C. 1970. Cationic equilibria in selected soils and soil materials. D.Sc. Agric. Proefskrif. U.O.V.S.
- LARSEN, S. 1967. Soil phosphorus. *Adv. in Agron.* 19, 151-210.
- LAVERTY, J.C. & McLEAN, E.O. 1961. Factors affecting yields and uptake of phosphorus by different crops: III. Kinds of phosphate-native, applied and formed. *Soil Sci.* 91, 166-171.
- LINGLE, J.C. & HOLMBERG, D.M. 1957. The response of sweet corn to foliar and soil zinc applications on a zinc deficient soil. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 70, 308-315.

- LIPSETT, J. 1964. The phosphorus content and yield of grain of different wheat varieties in relation to phosphorus deficiency. *Aust. J. Agric. Res.* 15, 1-8.
- LOXTON, R.F. & GARDINER, K.J. 1970. A proposed system for the classification of sand grades in series differentiation. Ongepubliseerde referaat gelewer te S.A.B.V. Kongres, Bloemfontein.
- MARTENS, D.C., LUTZ, J.A. & JONES, G.D. 1969. Form and availability of P in selected Virginia soils as related to available P tests. *Agron.J.* 61, 616-621.
- MELSTED, S.W. 1967. The philosophy of soil testing. *Uit: Soil testing and plant analysis. Part I. Soil testing,* 13-24. Madison: Soil Sci. Soc. Am.
- METHA, K.M., PUNTAMKAR, S.S. & KALAMKAR, V.G. 1963. Study on uptake of nutrients by wheat as influenced by nitrogen and phosphorus fertilization. *Soil Sci. & Plant Nutrition*, 9, 195-200.
- MILLER, J.R. 1960. Research in Maryland on chemical methods for determining available phosphorus and potassium in soils. *J. Agr. Food Chem.* 8, 87-91.
- MÖHR, P.J. 1970. Samevatting en verwerking van NPK-proefgewens op mielies voorsien deur sekere lidmaatskappye van die Misstofvereniging van Suid-Afrika. M.V.S.A. Navorsingsverslag Nr. I, Pretoria.
- MÖHR, P.J. 1971. Samevatting van bemestingsresultate oor droëlandkoring, voorsien deur sekere lidmaatskappye van die Misstofvereniging van Suid-Afrika. M.V.S.A. Navorsingsverslag Nr. II, Pretoria.
- MOSER, U.S., SUTHERLAND, W.H. & BLACK, C.A. 1959. Evaluation of laboratory indexes of absorption of soil phosphorus by plants. *Plant & Soil* 10, 356-374.

- OLSEN, S.R., COLE, C.V., WATANABE, F.S. & DEAN, L.A. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U.S.D.A. Circ. No. 939, Washington D.C.
- PAYNE, H. & HANNA, W.J. 1965. Correlations among soil phosphorus fractions, extractable phosphorus, and plant content of phosphorus. J. Agr. Food Chem. 13, 322-326.
- PETERSON, R.F. 1965. Wheat. London: Leonard Hill.
- PRATT, P.F. & GARBER, M.J. 1964. Correlations of phosphorus availability by chemical tests with inorganic phosphorus fractions. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 28, 23-26.
- RACZ, G.J., WEBBER, M.D., SOPER, R.J. & HEDLIN, R.A. 1965. Phosphorus and nitrogen utilization by rape, flax, and wheat. Agron. J. 57, 335-337.
- RUSSELL, E.W. 1961. Soil conditions and plant growth. (9th. Ed.). London: Longmans.
- SCHÜLLER, H. 1969. Die CAL-Methode, eine neue Methode zur Bestimmung des pflanzenverfügbaren Phosphates in Böden. Z. Pflanzenernähr. Bodenkunde 123, 48-63.
- SMITH, A.N. 1965. The supply of soluble phosphorus to the wheat plant from inorganic soil phosphorus. Plant & Soil 22, 314-316.
- SNEDECOR, G.W. 1956. Statistical methods. Ames, Iowa: State University Press.
- STANTON, D.A. 1964. Studies on zinc in selected Orange Free State soils. D.Sc. Agric. Proefskrif, U.O.V.S.
- STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. 1960. Principles and procedures of statistics. New York: McGraw-Hill.

- SUSUKI, A., LAWTON, K. & DOLL, E.C. 1963. Phosphorus uptake and soil tests as related to forms of phosphorus in some Michigan soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 27, 401-403.
- TAMHANE, R.V. & SUBBIAH, B.V. 1962. Correlation of soil tests with pot and field trials in the evaluation of soil fertility. Soil Sci. & Plant Nutrition 8, 97-106.
- TAYLOR, A.W., GURNEY, E.L. & LINDSAY, W.L. 1960. An evaluation of some iron and aluminium phosphates as sources of phosphate for plants. Soil Sci. 90, 25-31.
- UNITED STATES SALINITY LABORATORY STAFF. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. (Ed. L.A. Richards) Agric. Handbook No. 60: U.S. Dept. Agric.
- VAN DER EYK, J.J., MACVICAR, C.N. & DE VILLIERS, J.M. 1969. Soils of the Tugela basin. Pietermaritzburg: Town and Regional Planning Commission, Natal.
- VAN DER MERWE, A.J., BRITS, G.J. & DE WET, D.F. 1969. Chemiese ondersoek van die rooidoodprobleem by katoen in die westelike besproeiingsgebiede. Agrochemophysica 1, 87-92.
- WHITE, R.E. & BECKETT, P.H.T. 1964. Studies on the phosphate potentials of soils. Part I - The measurement of phosphate potential. Plant & Soil 20, 1-15.



STUDIES OOR DIE TOEGANKLIKE
FOSFORSTATUS VAN SEKERE
VAALHARTSGRONDE



deur
J. F. ELOFF

Universiteit van die Oranje-Vrystaat
BLOEMFONTEIN

1775-1972
KLAS N^o 21.41 816,
135612-3 (Suppl.)

No. _____
BIBLIOTHEEK

AANHANGSEL 2 Beskrywings van verteenwoordigende profiele van
verskillende grondseries.

AANHANGSEL 2.1

Proef Nr. 6 : MANGANOSERIE (kalkryke ondergrond)

Ligging: Perseel 26 A6 Wes-kanaal

<u>Horison</u>	<u>Diepte in cm</u>	<u>Beskrywing</u>
Ap	0-20	Donker rooibruin ($5YR^{3/4}$ vogtig) limerige fyn sand; brokkelrig; struktuurloos; duidelike oorgang.
B21	20-71	Donker rooi ($2,5YR^{3/6}$ vogtig) limerige fyn sand; brokkelrig; struktuurloos; geleidelike oorgang.
B22	71-188	Rooi ($2,5YR^{4/8}$ vogtig) fyn sandleem; brokkelrig; struktuurloos. Swak duidelike swart en geel vlekke; geleidelike oorgang.
B23	188-218	Sterk bruin ($7,5YR^{5/8}$ vogtig) fyn sandleem; brokkelrig; struktuur- loos, sterk duidelike swart en geel vlekke, seldsame $CaCO_3$ en Fe/Mn konkresies

Proef Nr. 22 : MANGANOSERIE (nie-kalkryke ondergrond)

Ligging: Perseel 818

<u>Horison</u>	<u>Diepte in cm</u>	<u>Beskrywing</u>
Ap	0-25	Donker bruin ($7,5YR^{4/4}$ vogtig) fyn sand; brokkelrig; struktuurloos; duidelike oorgang.
B21	25-61	Geel-rooi ($5YR^{4/4}$ vogtig) fyn sand tot lemerige fyn sand; brokkelrig; struktuurloos, geleidelike oorgang.
B22	61-178	Geel-rooi ($5YR^{5/8}$ vogtig) lemerige fyn sand; brokkelrig; struktuurloos; swak duidelike swart en geel vlekke; geleidelike oorgang.
B23	178 +	Geel-rooi ($5YR^{5/8}$ vogtig) lemerige fyn sand; brokkelrig; struktuurloos; sterk duidelike swart en geel vlekke.

AANHANGSEL 2.3

Proef Nr. 16 : SHORROCKS(-)SERIE

Ligging: Perseel 1 Dx 3

<u>Horison</u>	<u>Diepte in cm</u>	<u>Beskrywing</u>
AP	0-35	Donker rooibruin ($5YR\frac{3}{4}$ vogtig) limerige fyn sand; brokkelrig; struktuurloos; duidelike oorgang.
B21	35-163	Donker rooi ($2,5YR\frac{3}{6}$ vogtig) fyn sandleem; brokkelrig; struktuurloos; geleidelike oorgang.
B22	163-178	Geel-rooi ($5YR\frac{4}{6}$ vogtig) fyn sandleem; brokkelrig; struktuurloos; swak duidelike swart vlekke; seldsame sagte ysterkonkresies; geleidelike oorgang.
B23	178 +	Geel-rooi ($5YR\frac{4}{8}$ vogtig) verweerde Ventersdorplawa.

Ligging: Perseel 6 A 3

<u>Horison</u>	<u>Diepte in cm</u>	<u>Beskrywing</u>
Ap	0-30	Bruin na donker bruin ($7,5YR^{4/4}$ vogtig fyn sand tot lemerige fyn sand; brokkelrig; struktuurloos; duidelike oorgang.
B21	30-53	Bruin na sterk bruin ($7,5YR^{4/4} - 5/6$ vogtig) lemerige fyn sand; brokkelrig; struktuurloos; swak duidelike geel vlekke; geleidelike oorgang.
B22	53-152	Sterk bruin ($7,5YR^{5/6}$ vogtig) lemerige fyn sand; brokkelrig; struktuurloos; sterk duidelike swart en geel vlekke; geleidelike oorgang.
B23	152-198	Sterk bruin ($7,5YR^{5/8}$ nat) lemerige fyn sand; brokkelrig; struktuurloos; sterk duidelike geel-groen vlekke; watertafel op 190cm, abrupte oorgang.
C _{ca}	198 +	Gesementeerde kalklaag.

AANHANGSEL 2.5

Proef Nr. 27 : SUNVALLEYSERIE

Ligging: Perseel 2 M 5

<u>Horison</u>	<u>Diepte in cm</u>	<u>Beskrywing</u>
Ap	0-28	Donker rooibruin (5YR ³ / ₃ vogtig) sandkleileem tot sandklei; stewig; swak blok; duidelike oorgang.
B2	28-56	Donker rooibruin (5YR ³ / ₃ vogtig) sandklei; stewig; sterk subhoekige blok; seldsame Fe/Mn en CaCO ₃ konkresies; volop goed ontwikkelde glyvlakke; duidelike oorgang.
B3	56-89	Geel bruin (5YR ⁴ / ₆ vogtig) sandklei; stewig; swak subhoekige blok; swak duidelik grys vlekke; volop klein tot medium CaCO ₃ konkresies; seldsame Fe/Mn konkresies; geleidelike oorgang.
C _{ca}	89-122	Sterk bruin (7,5YR ⁵ / ₆ vogtig) sandklei; stewig; swak subhoekige blok; sterk duidelike grys en bruin vlekke; volop medium CaCO ₃ konkresies; volop klein Fe/Mn konkresies; geleidelike oorgang.
C	122 +	Verweerde Ventersdorplawa.

Proef Nr. : en serie :	Lab: Nr.:	Diepte: cm :	Deeltjiegrootteverspreiding					Uitruilbare katione				KAV		pH (1:2,5 H ₂ O)	Weer- stand Ohm
			g. sand: %	m. sand: %	f. sand: %	slik: %	klei: %	Na : me %	K : me %	Ca : me %	Mg : me %	Grond me %	Klei me %		
1 Mangano	590	0-30	1,1	14,0	74,7	0,1	10,0	0,11	0,29	1,58	1,31	4,03	40,25	6,80	1800
	591	30-107	1,3	12,8	71,5	0,1	14,0	0,13	0,28	1,58	2,64	4,48	31,96	7,05	910
2 Mangano	592	0-25	0,6	15,2	74,0	0,5	9,5	0,10	0,20	1,58	1,50	4,13	43,60	6,65	1940
	593	25-64	0,7	14,0	72,4	0,1	13,0	0,10	0,21	1,85	1,75	4,23	32,50	7,00	2330
	594	46-110	0,9	14,5	70,6	0,6	14,0	0,14	0,20	2,55	2,40	5,13	36,61	7,05	1000
3 Mangano	595	0-30	1,3	14,1	75,3	0,1	9,5	0,03	0,36	0,85	1,11	3,23	33,95	6,55	1680
	596	30-81	2,0	16,9	71,4	0,1	10,5	0,03	0,28	0,83	1,12	2,03	19,28	6,65	2360
	597	81-137	1,7	15,6	70,9	0,6	12,0	0,03	0,26	0,91	1,60	2,43	20,21	6,70	2440
4 Mangano/ Shorrockes	598	0-20	0,7	15,3	71,9	1,1	11,0	0,08	0,24	1,50	1,28	3,53	32,05	6,85	2900
	599	20-66	1,1	17,9	64,2	2,1	15,5	0,11	0,19	2,08	1,75	4,03	25,97	6,85	860
6 Mangano	600	0-20	1,5	21,8	65,7	0,3	10,6	0,12	0,31	2,55	1,68	4,03	37,90	7,10	1500
	601	20-71	1,7	23,5	61,8	0,3	13,1	0,15	0,33	2,08	1,45	4,03	30,68	7,30	1010
	602	71-188	1,6	19,6	64,2	0,3	14,6	0,10	0,28	2,28	3,15	4,48	30,61	7,45	890
	603	188-218	2,2	20,3	59,5	1,6	18,3	0,25	0,30	14,50	5,00	7,33	40,66	7,90	2000
7 Mangano	604	0-28	1,1	23,8	68,0	0,6	7,8	0,05	0,18	1,00	0,95	2,03	26,10	7,20	2300
	605	28-29	1,5	23,2	67,4	0,6	8,3	0,12	0,16	3,50	1,04	2,23	26,97	7,30	1720
	606	29-89	1,2	21,1	69,9	0,1	9,8	0,30	0,15	0,33	0,98	1,53	15,63	7,40	2000
	607	89-122	2,2	22,1	67,3	0,0	8,6	0,42	0,15	0,78	1,48	1,53	17,69	6,75	3100
9 Mangano	608	0-25	3,8	30,1	57,0	0,0	8,6	0,07	0,26	1,08	1,03	2,63	30,45	6,70	5200
	609	25-102	4,0	25,1	60,9	0,0	9,6	0,09	0,31	0,50	0,90	2,43	25,21	6,90	3200
10 Mangano	610	0-28	1,5	24,1	67,2	0,7	6,7	0,07	0,20	1,08	1,18	2,23	33,11	7,15	2400
	611	28-91	2,0	21,4	67,5	0,7	8,7	0,07	0,23	0,33	0,90	2,03	23,22	7,15	4250
	612	91-127	1,7	17,8	71,2	0,7	9,2	0,09	0,18	0,33	1,08	2,33	25,22	7,15	2140
11 Mangano	613	0-28	2,6	16,5	73,5	0,4	7,5	0,07	0,21	0,85	0,98	2,33	30,92	6,60	2280
	614	28-69	2,5	14,5	74,3	0,2	8,2	0,08	0,25	0,85	0,98	2,23	27,07	6,90	1140
	615	69-109	2,7	15,2	73,1	0,7	9,2	0,18	0,26	0,85	1,65	2,33	25,22	7,00	510
	616	109-170	2,2	15,8	72,1	0,7	9,7	0,24	0,20	1,08	2,33	2,83	29,06	6,95	490
12 Annandale	617	0-20	1,8	15,4	74,6	0,2	7,2	0,04	0,18	3,50	1,38	3,03	41,90	7,35	940
	618	20-61	2,2	15,9	73,7	0,2	7,7	0,40	0,15	0,70	2,10	2,13	27,53	7,70	580
	619	61-152	2,0	16,0	72,7	0,2	9,0	0,16	0,20	1,26	2,38	2,33	25,78	7,25	830
13 Annandale	620	0-30	1,3	14,7	74,3	0,0	9,9	0,05	0,20	1,58	1,25	2,83	28,54	7,05	2080
	621	30-53	1,7	15,6	73,7	0,0	10,4	0,50	0,16	0,60	2,50	2,33	22,36	7,60	350
	622	53-152	2,0	12,5	75,3	0,0	10,9	0,36	0,18	0,00	2,45	2,83	25,92	7,50	690
	623	152-198	2,3	14,0	71,9	0,3	11,9	0,14	0,20	1,58	1,65	3,43	28,78	7,05	850
14 Mangano	624	0-30	2,6	16,0	73,4	0,3	8,4	0,00	0,28	1,25	0,90	2,43	28,87	6,00	860
	625	30-122	5,1	17,6	68,1	0,3	10,4	0,05	0,18	0,85	1,05	2,03	19,47	6,80	810
	626	122- +	4,0	15,1	70,9	0,8	10,4	0,17	0,15	0,87	1,50	1,83	17,55	7,10	1160
15 Mangano	627	0-25	4,9	23,8	62,7	0,3	8,9	0,04	0,20	1,38	1,25	2,53	28,37	6,10	2280
	628	25-147	5,0	16,6	67,2	0,3	11,0	0,08	0,15	0,00	1,15	2,13	19,33	6,85	1960
	629	147-152	5,4	18,0	66,0	0,8	11,4	0,22	0,16	0,78	2,83	2,33	20,22	6,45	2600

AANHANGSEL 3 (vervolg)

Proef Nr. : en serie :	Lab : Nr. :	Diepte : cm :	Deeltjiegrootteverspreiding					Uitruilbare katione				KAV		pH (1:2,5 H ₂ O)	Weer- stand Ohm
			g. sand: %	m. sand: %	f. sand: %	slik: %	klei: %	Na : me %	K : me %	Ca : me %	Mg : me %	Grond me %	Klei me %		
16	630	0-35	3,9	19,8	63,4	1,3	13,2	0,09	0,33	1,95	1,43	3,43	25,99	6,40	970
Shorrocks	631	35-163	7,1	23,6	52,0	1,8	17,2	0,09	0,28	1,95	2,05	4,35	25,32	6,60	1300
	632	163-178	5,4	18,4	57,2	1,8	18,7	0,12	0,25	2,28	3,53	6,03	32,25	6,65	1340
	633	178- +	6,4	18,0	61,2	4,8	13,7	0,23	0,31	4,00	5,23	7,75	56,65	6,60	1050
17	634	0-25	6,8	20,7	55,9	0,0	15,7	0,14	0,29	3,03	1,85	4,83	30,77	6,50	1200
Shorrocks	635	25-142	5,5	16,7	62,7	0,0	16,2	0,18	0,19	0,85	1,85	3,03	18,69	6,40	795
18	636	0-25	2,9	18,5	70,3	0,3	8,2	0,04	0,21	0,70	0,90	1,93	23,53	6,55	2120
Mangano	637	25-86	3,1	19,8	70,2	0,8	8,2	0,06	0,21	0,00	0,75	1,53	18,64	6,70	1530
	638	86-178+	4,1	19,3	67,3	0,3	9,2	0,28	0,18	1,02	1,65	2,03	20,92	6,70	570
19	639	0-30	5,5	16,6	69,5	0,3	9,2	0,06	0,20	1,38	1,33	2,63	28,59	6,75	1840
Mangano	640	30-71	5,6	15,5	71,0	0,1	8,2	0,15	0,16	1,85	1,35	2,53	30,87	7,35	1590
	641	71-152+	7,5	14,4	69,3	0,6	9,2	0,27	0,16	1,08	1,50	2,23	24,24	7,25	580
21	642	0-25	8,5	23,9	57,2	0,6	10,7	0,06	0,34	0,85	1,05	2,83	26,45	5,90	1030
Mangano	643	25-51	6,3	17,7	62,8	1,1	13,7	0,17	0,43	1,00	1,15	3,03	22,11	6,50	820
	644	51-91	5,9	17,8	62,2	1,1	14,2	0,08	0,26	1,25	1,43	3,13	22,04	6,80	1660
	645	91-183	9,0	17,5	57,4	1,1	15,2	0,19	0,21	1,38	2,40	3,63	22,40	7,00	650
	646	183- +	7,4	14,8	66,7	1,6	10,7	0,54	0,29	4,00	2,98	5,93	55,48	6,30	320
22	647	0-25	5,4	17,6	70,2	0,0	7,7	0,05	0,19	0,85	0,87	2,13	27,67	6,60	2000
Mangano	648	25-61	6,1	14,9	69,2	0,1	9,7	0,07	0,20	0,25	0,90	2,33	24,02	6,70	2120
	649	61-178	6,5	14,4	68,3	0,6	11,2	0,22	0,16	1,20	1,47	2,03	18,11	6,90	750
23	650	0-25	4,7	22,1	62,5	0,0	11,4	0,08	0,25	2,18	1,10	3,33	28,29	6,50	1860
Mangano	651	25-51	3,8	16,7	70,7	1,3	9,9	0,08	0,16	1,25	1,40	2,03	20,45	6,90	1980
	652	51-84	3,3	16,2	71,2	0,3	9,9	0,34	0,15	0,00	2,23	2,23	22,47	7,10	590
	653	84- +	4,8	16,5	68,5	0,3	10,9	0,49	0,19	0,33	2,40	2,33	21,33	7,10	400
25	654	0-25	6,6	18,9	64,3	0,0	10,9	0,07	0,30	2,08	1,38	2,83	25,92	7,00	1520
Mangano	655	25-51	7,0	18,8	62,2	0,3	11,9	0,10	0,43	0,85	1,12	2,73	22,90	7,00	1720
	656	51-112	6,8	16,8	62,7	0,0	13,9	0,11	0,19	1,75	2,18	3,23	23,20	7,10	1200
	657	112- +	8,7	17,8	58,6	0,3	15,4	0,42	0,25	1,38	2,56	3,63	23,54	7,20	560
26	658	0-30	4,4	6,4	48,8	5,3	34,4	0,37	0,78	13,55	7,20	15,78	45,86	7,25	365
Sunvalley	659	30-64	4,6	5,3	41,1	5,3	44,4	0,88	0,35	10,95	14,73	20,58	46,34	7,60	430
	660	64- +	2,8	4,7	45,1	6,1	43,4	1,71	0,33	14,50	15,70	18,55	42,74	8,00	370
27	661	0-28	4,2	8,6	49,8	4,6	32,9	0,36	0,38	11,20	7,20	15,03	46,35	6,70	355
Sunvalley	662	28-56	4,0	7,7	46,8	4,1	38,4	0,30	0,28	9,25	11,18	18,25	47,53	7,05	460
	663	56-89	3,3	7,0	47,0	4,6	39,9	0,58	0,33	11,80	13,00	19,30	48,37	7,35	440
	664	89-122	3,5	7,3	46,7	5,6	37,9	0,65	0,35	13,75	13,75	20,58	54,29	7,70	485
28	665	0-28	11,7	16,6	61,8	0,6	9,4	0,06	0,25	1,00	1,12	2,63	27,93	6,95	1460
Mangano	666	28-61	11,7	15,6	61,5	1,1	10,9	0,16	0,19	0,60	1,12	2,13	19,50	7,05	1200
	667	61-91	14,7	14,5	58,8	0,6	11,9	0,18	0,20	1,19	2,03	2,43	20,38	7,35	1020
	668	91- +	16,4	15,5	55,0	0,6	11,9	0,08	0,21	1,13	1,35	2,03	17,02	6,75	1880
29	669	0-25	11,9	12,8	64,5	1,1	9,4	0,01	0,35	0,60	0,90	2,63	27,93	6,55	1460
Mangano	670	25-56	9,1	14,0	63,9	0,0	12,7	0,00	0,31	0,70	1,03	2,93	23,07	6,35	1410
	671	56- +	9,9	11,5	65,1	0,8	13,7	0,01	0,26	0,50	1,10	3,23	23,57	6,35	2300
30	672	0-28	6,1	12,9	64,8	0,8	15,2	0,07	0,44	4,13	2,45	6,33	41,67	6,95	790
Shorrocks	673	28-61	8,4	14,6	56,8	0,8	19,2	0,18	0,28	3,80	2,54	6,93	36,11	6,90	960

AANHANGSEL 4 „Beskikbare" fosfor geëkstraheer deur vyf verskillende
ekstraheermiddels (as dpm P)

Proef: Blok: Subopper-: 1% Citroen-: Bray : Olsen : CAL : Hars

Nr.	Nr. vlakte	Hor. Diepte (cm)	suur	Nr.2			
1	1		35,0	28,1	9,6	14,8	8,7
	2		40,0	29,3	13,2	11,6	12,0
	3		32,0	24,8	10,4	12,8	8,7
	4		38,5	25,5	13,2	11,0	8,7
	5		28,5	27,0	12,4	10,2	9,2
		30-107		5,0	0	0	0
2	1		64,0	60,4	29,6	36,6	16,3
	2		65,0	59,3	26,4	34,6	13,0
	3		30,5	34,1	18,8	18,8	9,2
	4		70,5	34,5	24,0	16,7	8,6
	5		41,5	58,1	32,6	28,4	14,4
		25-64 64-110		7,5 5,0	1,5 0	0,2 0	0,2 0
3	1		12,5	4,9	0	0	1,2
	2		12,5	2,6	1,8	7,4	0,4
	3		7,5	2,3	0	0	0
	4		6,5	3,8	0	0	0,5
	5		6,5	3,8	0,2	0	0,3
		30-81 81-137		4,8 6,5	0 0	0 0	0 0
4	1		29,0	22,1	11,4	11,6	5,5
	2		30,5	25,1	11,0	25,6	7,3
	3		25,5	19,1	8,4	5,8	4,4
	4		39,5	18,8	8,8	13,8	6,0
	5		25,5	22,5	10,2	10,0	7,6
		20-66		6,5	0	0	0
6	1		33,5	28,1	9,2	13,4	9,6
	2		34,5	31,5	10,0	17,8	11,1
	3		47,5	39,4	17,2	23,6	11,6
	4		38,8	33,8	11,4	19,2	11,6
	5		49,0	50,6	17,8	24,6	17,9
		20-71 71-188 188-218		8,8 5,0 6,5	5,6 0 0	0,2 0 0	0 0 0
7	1		36,3	31,9	9,4	15,0	9,5
	2		39,3	36,0	8,4	17,8	9,5
	3		35,3	32,6	9,2	20,0	11,2
	4		38,5	32,3	9,0	14,6	9,2
	5		51,5	59,6	15,2	24,6	14,4
		29-89 89-122		3,8 3,5	0,4 0	0 0	0 0

AANHANGSEL 4 (vervolg)

Proef: Blok: Subopper-: 1% Citroen-: Bray : Olsen : CAL : Hars

Nr.	Nr. vlakte Diepte (cm)	Hor. suur	Nr.2			
9	1	26,0	20,6	7,8	8,8	7,1
	2	28,5	28,1	9,2	14,0	7,3
	3	25,3	21,8	7,6	10,6	6,3
	4	26,5	22,1	6,4	9,4	5,9
	5	26,5	21,4	6,4	6,6	6,7
	25-102	5,5	0	0	0	0,4
10	1	31,0	27,0	11,2	12,6	8,7
	2	32,0	28,9	11,2	16,1	9,5
	3	35,8	33,0	11,0	16,7	10,6
	4	32,5	28,1	13,0	15,2	9,6
	5	28,3	27,4	9,6	11,8	8,2
	28-91 91-127	3,0 3,0	0,8 0	0 0	0 3,2	0,4 0,3
11	1	60,0	52,9	21,6	27,0	17,7
	2	62,0	55,9	22,8	29,2	18,0
	3	60,0	54,0	22,0	29,0	18,2
	4	67,0	57,8	24,8	33,4	18,4
	5	62,0	52,5	23,6	26,8	15,6
	28-69 69-109 109-170	4,8 3,5 6,5	2,6 0,8 3,4	2,0 0 0	0 0 0	0,6 0 0,6
12	1	59,0	59,3	13,0	37,6	21,3
	2	66,5	62,2	13,2	45,2	23,8
	3	57,3	54,8	12,0	32,2	20,3
	4	62,8	60,8	10,8	37,6	21,5
	5	68,8	64,9	14,0	44,6	24,8
	20-61 61-152	5,0 3,8	3,0 0,8	0 0	0 5,4	0 0
13	1	46,5	42,0	9,4	24,4	12,0
	2	50,5	42,4	14,8	22,2	11,8
	3	43,0	40,9	10,6	22,0	10,2
	4	49,8	45,4	9,2	22,6	10,6
	5	54,0	47,6	11,2	23,2	14,0
	30-53 53-152 152-198	5,5 4,8 5,0	3,0 0 0	0 0 0	0 0 0	0,6 0 0
14	1	68,8	62,6	24,4	51,2	19,6
	2	61,5	53,3	23,0	31,6	16,3
	3	67,8	61,1	28,2	38,6	19,1
	4	82,5	76,1	37,1	46,6	25,6
	5	59,0	53,3	29,4	34,0	16,3
	30-122 122 +	3,8 4,8	0 0	0 0,8	0 0	0 0

AANHANGSEL 4 (vervolg)

Proef: Blok: Subopper-: 1% Citroen-: Bray : Olsen : CAL : Hars

Nr.	Nr.	vlakte Hor. Diepte (cm)	suur	Nr.2			
15	1		29,0	25,9	7,2	15,6	6,5
	2		23,5	23,3	5,8	16,1	7,0
	3		25,0	22,5	5,2	14,6	7,4
	4		23,5	21,0	5,2	12,4	7,3
	5		22,3	21,0	5,6	13,2	6,0
		25-147	3,5	0	0	0,4	0
		147-152	0	0	0	0	0
16	1		23,8	22,5	16,4	13,6	7,6
	2		29,0	30,8	14,0	14,4	10,0
	3		32,5	31,9	16,4	29,2	11,1
	4		34,0	37,1	16,2	26,6	11,4
	5		34,0	34,5	15,8	24,6	11,8
		35-163	4,3	1,1	2,0	0	0,3
		163-178	0	0,8	3,0	4,2	0,2
	178 +	0,3	1,9	1,4	1,6	0,6	
17	1		37,5	42,0	15,2	24,6	15,3
	2		33,5	34,9	12,0	21,6	14,5
	3		31,8	32,3	12,4	16,5	13,7
	4		32,0	33,8	15,6	19,4	13,7
	5		35,3	35,6	15,6	19,0	14,8
		25-142	0	0	0	0	0,2
18	1		25,5	27,0	10,2	18,2	7,4
	2		29,3	29,3	9,6	23,0	9,6
	3		25,0	31,5	10,4	13,2	7,3
	4		25,0	25,9	8,4	15,9	8,8
	5		34,5	34,1	11,2	13,2	9,9
		25-86	0	1,5	0	0	0,4
		86-178+	2,5	0,4	0	0	0,4
19	1		23,0	20,6	9,2	6,1	6,0
	2		20,0	18,4	6,0	3,8	4,6
	3		27,5	24,8	14,4	12,4	7,7
	4		23,5	25,5	8,8	12,6	6,4
	5		28,3	19,9	10,8	6,4	4,7
		30-71	2,5	0,8	2,6	0	0,5
		71-152+	2,5	0,8	1,6	0	0,1
21	1		62,0	61,9	32,0	37,6	20,7
	2		56,0	51,8	28,8	34,6	18,8
	3		53,0	50,3	28,8	28,0	18,0
	4		44,0	46,9	23,2	25,0	14,7
	5		45,5	43,1	24,8	25,0	15,0
		25-51	0	1,1	4,4	0	0
		51-91	0	0	3,0	0	0
	91-183	0	0	2,8	0	0	
	183+	0	0	0	0	0	

AANHANGSEL 4 (vervolg)

Proef: Blok: Subopper-: 1% Citroen-: Bray : Olsen : CAL : Hars

Nr.	Nr. vlakte	Hor. Diepte (cm)	suur	Nr.2			
22	1		31,8	28,1	6,6	17,3	9,4
	2		32,5	27,8	8,0	12,2	9,7
	3		35,0	27,8	5,6	12,2	9,9
	4		35,0	28,9	7,0	15,4	9,1
	5		33,5	36,0	9,2	18,8	10,4
		25-61		4,5	0	0	0
		61-178		5,0	0,8	0	0
23	1		52,5	47,6	14,8	21,8	13,6
	2		58,0	53,3	17,2	28,2	16,3
	3		58,0	55,1	13,6	29,8	15,6
	4		56,5	54,0	16,0	28,0	16,6
	5		55,5	49,5	14,0	23,6	14,8
		25-51		5,0	1,9	0	0
	51-84		6,5	0,8	0	0	
	84 +		5,5	0	0	0	
25	1		90,0	92,3	40,6	63,0	32,7
	2		100,0	99,4	46,8	62,6	38,5
	3		97,5	99,0	44,6	75,7	39,9
	4		96,5	102,4	40,6	66,6	28,7
	5		99,0	100,1	40,4	76,4	33,2
		25-51		4,8	2,3	0	0
	51-112		4,5	0	0	0	
	112 +		3,8	0	0	0	
26	1		48,0	48,4	15,6	26,4	15,1
	2		35,8	31,9	18,0	21,2	13,6
	3		41,5	39,8	18,2	28,0	15,8
	4		41,5	40,5	17,2	23,8	16,8
	5		44,3	38,3	17,6	27,4	18,4
		30-64		7,5	0,8	0	0
	64 +		12,5	4,5	0	0	
27	1		23,8	16,9	3,4	4,6	4,7
	2		27,0	22,9	4,8	8,8	5,8
	3		28,5	21,4	6,6	12,8	6,3
	4		26,5	18,0	3,4	4,0	5,7
	5		32,5	31,1	9,6	23,8	9,6
		28-56		6,5	0	0	0
		56-89		8,8	0	0	0
	89-122		12,0	6,4	0	5,8	

AANHANGSEL 4 (vervolg)

Proef: Blok: Subopper-: 1% Citroen-: Bray : Olsen : CAL : Hars
 Nr. Nr. vlakte Hor. Diepte (cm) suur Nr. 2

Nr.	Nr.	vlakte Hor. Diepte (cm)	suur	Nr. 2				
28	1		23,8	16,1	2,6	7,4	4,1	
	2		24,0	22,5	2,4	9,4	5,4	
	3		25,3	20,3	2,6	12,2	5,5	
	4		26,0	20,6	3,0	8,0	5,6	
	5		24,5	21,0	2,4	6,8	5,3	
		28-61		3,8	0	0	0	0
		61-91		3,8	0	0	0	0
		91 +		3,8	0	0,2	0	0,1
	29	1		36,3	30,8	8,8	19,8	9,3
		2		47,5	49,5	17,8	24,6	14,3
3			38,5	33,8	11,0	21,2	10,2	
4			41,5	36,4	13,2	21,2	11,8	
5			44,5	50,3	17,0	27,6	14,5	
		25-56		12,5	5,3	0	2,4	1,4
		56 +		5,0	0	0	0	0
30	1		28,5	23,6	8,4	13,2	10,1	
	2		31,5	25,3	7,6	17,1	10,4	
	3		45,0	31,5	6,2	21,4	11,7	
	4		49,0	39,8	8,8	19,0	11,2	
	5		39,5	31,1	8,8	20,4	10,3	
		28-61		8,5	0,8	0	0,2	1,3
		61-114		8,5	0	0	0	0,1

AANHANGSEL 5

Plantmassas op pypstadium (kg/ha)

Proef Nr.	:	Blok Nr.	:	Behandeling		
				P ₀	P ₁	P ₂
1		1		6214	6250	5971
		2		3512	5223	8487
		3		4557	3756	10186
		4		5436	5773	10852
		5		5998	4971	4525
2		1		6669	9491	9635
		2		4468	8860	6414
		3		6085	5645	7549
		4		6487	7865	4618
		5		5396	7176	6257
3		1		2512	7570	5740
		2		762	7371	6995
		3		1508	4229	5972
		4		1504	3842	7622
		5		547	5816	3362
4		1		2281	3328	2574
		2		5295	2512	4931
		3		1591	3223	4814
		4		2106	2051	3098
		5		1758	3307	2051
6		1		3372	5418	7367
		2		2856	3296	3995
		3		3463	3542	3296
		4		2461	3235	5392
		5		2673	3873	3372
7		1		4500	2907	2722
		2		4289	3201	3835
		3		2536	1809	2227
		4		3291	2660	3371
		5		4206	2660	4546
9		1		1550	962	1995
		2		2368	2245	2124
		3		1229	1378	947
		4		1665	1751	1765
		5		1705	2210	1550
10		1		1324	1479	2147
		2		1588	1648	1813
		3		1235	1361	1913
		4		1335	1286	1613
		5		1813	1780	1435

AANHANGSEL-5 (vervolg)

Proef Nr.	:	Blok Nr.	Behandeling		
			P ₀	P ₁	P ₂
11	:	1	3415	3599	3488
		2	5717	5138	3685
		3	4579	5428	4559
		4	3400	3728	4131
		5	3758	4685	2972
12	:	1	7059	5713	4621
		2	3737	6092	5223
		3	3160	3259	5679
		4	5138	4059	4179
		5	2448	5300	4116
13	:	1	3183	3117	3477
		2	1888	2862	2653
		3	2967	3132	2967
		4	3836	2278	3417
		5	1786	2158	3237
14	:	1	7349	4684	4132
		2	5624	5962	4754
		3	4814	5827	4267
		4	5339	4522	5153
		5	5647	4169	6709
15	:	1	2071	1277	2397
		2	1941	1530	1758
		3	1349	1337	2031
		4	2185	2433	1790
		5	2264	1072	2368
16	:	1	4052	1709	6556
		2	3642	5102	3536
		3	3064	2511	3490
		4	3294	4308	6323
		5	3732	3282	3531
17	:	1	4268	5094	3237
		2	3969	5395	7017
		3	5359	5341	4404
		4	7477	3678	3423
		5	2774	4618	4080
18	:	1	3826	4187	2934
		2	4306	2605	3238
		3	4629	6512	3940
		4	3005	3369	4295
		5	4316	3940	3800

AANHANGSEL 5 (vervolg)

Proef Nr.	:	Blok Nr.	:	Behandeling		
				P ₀	P ₁	P ₂
19		1		5241	7169	8095
		2		3641	5112	3997
		3		5270	4320	4011
		4		5451	5369	5328
		5		1831	3024	3333
21		1		10290	5382	6010
		2		8073	9078	10028
		3		5831	10351	12318
		4		8826	14962	7520
		5		7517	6466	9921
23		1		1150	2143	1612
		2		2079	1029	2207
		3		2238	2181	2673
		4		2567	1888	1570
		5		1638	1549	1729
25		1		3883	4685	3974
		2		2115	3878	3618
		3		2674	2088	5925
		4		3782	2794	3119
		5		4251	4061	3733
26		1		6527	5726	5423
		2		4484	5137	4548
		3		5153	3745	4334
		4		5079	4025	5231
		5		3425	3351	4973
27		1		2081	3518	4884
		2		2579	3098	2459
		3		2956	3555	2680
		4		3251	3656	3337
		5		2707	3748	4116
28		1		1594	4514	3782
		2		4125	4431	5385
		3		2514	5802	4857
		4		1381	4727	4492
		5		3531	5320	2975
29		1		3051	2843	2741
		2		5089	4186	5256
		3		3171	2874	2819
		4		4374	4314	4249
		5		3304	5170	5654
30		1		5713	4584	4782
		2		3859	3351	6523
		3		11342	4857	6327
		4		7097	7681	4047
		5		6653	5271	5553

AANHANGSEL 6 Variansieanalises vir plantmassas op pypstadium

Proef Nr. 3

Bron van Variasie	Vg.	S.v.k.	G. S.v.k.	F en Bete- kenisvolheid
Blokke	4	8 289 784,5		
Behandelings	2	67 139 149,2	33 569 574,60	16,153 **
Fout	8	16 625 021,2	2 078 127,65	
Totaal	14	92 053 954,9		

KBV (P=0,05 en 0,01) = 2 604,5; 3 629,6

Proef Nr. 6

Bron van Variasie	Vg.	S.v.k.	G. S.v.k.	F en Bete- kenisvolheid
Blokke	4	9 206 162,6		
Behandelings	2	7 398 575,9	3 699 287,95	4,473 *
Fout	8	6 615 000,0	826 875,00	
Totaal	14	23 219 738,5		

KBV (P=0,05) = 1 642,9

Proef Nr. 7

Bron van Variasie	Vg.	S.v.k.	G. S.v.k.	F en Bete- kenisvolheid
Blokke	4	5 222 632,6		
Behandelings	2	3 178 740,5	1 589 370,25	6,619 *
Fout	8	1 920 726,8	240 090,85	
Totaal	14	10 322 099,9		

KBV (P=0,05) = 885,3

AANHANGSEL 6 (vervolg)

Proef Nr. 28

Bron van Variasie	Vg.	S.v.k.	G. S.v.k.	F en Bete- kenisvolheid
Blokke	4	3 839 677,2		
Behandelings	2	14 418 058,9	7 209 029,45	8,513 *
Fout	8	6 774 220,4	846 777,55	
Totaal	14	25 031 956,5		

KBV (P=0,05) = 1 662,6

AANHANGSEL 7

Graanopbrengste (kilogram per hektaar)

Proef Nr.	:	Blok Nr.	Behandeling		
			P ₀	P ₁	P ₂
6	:	1	4758	4758	4856
		2	4050	4660	4538
		3	4782	4758	4465
		4	4368	4685	4685
		5	3587	3880	4343
9	:	1	2830	3099	3806
		2	4075	3562	5441
		3	3416	3928	3514
		4	3343	4099	4660
		5	4050	4807	4953
11	:	1	3831	3343	3270
		2	3562	3294	3123
		3	3953	3733	4392
		4	3636	2952	3026
		5	3050	3123	2904
12	:	1	3392	3977	3489
		2	3684	3587	2952
		3	3709	4124	3392
		4	3172	3928	3928
		5	3538	3684	2660
13	:	1	3709	4050	4538
		2	3611	4587	4758
		3	4465	4392	4587
		4	4270	4490	4563
		5	4294	4416	4124
15	:	1	2611	2269	2879
		2	2562	3026	2562
		3	1708	2513	2464
		4	1757	2977	3294
		5	2538	2098	2830
16	:	1	4758	2806	4490
		2	3050	4563	4050
		3	4587	4563	6027
		4	4270	3684	4050
		5	4709	4368	4172
17	:	1	3416	3221	3758
		2	2220	2342	2318
		3	3562	3465	3953
		4	3367	1635	2684
		5	1366	1610	1440

AANHANGSEL 7 (vervolg)

Proef Nr.	:	Blok Nr.	Behandeling.		
			P ₀	P ₁	P ₂
18	:	1	3880	4075	4172
		2	2879	4368	3611
		3	4538	4587	4807
		4	3270	3538	3782
		5	4075	3562	4099
19	:	1	4002	3733	4465
		2	4172	4246	4124
		3	3928	4002	3806
		4	3806	4075	3880
		5	3538	4124	4563
21	:	1	5856	5344	5734
		2	5954	6051	6149
		3	5270	6271	5880
		4	6051	5514	5807
		5	5978	5636	6027
22	:	1	2562	2782	3123
		2	3562	4026	4465
		3	2098	2538	3611
		4	4172	4343	4856
		5	2684	2977	2904
23	:	1	3758	3684	3221
		2	3343	3367	3806
		3	3318	3538	3562
		4	3294	3440	3294
		5	3343	4050	4416
25	:	1	4392	4758	3880
		2	3806	4197	4880
		3	4099	4319	3587
		4	3855	4465	4782
		5	3709	4758	4904
26	:	1	5319	4636	4758
		2	4563	4050	4685
		3	4953	4929	4734
		4	4953	5002	4758
		5	3928	3758	4563
27	:	1	3514	3001	3270
		2	3343	3026	3489
		3	2782	3367	3367
		4	3001	3123	3123
		5	2757	3562	3221

AANHANGSEL 7 (vervolg)

Proef Nr.	:	Blok Nr.	Behandeling		
			P ₀	P ₁	P ₂
28	:	1	2562	3294	3392
		2	3270	3221	4002
		3	2708	4124	3758
		4	2416	3758	4075
		5	2684	3343	3855
30	:	1	2318	3611	3001
		2	2879	2708	2757
		3	2318	1928	3026
		4	2123	2708	2098
		5	2440	2879	3294

AANHANGSEL 8

Variansieanalises vir oesmassas

Proef Nr. 9

Bron van Variasie	Vg.	S.v.k.	G.S.v.k.	F en Bete- kenisvolheid
Blokke	4	3 616 058		
Behandelings	2	2 212 120	1 106 060	5,283 *
Fout	8	1 674 787	209 348	
Totaal	14	7 502 965		

KBV (P=0,05) = 826,7

Proef Nr. 22

Bron van Variasie	Vg.	S.v.k.	G.S.v.k.	F en Bete- kenisvolheid
Blokke	4	7 655 774		
Behandelings	2	1 521 820	760 910	10,94 **
Fout	8	556 384	69 548	
Totaal	14	9 733 978		

KBV (P=0,05 en 0,01) = 476,5; 664

Proef Nr. 28

Bron van Variasie	Vg.	S.v.k.	G.S.v.k.	F en Bete- kenisvolheid
Blokke	4	396 351		
Behandelings	2	3 214 071	1 607 035	14,286 **
Fout	8	899 867	112 483	
Totaal	14	4 510 289		

KBV (P=0,05 en 0,01) = 606 ; 844,4

AANHANGSEL 9

Fosforkonsentrasies in oondroë plantmateriaal op die pypstadium (%P)

Proef Nr.	:	Blok Nr.	:	Behandeling		
				P ₀	P ₁	P ₂
1		1		0,135	0,177	0,280
		2		0,151	0,205	0,262
		3		0,145	0,180	0,233
		4		0,164	0,233	0,190
		5		0,150	0,210	0,260
2		1		0,270	0,333	0,310
		2		0,333	0,305	0,303
		3		0,230	0,255	0,307
		4		0,255	0,315	0,270
		5		0,240	0,298	0,292
3		1		0,095	0,161	0,180
		2		0,090	0,135	0,193
		3		0,127	0,143	0,210
		4		0,090	0,120	0,212
		5		0,093	0,148	0,195
4		1		0,178	0,200	0,240
		2		0,195	0,201	0,256
		3		0,170	0,270	0,280
		4		0,187	0,186	0,322
		5		0,154	0,202	0,225
6		1		0,233	0,171	0,265
		2		0,233	0,252	0,283
		3		0,241	0,260	0,280
		4		0,208	0,254	0,270
		5		0,303	0,275	0,315
7		1		0,178	0,230	0,243
		2		0,165	0,211	0,241
		3		0,204	0,220	0,201
		4		0,160	0,196	0,222
		5		0,281	0,241	0,246
9		1		0,236	0,205	0,350
		2		0,236	0,219	0,283
		3		0,195	0,281	0,202
		4		0,203	0,234	0,236
		5		0,195	0,234	0,298
10		1		0,171	0,241	0,251
		2		0,248	0,201	0,320
		3		0,186	0,208	0,250
		4		0,179	0,271	0,280
		5		0,170	0,187	0,205

AANHANGSEL 9 (vervolg)

Proef Nr.	:	Blok Nr.	:	Behandeling		
				P ₀	P ₁	P ₂
11		1		0,355	0,375	0,460
		2		0,348	0,353	0,380
		3		0,340	0,314	0,325
		4		0,505	0,353	0,325
		5		0,314	0,323	0,386
12		1		0,225	0,220	0,251
		2		0,232	0,248	0,305
		3		0,210	0,298	0,238
		4		0,205	0,226	0,239
		5		0,199	0,210	0,225
13		1		0,240	0,323	0,313
		2		0,231	0,298	0,303
		3		0,225	0,260	0,320
		4		0,205	0,251	0,273
		5		0,206	0,275	0,241
14		1		0,455	0,404	0,325
		2		0,394	0,376	0,310
		3		0,370	0,330	0,342
		4		0,380	0,325	0,399
		5		0,390	0,357	0,425
15		1		0,216	0,192	0,208
		2		0,198	0,226	0,203
		3		0,172	0,173	0,195
		4		0,260	0,160	0,190
		5		0,180	0,156	0,205
16		1		0,142	0,207	0,205
		2		0,223	0,232	0,295
		3		0,190	0,222	0,294
		4		0,205	0,305	0,295
		5		0,173	0,225	0,230
17		1		0,225	0,213	0,209
		2		0,267	0,216	0,186
		3		0,180	0,197	0,230
		4		0,180	0,214	0,250
		5		0,177	0,210	0,215
18		1		0,183	0,222	0,246
		2		0,235	0,226	0,300
		3		0,232	0,223	0,303
		4		0,207	0,255	0,267
		5		0,218	0,335	0,299

AANHANGSEL 9 (vervolg)

Proef Nr.	:	Blok Nr.	:	Behandeling		
				P ₀	P ₁	P ₂
19		1		0,151	0,224	0,251
		2		0,165	0,223	0,230
		3		0,203	0,235	0,282
		4		0,173	0,205	0,185
		5		0,168	0,135	0,223
21		1		0,182	0,271	0,200
		2		0,230	0,230	0,198
		3		0,178	0,234	0,227
		4		0,203	0,231	0,204
		5		0,175	0,227	0,205
23		1		0,266	0,247	0,286
		2		0,220	0,317	0,260
		3		0,174	0,210	0,257
		4		0,229	0,176	0,304
		5		0,181	0,288	0,301
25		1		0,250	0,275	0,244
		2		0,279	0,310	0,266
		3		0,252	0,277	0,291
		4		0,255	0,299	0,305
		5		0,278	0,298	0,316
26		1		0,246	0,243	0,335
		2		0,237	0,309	0,332
		3		0,212	0,221	0,286
		4		0,215	0,275	0,310
		5		0,270	0,312	0,283
27		1		0,186	0,219	0,264
		2		0,210	0,225	0,210
		3		0,213	0,228	0,212
		4		0,224	0,241	0,207
		5		0,204	0,244	0,237
28		1		0,130	0,161	0,170
		2		0,147	0,156	0,179
		3		0,155	0,156	0,179
		4		0,142	0,147	0,215
		5		0,146	0,165	0,192
29		1		0,205	0,185	0,205
		2		0,197	0,245	0,228
		3		0,156	0,163	0,243
		4		0,157	0,195	0,212
		5		0,155	0,221	0,219

AANHANGSEL 9 (vervolg)

Proef Nr.	:	Blok Nr.	:	Behandeling		
				P ₀	P ₁	P ₂
30	:	1	:	0,167	0,196	0,196
		2		0,172	0,183	0,200
		3		0,119	0,226	0,204
		4		0,161	0,186	0,203
		5		0,194	0,180	0,203

AANHANGSEL 10 P-opname deur plante op pypstadium (kg/ha)

Proef Nr.	:	Blok Nr.	:	Behandeling		
				P ₀	P ₁	P ₂
1		1		8,39	11,06	16,72
		2		5,30	10,71	22,24
		3		6,61	6,76	23,73
		4		8,92	13,45	20,62
		5		9,00	10,44	11,76
2		1		18,01	31,61	29,87
		2		14,88	27,02	19,44
		3		14,00	14,40	23,18
		4		16,54	24,77	12,47
		5		12,95	21,38	18,27
3		1		2,39	12,19	10,33
		2		0,69	9,95	13,50
		3		1,91	6,05	12,54
		4		1,35	4,61	16,16
		5		0,51	8,61	6,56
4		1		4,06	6,66	6,18
		2		10,33	5,05	12,62
		3		2,70	8,70	13,48
		4		3,94	3,82	9,97
		5		2,71	6,68	4,62
6		1		7,86	9,26	19,52
		2		6,65	8,31	11,31
		3		8,35	9,21	9,23
		4		5,12	8,22	14,56
		5		8,10	10,65	10,62
7		1		8,01	6,69	6,61
		2		7,08	6,75	9,24
		3		5,17	3,98	4,48
		4		5,26	5,21	7,48
		5		11,82	6,41	11,18
9		1		3,66	1,97	6,98
		2		5,59	4,92	6,01
		3		2,40	3,87	1,91
		4		3,38	4,10	4,17
		5		3,32	5,17	4,62
10		1		2,26	3,57	5,39
		2		3,94	3,31	5,80
		3		2,30	2,83	4,78
		4		2,39	3,48	4,52
		5		3,08	3,33	2,94
11		1		11,44	13,50	16,05
		2		19,90	18,14	14,00
		3		15,57	17,04	14,82
		4		17,17	13,16	13,42
		5		11,80	15,13	11,47

Proef Nr.	:	Blok Nr.	Behandeling		
			P ₀	P ₁	P ₂
12	:	1	15,88	12,57	11,60
		2	8,67	15,11	15,93
		3	6,64	9,71	13,52
		4	10,53	9,17	9,99
		5	4,87	11,13	9,26
13	:	1	7,64	10,07	10,88
		2	4,36	8,53	8,04
		3	6,68	8,14	9,50
		4	7,86	5,72	9,33
		5	3,68	5,93	7,80
14	:	1	33,44	18,92	13,43
		2	22,16	22,42	14,74
		3	17,81	19,23	14,59
		4	20,29	14,70	20,56
		5	22,02	14,88	28,51
15	:	1	4,47	2,45	4,99
		2	3,84	3,46	3,57
		3	2,32	2,31	3,96
		4	5,68	3,89	3,40
		5	4,08	1,67	4,85
16	:	1	5,75	3,54	13,44
		2	8,12	11,84	10,43
		3	5,82	5,57	10,26
		4	6,75	13,14	18,65
		5	6,46	7,39	8,12
17	:	1	9,60	10,85	6,77
		2	6,63	11,65	13,05
		3	9,65	10,52	10,13
		4	13,46	7,87	8,56
		5	4,91	9,70	8,77
18	:	1	7,00	9,30	7,22
		2	10,12	5,89	9,71
		3	10,74	14,52	11,94
		4	6,22	8,59	11,47
		5	9,41	13,20	11,36
19	:	1	7,91	16,06	20,32
		2	6,01	11,40	9,19
		3	10,70	10,15	11,31
		4	9,43	11,01	9,86
		5	3,08	4,08	7,43
21	:	1	18,73	14,59	12,02
		2	18,57	20,88	19,86
		3	10,38	24,22	27,96
		4	17,92	34,56	15,34
		5	13,15	14,68	20,34

AANHANGSEL 10 (vervolg)

Proef Nr.	:	Blok Nr.	Behandeling		
			P ₀	P ₁	P ₂
23	:	1	3,06	5,29	4,61
		2	4,57	3,26	5,74
		3	3,89	4,58	6,87
		4	5,88	3,32	4,77
		5	2,96	4,46	5,20
25	:	1	9,71	12,88	9,70
		2	5,90	12,02	9,62
		3	6,74	5,78	17,24
		4	9,64	8,35	9,51
		5	11,82	12,10	11,80
26	:	1	16,06	13,91	18,17
		2	10,63	15,87	15,10
		3	10,92	8,28	12,40
		4	10,92	11,07	16,22
		5	9,25	10,46	14,07
27	:	1	3,87	7,70	12,89
		2	5,41	6,97	5,16
		3	6,30	8,10	5,68
		4	7,28	8,81	6,91
		5	5,52	9,15	9,76
28	:	1	2,07	7,27	6,43
		2	6,06	6,91	9,64
		3	3,90	9,05	8,69
		4	1,96	6,95	9,66
		5	5,16	8,78	5,71
29	:	1	6,25	5,26	5,54
		2	10,03	10,26	11,98
		3	4,95	4,68	6,85
		4	6,87	8,41	9,01
		5	5,12	11,43	12,38
30	:	1	9,54	8,98	9,37
		2	6,64	6,13	13,05
		3	13,50	10,98	12,91
		4	11,43	14,29	8,22
		5	12,91	9,49	11,27

