

**INVLOED VAN BEMESTING OP DIE OPBRENGS EN
KWALITEIT VAN UIE (*Allium cepa* L.)**

deur

PETRUS LANGENHOVEN



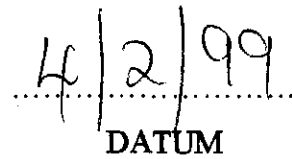
Tesis ingelewer ter gedeeltelike voldoening aan die vereistes vir die Graad Magister in
die Landbouwetenskappe aan die Universiteit van Stellenbosch

Studieleier: Dr. N.J.J. Combrink
Departement Akkerbou en Weiding
Universiteit van Stellenbosch
Maart 1999

VERKLARING

Ek, die ondergetekende, verklaar hiermee dat die werk in hierdie tesis vervat, my eie oorspronklike werk is en dat ek dit nie vantevore in die geheel of gedeeltelik by enige ander universiteit ter verkryging van 'n graad voorgelê het nie.


HANDTEKENING


DATUM

UITTREKSEL

Die Wes-Kaap is een van die belangrikste uieproduserende-streke in Suid-Afrika. Dit is vir die produksie van intermediêre-daglengte-ue geskik. Jaarliks word daar ongeveer 2500 ha uie geplant met 'n opbrengs van ongeveer 120 000 ton. Van die totale produksie is slegs 9 000 ton in die 1998 seisoen uitgevoer en van hierdie 9 000 ton is 4.9% weens swak kwaliteit afgekeur. In Suid-Afrika is daar nie riglyne vir die bemesting van intermediêre-daglengte-ue nie. Dit is belangrik om bemestingsriglyne te hê, want optimale opbrengste van goeie kwaliteit kan met 'n goeie bemestingsprogram verkry word, bemestingstowwe is duur en kan skadelik teenoor die omgewing wees as dit verkeerd gebruik word. Produkte van goeie kwaliteit kan uitvoere verhoog en die plaaslike markte stabiliseer.

Om bemestingsriglyne daar te stel word N, P en K veldproewe op drie verskillende lokaliteite geplant nl: Koue Bokkeveld, Stellenbosch en Caledon. Die lokaliteite is weens verskille in klimaat en grondtekstuur gekies. Die minimum en maksimum temperatuur vir die Koue Bokkeveld, Stellenbosch en Caledon was 11/23, 12/25 en 13/27 °C onderskeidelik. By al die lokaliteite is 3 stikstof-, 4 fosfaat- en 4 kalium bemestingspeile gebruik. Die behandelings is faktoriaal in 'n gerandomiseerde blokontwerp met twee herhalings gerangskik. Daar is ook by Stellenbosch 'n N-bemestingsproef met vier verskillende N-peile en vier N-toedieningsmetodes geplant. Die behandelings is faktoriaal in 'n bloklose proefontwerp met drie herhalings gerangskik. N, P en K is onderskeidelik in die vorm van kalksteenammoniumnitraat, enkel-superfosfaat en kaliumsulfaat voorsien. Bemarkbare en onbemarkbare bolle is tydens oes bepaal. Gewigsverlies is oor 'n periode van 6 maande bepaal en stoorafwykings ge-evalueer.

Dit is duidelik dat hoë N-peile, veral op gronde met 'n redelike hoë potensiaal om stikstof vry te stel, 'n negatiewe effek op opbrengs en kwaliteit het. 'n Betekenisvol laer opbrengs is met die hoogste N-peil by Caledon verkry. Hoë N-peile het ook die persentasie massaverlies betekenisvol by Stellenbosch en Caledon verhoog. Dieselfde tendens het met hoë N-peile in die N-bemestingsproef voorgekom. Die laat toediening van N het geneig om massaverlies te verhoog. Ten spyte van hoë P-peile in die grond (58 – 66 mg.kg⁻¹) het die uie tog goed gereageer ten opsigte van P-bemesting. Met hoë P-peile

was die blaredak groter en dus is groter bolle geproduseer. Die duidelike P-reaksie het slegs in die Koue Bokkeveld en by Caledon voorgekom. By Stellenbosch is geen opbrengsverhoging met P gevind nie en kwaliteit het verswak. Die hoogste P-peil het die grootste massaverlies tydens opberging getoon. K het slegs 'n effek gehad waar die K- en klei-inhoud van die grond laag was. Hoë K-peile het die opbrengs en kwaliteit van uie in die Koue Bokkeveld merkwaardig verbeter. Daar het ook sekere interaksies voorgekom. Die persentasie onbemarkbare bolle is deur 'n P en K interaksie beïnvloed. 'n Styging in die aantal dubbel bolle was verantwoordelik vir die styging in onbemarkbare bolle. Met die laagste P-peil het hoër K-peile die persentasie onbemarkbare bolle verlaag. Waar hoë K-peile met hoë P-peile gekombineer is, was daar egter 'n ernstige toename in onbemarkbare bolle. Die P en K interaksie het ook 'n effek op die persentasie uitloop gehad. Met lae P-peile het K amper geen effek gehad nie, maar 'n kombinasie van die hoogste P- en laagste K-peil het die hoogste persentasie uitloop gelewer. Die interaksie tussen N en P het net soos die P en K interaksie 'n effek op die persentasie uitloop gehad. Die hoogste N-peil in kombinasie met die hoogste P-peil het die persentasie uitloop betekenisvol verhoog.

Die N, P en K proewe dui daarop dat die optimum N-peil minder as 130 kg N.ha^{-1} kan wees op gronde met ongeveer 16 % klei. Dit kan egter so hoog as 160 kg N.ha^{-1} op 'n sandgrond wees. Die optimum P-peil het van 30 tot 130 kg P.ha^{-1} gevarieer. Waar 'n swak P-reaksie gevind is, was die grond se Ca en S status relatief hoog. Dit is moontlik dat die duidelike P-reaksie wat met enkel-superfosfaat (10.5 % P, 20.3 % Ca, 12.1 % S) in die Koue Bokkeveld gevind is, moontlik ook weens voorsiening van Ca en S was. Op Caledon se skalie-grond, met 'n K-ontleding van 288 mg.kg^{-1} , was die optimum K-behoefte minder as 75 kg K.ha^{-1} . Op die sandgrond van die Koue Bokkeveld, met 'n K-ontleding van 43 mg.kg^{-1} , was die optimum K-peil ongeveer 200 kg K.ha^{-1} . Die N-bemestingsproef is op 'n grond met 'n optimum N-behoefte van 115 kg N.ha^{-1} uitgevoer (10 % klei). Daar is aangetoon dat die standaard N-toedieningsmetode (40 % N met plant en oorblywende 60 % N verdeel in drie gelyke paimente en toegedien op 2, 4 en 7 weke na plant) 'n aanvaarbare praktyk is.

Opvolg proewe word reeds gedoen om die bemestingsriglyne verder te verfyn.

ABSTRACT

The Western Cape is one of the most important onion producing regions in South Africa. It is well suited for the production of intermediate daylength onion cultivars. Annually about 2500 ha are planted with a yield of about 120 000 tons. Only 9 000 tons was exported in 1998 and of these 9 000 tons 4.9% was rejected due to poor quality. In South Africa there are no guidelines for the production of intermediate daylength onions. It is very important to have fertiliser guidelines, because optimal yields of good quality can be achieved with a good fertiliser program. Produce with exceptional quality can boost exports and at the same time stabilize local markets. However fertilisers are very expensive and could be damaging to the environment if used incorrectly.

To produce fertiliser guidelines N, P and K field trials were planted at three different localities (Koue Bokkeveld, Stellenbosch and Caledon). The localities were chosen according to the difference in climate and soil texture, and these are important onion growing areas. The minimum and maximum temperature for the Koue Bokkeveld, Stellenbosch and Caledon was 11/23, 12/25 and 13/27 °C respectively. At all the localities 3 nitrogen-, 4 phosphorus- and 4 potassium levels were used. Treatments were factorially arranged in a randomised block design, with two replicates. At Stellenbosch a N fertiliser trial was planted with four N levels and four N application methods. The treatments were factorially arranged in a completely randomised block design, with three replicates. N, P and K was applied as limestone ammonium nitrate, single superphosphate and potassium sulphate. Marketable and unmarketable bulbs were quantified at harvest. Weight loss during storage was determined over a six month period and storage disorders were evaluated.

It was clear that high N levels, especially on soil with a high potential for releasing N, had a negative effect on yield and keeping quality. At Caledon a significant reduction in yield took place with the highest N level. High N levels also had a significant effect on weight loss at Stellenbosch and Caledon. The same trend with high N levels occurred in the N fertiliser trial. Weight loss was increased with the late application of N in the growing season. In spite of the fact that the P levels were high (58 – 66 mg.kg⁻¹) in the different soils, the onions reacted very well to phosphorus fertiliser.

As a result of the higher P levels there was more foliage in the leaf canopy and the bulbs were larger. This P reaction only occurred in the Koue Bokkeveld and at Caledon. At Stellenbosch yield was not improved with P fertilisation and bulbs were of poor quality. The highest P level resulted in the greatest weight loss in storage. K had an effect where the K status and clay content of the soil was low. High potassium levels improved yield and keeping quality remarkably in the Koue Bokkeveld. Some interactions also occurred. The percentage unmarketable bulbs were influenced by a P and K interaction. An increase in double bulbs was responsible for the increase in the percentage unmarketable bulbs. At the lowest P level, higher K levels decreased the percentage unmarketable bulbs. Alarming proportions were reached when high K levels were combined with the highest P level. The P and K interaction also had an effect on the percentage sprouting. K did not have any effect on sprouting at low P levels. A combination of the highest P level and the lowest K level produced the highest percentage sprouting. The interaction between N and P, like the P and K interaction had an effect on the percentage sprouting. The highest N level in combination with the highest P level increased the percentage sprouting significantly.

The N, P and K field trials showed that the optimum N level is less than 130 kg N.ha⁻¹ on a soil with 16 % clay. On a sandy soil it can be as high as 160 kg N.ha⁻¹. The optimum P level varied from 30 to 130 kg P.ha⁻¹. Where a poor P reaction was observed the Ca and S status in the soil was low. It is possible that the drastic P reaction with superphosphate (10.5 % P, 20.3 % Ca, 12.1 % S) in the Koue Bokkeveld can be a result of the application of Ca and S. On the shale soil at Caledon, with a K status of 288 mg.kg⁻¹, the optimum K level is less than 75 kg K.ha⁻¹. On the sandy soil of the Koue Bokkeveld, with a K status of 43 mg.kg⁻¹, the optimum K level was 200 kg K.ha⁻¹. The N fertilisation trial was done on a soil with an optimum N level of 115 kg N.ha⁻¹ (10 % clay). It was demonstrated that the standard N application method (40 % N with planting and the rest divided in three equal applications of 20 % N on 2, 4 and 7 weeks after planting) is still an acceptable practice.

Follow-up trials are being done to determine the exact optimum level of fertilisation.

BEDANKINGS

'n Spesiale woord van dank aan my studieleier, Dr. N.J.J. Combrink, onder wie se leiding hierdie studie uitgevoer is. Sonder sy leiding sou die skryf van die tesis nie moontlik gewees het nie.

Ek bedank graag die Landbounavorsingsraad – Roodeplaat vir die gebruik van hul fasiliteite en finansiële ondersteuning.

Aan die Uieprodusente Vereniging van Ceres en die Overberg, hartlike dank vir die toegang tot proefpersele te De Keur Landgoed (Koue Bokkeveld) en Dunghye Park Landgoed (Caledon), vir plantmateriaal en geldelike ondersteuning wat die uitvoer van die proewe moontlik gemaak het.

Aan al my vriende, met uitsondering Pieter Coetzee en Hester de Wet, vir julle belangstelling en insette.

Aan my familie en vrou wil ek baie dankie sê vir die aanmoediging en ondersteuning.

Aan my Skepper kom al die eer toe.

INHOUDSOPGAWE

Hoofstuk 1

Inleiding	1
Literatuurverwysings	4

Hoofstuk 2

Literatuuroorsig: *Fisiologie van die ui (Allium cepa L.) met betrekking tot vegetatiewe groei, bolontwikkeling en dormansie*

1. Vegetatiewe groei	5
1.1. Algemene aspekte van groei	
1.2. Invloed van omgewingsfaktore op vegetatiewe groei	
2. Bolontwikkeling en rypwording	7
2.1. Morfologiese gebeurtenisse	
2.2. Interne samestelling	
2.3. Invloed van omgewingsfaktore op bolontwikkeling en rypwording	
3. Dormansie en spruitontwikkeling	10
3.1. Bolontwikkeling en struktuur met betrekking tot dormansie	
3.2. Faktore wat dormansie en periode van opberging beïnvloed	
Literatuurverwysings	15

Hoofstuk 3

Literatuuroorsig: *Effek van voedingselemente op die kwaliteit van uie*

1. Stikstof	19
1.1. Vorms waarin stikstof opgeneem word	20
1.2. Verkryging van stikstof deur plante	21
1.2.1. Omgewingsfaktore wat die opname van nitrate deur plante beïnvloed	
1.2.2. Omgewingsfaktore wat die opname van ammonium deur plante beïnvloed	
1.3. Ammoniumtoleransie van uie	25
1.4. Effek van ammonium- en nitraatvoeding op plantegroei, wateropname en bolkwaliteit van uie	26
1.5. Effek van bron, peil en frekwensie van stikstofvoeding op opbrengs, bemarkbare grade en die voorkoms van vrot bolle	27
1.5.1. Bron en peil van stikstof	
1.5.2. Verdelingsmetode en frekwensie	
1.5.3. Interaksies	
1.6. Effek van stikstofvoorsiening op bolontwikkeling van uie	30
1.6.1. Nitraatkonsentrasie in voedingsoplossing	
1.6.2. Tydsberekening van hoë en lae nitraatvoorsieningsperiodes	
2. Fosfaat	34
2.1. Fosfaatfraksies in die grond	34
2.2. Invloed van grondeienskappe op die beskikbaarheid van fosfaat	35
2.2.1. Invloed van pH en katione	
2.2.2. Invloed van grondtekstuur	
2.2.3. Invloed van organiese materiaal	
2.3. Fosfaat in oplossing en plantwortel interaksies	37
2.4. Rol van fosfaat in plante	38
2.5. Fosfaat en die gedrag van plante	39
2.5.1. Ontwikkeling en rypwording	

2.5.2. Siekte-infeksie	
2.6. Reaksie van uie op fosfaatplasing	40
2.6.1. Invloed van fosfaat op saailinggroei en fosfaatopname	
2.6.2. Invloed van fosfaatplasing op die opbrengs van uie	
2.6.3. Invloed van fosfaatplasing op die aantal dae tot volwassenheid	
2.7. Invloed van fosfaat op die kwaliteit van uie.	42
3. Kalium	42
3.1. Kaliumvaslegging	43
3.2. Kaliumfraksies	43
3.3. Effek van kalium op die kwaliteit van plantprodukte	44
3.3.1. Interaksies tussen kalium en ander faktore	
3.3.2. Biosintetiese prosesse	
3.3.3. Translokasie prosesse	
3.3.4. Voorkoms van siektes	
3.3.5. Droogte bestandheid	
Literatuurverwysings	51

Hoofstuk 4

Invloed van N, P en K bemesting op die opbrengs en kwaliteit van uie

Uittreksel	61
Inleiding	62
Materiaal en Metode	63
Resultate	66
Eksperiment 1 (Ceres)	66
Eksperiment 2 (Stellenbosch)	78
Eksperiment 3 (Caledon)	83
Bespreking en Gevolgtrekkings	87

Literatuurverwysings	91
----------------------	----

Hoofstuk 5

Invloed van N-peil en N-toedieningsmetode op die opbrengs en kwaliteit van uie

Uittreksel	93
Inleiding	94
Materiaal en Metode	95
Resultate	97
Bespreking en Gevolgtrekkings	101
Literatuurverwysings	103
Aanhangsel 1	105
Aanhangsel 2	107
Aanhangsel 3	109
Aanhangsel 4	111

HOOFSTUK 1

Inleiding

In Suid-Afrika is die Wes-Kaap die provinsie wat die meeste intermediêre-daglengte-ue produseer. Die Wes-Kaap word in vier uieproduserende streke verdeel, nl: Koue Bokkeveld, Overberg, Boland en Sandveld (kortdag uie). In die Koue Bokkeveld-, Overberg- en Boland uieproduserende-streke word jaarliks ongeveer 2500 ha uie geplant. Dit lewer 'n gemiddelde opbrengs van 120 000 ton uie met 'n markwaarde van R108 miljoen. In 1998 is daar 9 000 ton uie, per skip, uitgevoer. Van die uitvoere is daar 4.9% weens bederf afgekeur.

Uie word dwarsdeur die jaar op die vernaamste varsproduktemarkte in Suid-Afrika aangetref en 'n ondersoek van uiepryse toon duidelik dat skommelings van maand tot maand asook van jaar tot jaar voorkom. Markpryse word hoofsaaklik deur vraag en aanbod bepaal.

Voornemende uieprodusente is dikwels van mening dat wanneer vroeër of later gesaai word, dit moontlik is om vroeër of later, wanneer uie skaars is, te bemark. Bolvorming by uie vind egter slegs by 'n bepaalde minimum daglengte en temperatuur, afhangende van die spesifieke kultivar, plaas.

In die Wes-Kaap word kortdag cultivars vanaf einde Oktober tot Desember geoes, terwyl intermediêre cultivars vanaf Desember tot Februarie geoes word. 'n Gedeelte van laasgenoemde oes is vanweë die intermediêre cultivars se goeie hou vermoë, voorkoms en kwaliteit, vir die uitvoermark bestem. Uie word ook plaaslik geberg en afhangende van beskikbare voorrade word die binnelandse mark voorsien tot die eerste uie van Noordwes Provinsie vanaf September gereed is om geoes en bemark te word.

Gedurende die periode November tot Februarie is die markte oorvoorsien en gevolglik daal pryse stelselmatig tot 'n laagtepunt in Desember en Januarie. Daarna begin pryse geleidelik styg om 'n hoogtepunt in Augustus te bereik.

Hierdie geweldige skommeling in pryse het die produsente genoodsaak om na die buitelandse markte, dus uitvoere, te begin kyk. Daar bestaan egter sterk mededinging op die oorsese markte, waar kwaliteit uiteindelik deurslaggewend is ten opsigte van prys. Kwaliteit van uie word deur 'n verskeidenheid van faktore beïnvloed en hiervan is bemesting seker een van die belangrikste (Joubert & van der Klashorst, 1986).

Uie reageer goed op organiese bemesting soos kraalmis en kompos asook op swaar toedienings van bemestingstowwe wat stikstof bevat. 'n Hoë opbrengs kan op die wyse verkry word, maar oormatige bemesting lei gewoonlik tot ander probleme.

'n Uieplant produseer slegs een bol en om die opbrengs te verhoog moet die produsent hom toespits op groter bolle. Bolle groter as 6 cm is egter nie goed in aanvraag op die plaaslike markte nie en die hou vermoë daarvan is ook swakker. Oormatige bemesting vertraag rypwording, veroorsaak dik nekke en indusseer meer plante om saadknoppe te vorm. Dit is dus noodsaaklik dat die korrekte bemestingsriglyne gevolg word om sodoende die beste kwaliteit uie op die mark te kry (Jackson, 1977).

Die term kwaliteit word baie gebruik, maar dit is nie maklik om dit te definieer of te kwantifiseer nie. Kwaliteitstandaarde hang grootliks af van die doel waarvoor die produk aangewend gaan word, hetsy op die plaaslike of oorsese markte. Daar word dus verskeie standaarde vir dieselfde produk gebruik. Kwaliteitstandaarde word gekoppel aan fisiologiese en biochemiese prosesse in die plant en dit word weer deur eksterne faktore beïnvloed. Eksterne faktore sluit in plantvoeding, temperatuur, ligintensiteit en beskikbaarheid van water aan die plant. Die verwantskap tussen die faktore is van groot belang vir die produksie van chemiese bestandele wat fisiese kwaliteitsbepalende eienskappe bepaal (Mengel, 1979).

'n Uie van goeie kwaliteit is 'n bol wat vir 'n geruime tyd opgeberg kan word sonder enige siekte ontwikkeling en sonder dat enige van die bolle uitloop of vrot word. Veral die uitvoermark benodig uie met 'n goeie opbergingsvermoë.

Daar is drie belangrike redes waarom daar navorsing op die bemesting van 'n gewas gedoen moet word. Eerstens speel bemesting 'n belangrike rol by die opbrengs en kwaliteit van produkte wat geoes word. Tweedens is bemestingstowwe baie duur en moet dus so koste-effektief moontlik gebruik word. Ten laaste het bemesting 'n negatiewe effek op die omgewing (besoedeling) indien dit onoordeelkundig toegedien word.

In Suid-Afrika is daar nie vasgestelde riglyne vir die bemesting van intermediêre-daglengte-ue nie. Aangesien die meeste intermediêre-daglengte-ue in die Wes-Kaap geplant word, en die Wes-Kaap groot potensiaal het vir die uitvoer van uie, is dit van kardinale belang om bemestingsriglyne daar te stel om 'n hoë opbrengs te verseker en uie van uitstaande gehalte te produseer. In hierdie studie is daar gekyk na die invloed wat stikstof, fosfaat en kalium op die opbrengs en kwaliteit van uie het.

Die twee belangrikste uieproduserende-gebiede in die Wes-Kaap is Ceres (Koue Bokkeveld) en Caledon (Overberg). Hierdie twee gebiede verskil klimatologies asook ten opsigte van grondtipes. In die Koue Bokkeveld is temperature laer en word uie op sanderige en sandleem gronde verbou, terwyl daar by Caledon op sandleem en kleigronde (skalie) geplant word. Hierdie verskille in grond en klimaat is in ag geneem deur bemestingsproewe in albei streke te plant.

LITERATUURVERWYSINGS

JACKSON, D.C., 1977. Bemesting van uie. Publikasie E1/1977. Navorsingsinstituut vir Tuinbou, Pretoria.

JOUBERT, T.G. la G. & VAN DER KLASHORST, E., 1986. Die bemarking, gradering en uitvoer van uie. Publikasie J1/1986. Navorsingsinstituut vir Groente en Sierplante, Pretoria.

MENGEL, K., 1979. Influence of exogenous factors on the quality and chemical composition of vegetables. *Acta Horticulturae*. 93, 133 - 151.

HOOFSTUK 2

Literatuuroorsig: Fisiologie van die ui (*Allium cepa* L.) met betrekking tot vegetatiewe groei, bolontwikkeling en dormansie

1. Vegetatiewe groei

1.1. Algemene aspekte van groei

Uie het 'n baie vlak wortelstelsel. Al die wortels kom in die boonste 60 cm van die grond voor, met die grootste hoeveelheid in die boonste 23 cm (Drinkwater & Janes, 1955; Strydom, 1964). Wanneer dit met ander gewasse vergelyk word, is die wortels van uie betreklik dik en het dit 'n lae oppervlak tot volume verhouding. Uiewortels het ook geen wortelhare nie. Kort wortelhare vorm wel wanneer dit in vogtige lug ontwikkel (Brewster, 1977).

In vergelyking met ander gewasse het uie 'n lae maksimum groeitempo. Resultate toon dat uiesaaillinge se maksimum relatiewe groeitempo die helfte van ander groente saailinge is (Brewster, Bhat & Nye, 1975; Brewster, 1977). Die kombinasie van 'n klein saadjie, 'n lae groeitempo, 'n vlak wortelstelsel met lae digtheid en 'n blaredak van kort regopstaande blare, dra daartoe by dat uie stadig vestig en op 'n vroeë stadium baie gevoelig vir onkruid kompetisie is (Hewson & Roberts, 1971). In natuurlike plantegroei word 'n lae groeitempo gekorreleer met aanpassing by omgewings wat lae biologiese produktiwiteit het. Uie vertoon eienskappe van wilde plantspesies wat aangepas is by droogte toestande (Brewster, 1977).

1.2. Invloed van omgewingsfaktore op vegetatiewe groei

Temperatuur. Die relatiewe groeitempo verhoog liniêr vanaf 10 tot 19 °C, bereik 'n maksimum by 23 tot 27 °C en verlaag weer by 31 °C. Die netto assimilasietempo en die blaaroppervlakte verhouding neem toe vanaf 10 tot 19 °C en albei dra by tot die verhoogde relatiewe groeitempo. Die blaaroppervlakte indeks verhoog indien die temperatuur tot 27 °C verhoog, maar die assimilasietempo verlaag (Brewster, 1979).

Ligintensiteit. Die relatiewe groeitempo en die netto assimilasietempo verhoog indien die ligintensiteit verhoog. Namate die ligintensiteit verlaag, verhoog die verhouding van blaarbladlengte tot -breedte (Brewster, 1977). Dus met 'n hoë plantpopulasie en 'n lang groeiperiode sal die groeitempo verlaag namate ligintensiteit verlaag (Brewster, 1994).

Minerale voeding. Eksperimente waarin twintig verskillende groentegewasse met mekaar vergelyk is, het getoon dat uie meer stikstof, fosfaat en kalium vir maksimum opbrengs, as die ander groentegewasse benodig. Twee plantfaktore is hier belangrik. Eerstens die behoefte aan voedingstowwe wat afhang van die relatiewe groeitempo van die plant wat laag is in die geval van uie. Tweedens is daar die wortellengte of worteloppervlak per eenheid plantgewig, wat ook by uie laag is. Laasgenoemde is veral belangrik waar die diffusietempo na wortels die tempo van opname van voedingstowwe beperk (Brewster, 1977). In gronde is hierdie diffusie hindernis veral van belang by fosfaat en kalium en nie so belangrik by nitrate nie (Baldwin, 1975). Uie reageer baie goed op fosfaat en kalium bemesting. Aangesien uie se wortelstelsel baie klein is en ook geen wortelhare het nie, neem dit baie minder fosfaat as raap (*Brassica napus* L.) se wortels op (Brewster, 1977). In sommige gevalle kan die opname van voedingstowwe, deur die infeksie van wortels met simbiotiese mycorrhiza, bevorder word. Op gronde met 'n lae fosfaatinhoud het geïnfekteerde uie baie beter gegroei as nie-geïnfekteerde uie (Hayman & Mosse, 1971). Hierdie mycorrhiza vergroot die plek van opname van fosfaat (Brewster, 1977).

2. Bolontwikkeling en rypwording

2.1. Morfologiese gebeurtenisse

Die begin van bolvorming word gekarakteriseer deur 'n vinnige verlenging van die blare. Dit vind plaas as gevolg van 'n verlenging van die blaarskede in die nek van die ui. As gevolg van selvergroting vind laterale swelling van die blaarskede plaas (Brewster, 1977). Namate bolontwikkeling vorder word die vorming van nuwe blare gestaak en skubblaarinisiale word op die groeipunt gedifferensieer (Heath & Hollies, 1965). Hierdie skubblare swel om die stoorweefsel binne die bol te vorm. Die diepste skubblare word nie so dik soos die buitenste blare nie. Indien die bol volwasse word, word 2 tot 3 blaarinisiale op die groeipunt gevorm. Hierdie inisiale verleng en produseer blare in die volgende seisoen wanneer die bol uitloop (Brewster, 1977).

Met bolrypwording gaan die ouer blare van hul punte afwaarts dood. Rypwording word gekenmerk deur die verval van selle in die pseudostam (nek). Die sagte nek veroorsaak dat die res van die blare omval. Die inisiasie van wortels hou ook op as bolontwikkeling begin en wortels sterf af as volwassenheid bereik word (Brewster, 1977).

2.2. Interne samestelling

Algemene biochemie. Die droëmaterialeinhoud verskil baie tussen cultivars. Cultivars met 'n hoë droëmaterialeinhoud het 'n lang stoorvermoë en het ook 'n langer groeiseisoen (Brewster, 1977). Brewster (1977) het ook gerapporteer dat daar 'n negatiewe korrelasie tussen bolgrootte en droëmaterialeinhoud is. Die droëmaterialeinhoud van *Alliums* bestaan uit nie-strukturele of opbergingskoolhidrate. Die biochemie van die koolhidrate is onlangs deur Brewster (1994) en Darbyshire & Steer (1990) hersien. *Allium* gewasse het amper geen stysel nie, maar stoor koolhidrate as fruktans. Dit is lang ketting polimere van fruktose (Hendry, 1993). Fruktans word in die vakuole van plantselle gestoor. In die vakuole word dit afgebreek na fruktose en glukose. Dit kan die osmotiese potensiaal van die vakuoolsap verhoog en wateropname, wat met

selvergroting gepaard gaan, aandryf. Groei deur middel van selvergroting is by bolontwikkeling en die uitloop van uie betrokke. Fruktanvlakke verlaag en fruktose konsentrasies styg gedurende spruitontwikkeling in bolle. Wanneer plante aan bol-induktiewe toestande blootgestel word, vind 'n verhoging in fruktanvlakke plaas voordat bolle sigbaar begin swel. Hierdie bevindinge dui daarop dat die metabolisme van fruktans moontlik 'n sentrale rol by bolontwikkeling en spruitvorming in bolvormende *Alliums* speel (Brewster, 1994).

Brewster (1977) het vasgestel dat uieblare oortollige koolhidrate en stikstofverbindings na die bolle translokeer wanneer hulle afsterf. Bennet (1945) het waargeneem dat stikstof en die meeste minerale van blare na die bolle getranslokeer word. Lorenz & Hoyle (1946) het getoon dat wanneer blare afsterf, die droëmateriaal konsentrasie van bolle verhoog deur middel van die translokasie van droëmateriaal na die bolle of deur waterverlies uit bolle.

Smaak komponente. Die konsentrasie van smaakkomponente in uie word verbeter wanneer plante onder vogspanning verbou word (Freeman & Mossadeghi, 1973) en word verlaag wanneer dit onder toestande van 'n swawel tekort verbou word (Brewster, 1977). Die skerp vlugtige verbindings, wat kenmerkend van *Allium* spesies is, word deur 'n ensiematiese reaksie gevorm wanneer die ui se weefsel beskadig word (Brewster, 1994).

2.3. Invloed van omgewingsfaktore op bolontwikkeling en rypwording

Daglengte. Bolontwikkeling word bevorder deur lang dae. Cultivars verskil baie in hul daglengte behoefte vir bolontwikkeling (Brewster, 1977). Hoe langer die dae hoe gouer stop blaargroei en hoe gouer vind bolrypwording plaas (Brewster, 1977; Austin, 1972). Brewster (1977) het gevind dat wanneer slegs een blaar van 'n plant met 'n lang fotoperiode behandel word, word bolvorming in die plant bevorder.

Temperatuur. Brewster (1977) het gevind dat die kritiese daglengte vir bolontwikkeling afneem met 'n toename in temperatuur. Eksperimente wat uitgevoer is het getoon dat die vinnigste bolontwikkeling en vroegste afname in blaaroppervlakte (aanduiding van volwassenheid) by temperature van 25 tot 30 °C plaasvind (Brewster, 1977). Derhalwe vind bolontwikkeling by 'n gegewe fotoperiode vinniger by hoë temperature plaas (Brewster, 1994).

Ligkwaliteit en -intensiteit. In 'n studie waar uie onder konstante fotoperiodes en temperature, maar in lig met 'n reeks van rooi:ver-rooi verhoudings verbou is, is daar getoon dat hoe laer die verhouding raak hoe vinniger vind bolontwikkeling plaas. Baie ontwikkelingsprosesse in die plant word deur die rooi:ver-rooi verhouding van inkomende lig beheer. Aangesien blare die rooi golflengtes sterker absorbeer as die ver-rooi golflengtes, word die verhouding laer namate die lig deur die blaardak van die plante beweeg. Die rooi:ver-rooi verhouding word deur die phytochrom pigment sisteem waargeneem (Brewster, 1994).

By 'n gegewe temperatuur het 'n hoër ligintensiteit bolontwikkeling bevorder en bolle word ook vroeër volwasse (Brewster, 1977). Brewster (1977) het ook gevind dat die blaaroppervlakte, by 'n hoër ligintensiteit, gouer verklein.

Minerale voeding. Scully, Parker & Borthwick (1945) het gevind dat 'n hoë vlak van stikstofvoeding, naby die kritiese daglengte vir bolontwikkeling, bolontwikkeling vertraag. By lae stikstofvlakke word bolontwikkeling bevorder. Brewster (1977) rapporteer ook dat lae stikstofvlakke en 'n hoë kalium tot stikstofverhouding bolontwikkeling bevorder. Hoë fosfaatvlakke verhoog bolgroei en volwassenheid word vinniger bereik (Brewster, 1977).

3. Dormansie en spruitontwikkeling

3.1. Bolontwikkeling en struktuur met betrekking tot dormansie

Fundamentele aspekte van dormansie is deur Brewster (1994) ontdek en gedemonstreer. Hulle het bolontwikkeling, rus en uitloop van die kultivar Excel, 'n kultivar met 'n inherente kort periode van dormansie, ondersoek. Gedurende groei word blare by die groeipunt teen 'n tempo van 1 per week geïnisieer. Aanvanklik differensieer blare in blaarblaaië, maar later gedurende bolontwikkeling, het dit ontwikkel in 3 tot 4 bladlose stoorblare (bolskubbe). Tussen die blare word 5 tot 6 verlengde blaarinisiale gevorm. Dit vorm later die blare wat met uitloop te voorskyn kom. Blaarinisiasie by die groeipunt het 20 dae voor oes, terwyl die blare nog groen en regop was, gestop. Wortelinisiasie het ook op dieselfde tydstip opgehou. Twee weke na oes het blaarinisiasie in opgebergde bolle weer begin. Selverdeling in die groeipunt het aangehou tot met oes, waarna dit afneem na rypmaking en op 'n lae vlak bly gedurende opberging.

Gedurende die rypwording van bolle verloor die buitenste skubblare water en vorm dun droë skille wat die hele bol bedek. Afhangende van toestande kan daar van 1 tot 3 van die skille wees. Afhangende van die kultivar en die posisie in die bol kan die droë skille tussen 0.024 en 0.09 mm dik wees. Bolskille speel 'n belangrike rol in die voorkoms van die bol, die instandhouding van dormansie, voorkoming van waterverlies en beskerming teen patogene (Brewster, 1994).

Gedurende opberging verander die vorm van die bol baie stadig namate wortels naby die groeipunt ontwikkel en blare gedurende spruitontwikkeling verleng. Dit veroorsaak spanning in die bolskille wat dan tot vertikale kraake lei. Die rekbaarheid van skille verhoog liniêr met skildikte. Dus is die kraak en verlies van skille minder met dikker skille (Brewster, 1994).

3.2. Faktore wat dormansie en periode van opberging beïnvloed

Cultivar. Cultivars vertoon 'n inherente verskil met betrekking tot die periode van dormansie en hul potensiaal vir langtermyn opberging. Die potensiaal vir langtermyn opberging word gekorreleer met hoë droëmateriaalinhoud van bolle, skerpheid (smaak) en die vorming van dik bolskille (Brewster, 1994). Brewster (1977) het verskillende cultivars vergelyk en gevind dat daar 'n positiewe korrelasie tussen die lengte van die groeiseisoen en die periode van opberging is.

Wortelontwikkeling. Bolle spruit makliker wanneer wortels gevorm word as wanneer dit in 'n droë plek, wat wortelontwikkeling inhibeer, geberg word. Brewster (1994) onderskei tussen 2 tipes wortelontwikkeling. Eerstens kan wortels op die ou basisplaat vorm. Tweedens kan wortels binne die bol, naby die groeipunt by die basis van die ontwikkelende spruit vorm. Die vorming van wortels op die ou basisplaat buite die bol, word bevorder deur hoë humiditeit (80%) tydens opberging. Wortels wat binne die bol vorm, word nie beïnvloed deur relatiewe humiditeit nie, behalwe as die wortels uit die bol na buite groei.

Wanneer wortelinisiale gereeld van bolle verwyder word, word spruitontwikkeling geïnhibeer. By sekere cultivars kan die inhibering omgekeer word as die sitokinien, bensiel adenien (BA), in die voedingsoplossing ingesluit word. Wanneer die basisplaat van die bol beseer word, word spruitontwikkeling versnel en verhoog die effektiwiteit van BA, wat spruitontwikkeling van ontwortelde bolle bevorder (Miedema, 1994c). Die versnelling van spruitontwikkeling in bolle wat geassosieer word met die groei van wortels, word waarskynlik deur sitokiniene wat in wortels geproduseer word, veroorsaak (Brewster, 1994).

Temperatuur. Brewster (1994) het die effek van temperatuur op die cultivar Excel (kort periode van opberging) en Australiese Bruin (lang stoorvermoë) ondersoek. By albei cultivars was die tempo van uitloop die vinnigste waar onbewortelde bolle tussen 10 en 15 °C opgeberg is, maar dit was stadiger by hoër en laer temperature. Die

verlengingstempo van spruite in bolle en die tempo van blaarinisiasie was baie vinniger by 15 °C as by 0 of 30 °C.

Sodra uitloop in bewortelde bolle plaasgevind het, verhoog die tempo van spuitgroeï soos die temperatuur van 0 tot 25 °C toeneem. Dus, gedurende wortel- en spuitontwikkeling vind daar 'n oorskakeling, tussen die groei inhiberende effek van temperature van 30 °C na die verhoging in groeitempo by temperature van 10 tot 30 °C, plaas (Brewster, 1994).

Opsommend kan gesê word dat uiebolle deur 3 fases gaan met betrekking tot die effek van temperatuur op spuitontwikkeling (Miedema, 1994a). Temperature van 25 tot 35 °C onmiddelik na oes, vir 'n periode van 'n paar weke, verlaag dormansie en vroeër spuitontwikkeling vind plaas. Daaropvolgende langtermyn opberging by 25 tot 30 °C vertraag spuitontwikkeling. Sodra bolle bewortel is en groei, is 'n hoë temperatuur optimaal vir spuitgroeï.

Die tempo van spuitontwikkeling is vinniger waar bolle van 0 of 5 °C tot 25 °C oorgeplaas word, as waar bolle konstant by 25 °C gehou word. Opberging by 25 tot 30 °C inhibeer sitokien aktiwiteit, het 'n deveraliseringseffek op blominduksie en vertraag bolontwikkeling in plante wat van gestoorde bolle verbou word (Brewster, 1994).

Respirasietempo van bolle. In vergelyking met ander groentegewasse het uiebolle 'n baie lae respirasietempo (Robinson, Browne & Burton, 1975). Soos die tyd verloop gedurende opberging, verhoog die respirasietempo. Respirasietempo verhoog met 'n verhoging in temperatuur, maar by onbeskadigde dormante bolle is die verhoging in respirasietempo merkwaardig laag (Brewster, 1994).

Wanneer die droë buitenste skille van bolle verwyder word, verdubbel die respirasietempo en waterverlies neem ook toe (Apeland, 1971). Sulke bolle spuit ook baie vinniger as bolle met onbeskadigde skille (Brewster, 1994). Hierdie droë skille dien as 'n sterk versperring vir die diffusie van gasse. Dit het 'n lae O₂/CO₂ verhouding in

bolle wat opgeberg word tot gevolg (Ladeinde & Hicks, 1988). Onbeskadigde bolskille mag dus belangrik wees in die onderhoud van die interne atmosfeer van die bolle. Dit verlaag die respirasietempo wat op sy beurt weer die groeitempo van spruite verlaag. Wanneer die skil beskadig word, word die interne atmosfeer verander en word spruitontwikkeling bevorder (Boswell, 1924).

Atmosferiese samestelling. 'n Atmosfeer wat verhoogde CO₂ en verlaagde O₂ vlakke besit, sal die periode van opberging van uie verleng. Na 7 maande in opberging in 5% CO₂ en 3% O₂ by 1 °C, was 99% van die cultivar Granex 33 nog bemarkbaar. Granex 33 uie wat in lug gestoor is, het slegs 89% bemarkbare uie na opberging gelewer (Smittle, 1988). 'n Atmosfeer met 10% CO₂ het interne verval veroorsaak, moontlik as gevolg van anaerobiese respirasie in die bol (Komochi, 1990).

Oesdatum. Verskeie studies toon dat maksimum tyd tot uitloop verkry kan word indien geoes word wanneer 50 tot 80% van die plante in die sagte nek stadium is (Komochi, 1990). Wanneer later geoes word, is die kwaliteit van die buitenste skil swak (Brewster, 1994).

Rol van groeireguleerders. Stow (1976) het groei-inhibeerders in die blare van uie gedurende bolontwikkeling gevind. Hy postuleer dat die groei-inhibeerders na die bol getranslokeer word en sodoende dormansie onderhou. Wanneer die blare vroeg afgebreek word of deur siektes en plaë vernietig word, kan dit dus tot vroeë uitloop (spruitvorming) aanleiding gee.

Die vlakke van groeihormone is laag in dormante bolle, maar as spruite vorm verhoog die sitokinien vlak gevolg deur gibberellien en ouksien. Die stoor van bolle by 25 tot 30 °C voorkom 'n verhoging in sitokinien aktiwiteit (Brewster, 1994). Spruitontwikkeling kan ook gestimuleer word deur sitokinien in die bol in te spuit (Miedema, 1994b). Die resultate toon dat die inhibisie van spruitontwikkeling by hoë opbergingstemperature die gevolg van lae endogene sitokinien vlakke in die bol is.

Maleïenhidrasied (MH) is 'n groeireguleerder wat seldeling verontwrig (Isenberg *et al.*, 1974). MH moet op uie blare gespuit word terwyl dit nog groen is en aktief fotosintate translokeer. Dit word dan na die groeipunt getranslokeer waar dit seldeling verhoed. In bolle wat opgeberg word onderdruk dit spruitontwikkeling en wortelgroei. Wanneer onbehandelde bolle spruitontwikkeling bereik verhoog die respirasietempo vinnig, terwyl MH behandelde bolle se respirasietempo baie stadig verhoog (Ward & Tucker, 1976).

LITERATUURVERWYSINGS

APELAND, J., 1971. Effects of scale quality on physiological processes in onion. *Acta Horticulturae*. 20, 72 – 79.

AUSTIN, R.B., 1972. Bulb formation in onions as affected by photoperiod and spectral quality of light. *J. Hort. Sci.* 47, 493 – 504.

BALDWIN, J.P., 1975. A quantitative analysis of the factors affecting plant nutrient uptake from some soils. *J. Soil Sci.* 26, 195 – 207.

BENNET, E., 1945. Some aspects of the metabolism of the Ebenezer onion. *Plant Physiol.* 20, 37 – 46.

BOSWELL, V.R., 1924. Influence of the time of maturity of onions upon the rest period, dormancy, and responses to various stimuli designed to break the rest period. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 20, 225 – 233.

BREWSTER, J.L., 1977. The physiology of the onion. Plantation Crops. *Horticultural Abstracts*. 47, 103 – 112.

BREWSTER, J.L., 1979. The response of growth rate to temperature of seedlings of several *Allium* crop species. *Ann. Appl. Biol.* 93, 351 – 357.

BREWSTER, J.L., 1994. In: J.L. Brewster (ed), Onions and other vegetable *Alliums*. CAB International, Cambridge University Press, UK. p 63 – 94.

BREWSTER, J.L., BHAT, K.K.S. & NYE, P.H., 1975. The possibility of predicting solute uptake and plant growth response from independently measured soil and plant characteristics. II. The growth and uptake of onions in solutions of constant phosphate concentration. *Plant and Soil*. 42, 171 – 195.

DARBYSHIRE, B. & STEER, B.T., 1990. Carbohydrate biochemistry. In: H.D. Rabinowitch & J.L. Brewster (eds), *Onions and Allied Crops*. CRC Press, Boca Raton, Florida. 3, 1 – 16.

DRINKWATER, W.O. & JANES, B.E., 1955. Effects of irrigation and soil moisture on maturity, yield and storage of two onion hybrids. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 66, 267 – 278.

FREEMAN, G.G. & MOSSADEGHI, N., 1973. Studies on relationships between water regime and flavour strength in watercress (*Rorippa nasturtium-aquaticum* (L) Hayek), cabbage (*Brassica oleracea capitata*) and onion (*Allium cepa* L.). *J. Hort. Sci.* 48, 365 – 378.

HAYMAN, D.S. & MOSSE, B., 1971. Plant growth responses to vesicular-arbuscular mycorrhiza. I. Growth of Endogone-inoculated plants in phosphate-deficient soils. *New Pathologist*, 70, 19 – 27.

HEATH, O.V.S. & HOLLIES, M.A., 1965. Idem VI. A sensitive morphological test for bulbing and its use for detecting bulb development in sterile culture. *J. Exp. Bot.* 16, 128 – 144.

HENDRY, G.A.F., 1993. Evolutionary origins and natural function of fructans – a climatological, biogeographic and mechanistic appraisal. *New Pathologist*. 123, 3 – 14.

HEWSON, R.T. & ROBERTS, H.A., 1971. The effect of weed removal at different times on the yield of bulb onions. *J. Hort. Sci.* 46, 471 – 483.

ISENBERG, F.M.R., THOMAS, T.H., PENDERGRASS, M. & ABDEL-RAHMAN, M., 1974. Hormone and histological differences between normal and maleic hydrazide treated onions stored over winter. *Acta Horticulturae*. 38, 95 – 125.

- KOMOCHI, S., 1990. Bulb dormancy and storage physiology. In: H.D. Rabinowitch & J.L. Brewster (eds), *Onions and Allied Crops*. CRC Press, Boca Raton, Florida. 1, 89 – 111.
- LADEINDE, F. & HICKS, J.R., 1988. Internal atmosphere of onion bulbs stored at various oxygen concentrations and temperatures. *HortScience*. 23, 1035 – 1037.
- LORENZ, O.A. & HOYLE, B.J., 1946. Effect of curing and time of topping on weight loss and chemical composition of onion bulbs. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 47, 301 – 308.
- MIEDEMA, P., 1994a. Bulb dormancy in onion. I. The effects of temperature and cultivar on sprouting and rooting. *J. Hort. Sci.* 69, 29 – 39.
- MIEDEMA, P., 1994b. Bulb dormancy in onion. II. The role of cytokinins in high-temperature imposed sprout inhibition. *J. Hort. Sci.* 69, 41 – 45.
- MIEDEMA, P., 1994c. Bulb dormancy in onion. III. The influence of the root system, cytokinin, and wounding on sprout emergence. *J. Hort. Sci.* 69, 47 – 52.
- ROBINSON, J.E., BROWNE, K.M. & BURTON, W.G., 1975. Storage characteristics of some vegetables and soft fruits. *Ann. Appl. Bio.* 81, 399 – 408.
- SCULLY, N.J., PARKER, M.W. & BORTHWICK, H.A., 1945. Interaction of nitrogen nutrition and photoperiod as expressed in bulbing and flower stalk development on onion. *Bot. Gaz.* 107, 52 - 61.
- SMITTLE, D.A., 1988. Evaluation of storage methods for 'Granex' onions. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113, 877 – 880.
- STOW, J.R., 1976. The effect of defoliation on storage potential of bulbs of the onion. *Ann. Appl. Bio.* 84, 71 – 79.

STRYDOM, E., 1964. A root study of onions in an irrigation trial. *South African J. Agric. Sci.* 7, 593 – 601.

WARD, C.M. & TUCKER, W.G., 1976. Respiration of maleic hydrazide treated and untreated onion bulbs during storage. *Ann. Appl. Bio.* 82, 135 – 142.

HOOFSTUK 3

Literatuuroorsig: Effek van voedingselemente op die kwaliteit van uie

1. Stikstof

Groente met vegetatiewe stoororgane (sink) produseer eers die stoormateriaal in hul blare en translokeer dit dan na die stoororgane. Dit geld vir beet, radyse, aartappels wortels en uie. Die kwaliteit van groente met vegetatiewe stoororgane hang af van die graad waarmee die stoororgaan se selle met stoormateriaal gevul is. Voorsiening van fotosintate aan die stoororgane hang grootliks af van die koolstofdioksied (CO_2) assimilasië tempo, die laai van die floeëm met fotosintate en die langafstand vervoer daarvan in die hele plant (Mengel, 1979).

'n Tweede fisiologiese sink, soos meristematische weefsel van blare, stamme en wortels, is ook belangrik by die vulling van stoorweefsel. Hierdie meristeme mag met die stoorweefsel kompeteer vir fotosintate en dus kan dit die ontwikkeling van die stoororgaan benadeel. Die ontwikkeling van 'n tweede fisiologiese sink hang af van die fitohormoonstatus in die plant. Stikstof (N) beïnvloed die sintese van fitohormone in die plant, veral die sintese van sitokiniene. Stikstof beïnvloed plantegroei nie net direk deur die sintese van aminosure vanaf die element N nie, maar het ook 'n indirekte invloed op die ontwikkeling van die plant deur die sintese van phytohormone te bevorder (Mengel, 1979).

Stikstof speel 'n rol by die vorming van peptiedbindings, gedurende die kondensasie van aminosure, om proteïene te vorm. Stikstof speel ook 'n rol in waterstof (H^+) binding, veral in nukleïensure en die sekondêre strukture van proteïene. Dit is ook essensieel vir die vorming van heterosikliese bindings en sekondêre plantprodukte (Wignarajah, 1994).

Mengel (1979) het gevind dat hoë vlakke van nitraat die ontwikkeling van aartappelknolle onderdruk. Nitraat bevoordeel die groei van blare en stingels bo die

ontwikkeling van stoororgane. Die outeurs neem aan dat stikstof die plant se ontwikkeling beheer deur die phytohormoonvlak in die plant te reguleer. Soortgelyke waarnemings is op suikerbeet gemaak. Hy het gevind dat stikstofbemesting en die toediening van indoolasynsuur (IAA) dieselfde effek het. Altwee bevorder die aktiwiteit van sukrose sintatase, 'n ensiem wat sukrose tot uridien-difosfaat-glukose (UDP) in stoorweefsel omskakel. Uridien-difosfaat is die voorloper van poli-uroniese suur en sellulose. Die term sukrose sintatase is 'n bietjie misleidend, want stoorweefsel wat goed voorsien is van sukrose se ensiematiese reaksie is gerig op die sintese van UDP glukose of ADP glukose, terwyl sukrose verbruik word en dus nie gebruik kan word om die stoorstelle met koolhidrate te vul nie.



Hierdie voorbeeld wys daarop dat hoë stikstof vlakke gedurende die vulperiode van vegetatiewe stoorweefsel die groei van stoororgane bevoordeel en die opvul van die selle met koolhidrate benadeel. Sulke stoorweefsel bly in 'n onvolwasse toestand en is dus van lae kwaliteit. Hierdie voorbeeld van suikerbeet is moontlik ook van toepassing op die bolle van uie (Mengel, 1979).

1.1. Vorms waarin stikstof opgeneem word

Stikstof kan in die vorm van ammonium of nitraat deur die plante opgeneem en gemetaboliseer word. Die vorm waarin stikstof toegedien word beïnvloed die groei en ontwikkeling van baie plantspesies. Nitraat is die mees algemene bron van stikstof vir gewasproduksie, maar die graad van voorkeur varieer binne plantspesies en ander omgewingsfaktore. Terwyl hoë konsentrasies van ammonium in oplossing vir die plant toksies is, het sekere studies getoon dat daar 'n verhoging in plantegroei plaasvind wanneer ammonium in lae konsentrasies of op spesifieke ontwikkelingsstadiums toegedien word (Barker & Mills, 1980).

Optimale stikstofvoorsiening is nodig vir maksimale produksie (Hassen, 1977; Brown, Hornbacher en Naylor, 1988; Brewster en Butler, 1989; Gamiely *et al.*, 1991). Te veel stikstof wat te laat toegedien word kan opbrengste verlaag en opbergingsverliese verhoog (Riekels, 1972; Sypien *et al.*, 1973; Gamiely *et al.*, 1991). Aan die ander kant kan te min stikstof rypwording verhaas en opbrengste beperk (Scully, Parker & Borthwick, 1945).

1.2. Verkryging van stikstof deur plante

1.2.1. Omgewingsfaktore wat die opname van nitrate deur plante beïnvloed

Teenwoordigheid en konsentrasie van nitrate. Die sisteem waardeur nitraatopname in wortels plaasvind, benodig die teenwoordigheid van nitrate vir aktivering (Jackson, 1978). Nitraatopname verhoog drasties met 'n skerp styging in die eksterne nitraatkonsentrasie. Wanneer nitraat voorsiening hoog is, word dit in oormaat opgeneem en akkumuleer in die plant. Die eksterne voorsiening van nitrate is seker die mees belangrike omgewingsfaktor wat die akkumulاسie van nitrate in plante beheer (Wright & Davidson, 1964; Maynard *et al.*, 1976).

Effek van ander ione. Die absorpsie van nitrate mag beïnvloed word deur die teenwoordigheid van ander ione in die omgewing van die wortels. Normaalweg kompeteer ione met dieselfde lading en chemiese eienskappe met mekaar om deur plante opgeneem te word. Aan die ander kant is ioon absorpsie baie selektief en min inmenging vind tussen dieselfde ione by lae konsentrasies plaas (Elzam & Epstein, 1965; Elzam & Hodges, 1967; Epstein, 1972). By 'n hoë ioonkonsentrasie kompeteer ione wel vir absorpsie. Dit is 'n algemene verskynsel in voedingsoplossings en in hoog bemeste gronde. Nitraat absorpsie word egter min beïnvloed deur ione soos chloor, broom of sulfaat (Rao & Rains, 1976), maar katione soos kalsium, kalium en ammonium affekteer nitraatopname betekenisvol (Minotti, Williams & Jackson, 1969a, Minotti, Williams & Jackson, 1969b; Rao & Rains, 1976; Jackson, 1978; Barker & Mills, 1980). Met 'n toename in kalsium en kalium word die tempo van nitraatopname versnel, maar ammoniumione het 'n inhiberende effek. Katione soos kalsium se effek op nitraatopname

mag wees as gevolg van negatiewe ladings wat op die wortels se selwande geneutraliseer word sodat nitraat nader aan die plasmalemma en die plek van opname kan beweeg (Elzam & Epstein, 1965). Die rede vir die inhiberende aksie van ammoniumione op nitraatopname is nog onduidelik (Jackson, 1978). Die inhibisie van nitraatopname in die teenwoordigheid van ammoniumione is klaarblyklik onvolledig en mag wat voeding betref moontlik onbelangrik wees, want die toksisiteit van ammoniumione neem af in die teenwoordigheid van nitrate. Waar radys en spinasie in 'n medium verbou word wat 50/50 ammonium en nitraat bevat, was die groei van die plante net so goed as waar slegs nitraatstikstof voorsien word (Mills, Barker & Maynard, 1976a; Mills, Barker & Maynard, 1976b; Barker & Mills, 1980).

Grondreaksie (pH). Opname van nitrate is sensitief vir die pH van die wortelmedium. Nitraatopname verlaag wanneer die pH bokant 6 styg (Rao & Rains, 1976). Hoë suurheid het geen effek op nitraatopname nie, maar dit word wel benadeel sodra die pH laer as 4.5 daal (Minotti *et al.*, 1969a).

Lig. Die invloed van lig op verkryging van nitraat mag verwant wees aan die voorsiening van fotosintate om energie vir nitraatopname te verskaf (Barker & Mills, 1980). Ononderbroke voorsiening van energie is belangrik vir die instandhouding van nitraatopname (Jackson, Flesher & Hageman, 1973; Koster, 1963). Nitraatreduksie en die assimilasië daarvan na organiese produkte is naverwant aan fotosintese in plante (Huffaker & Rains, 1978; Schrader, 1978). Lig speel 'n rol by die mobilisering van nitrate uit stoorweefsel of selkomponente (Beevers *et al.*, 1965). Nitraatreduksie word geaktiveer deur lig (Jordan & Huffaker, 1972; Barker & Mills, 1980). Kort periodes van beligting is genoeg vir aktivering (Jones & Sheard, 1975; Barker & Mills, 1980). Daar word gepostuleer dat nitraatreduktase retensie en vervoer funksies het (Barker & Mills, 1980). Dus as die absorpsie en reduksie sisteme ooreenstem, sou die aktivering van nitraatreduktase deur die algemene stimulering van proteïensintese die opname van nitrate bevorder (Travis & Key, 1971).

Koolstofdioksied. Die proses nitraatreduksie benodig koolstofdioksied (CO_2), lig en nitrate om te kan plaasvind. In die afwesigheid van koolstofdioksied word nitraat reductase nie geaktiveer nie en dus vind geen nitraatreduksie plaas nie (Klepper, Flesher & Hageman, 1971; Barker & Mills, 1980). Aan die ander kant vind nitraatopname beter in die afwesigheid van koolstofdioksied plaas (Neyra & Hageman, 1974; Huffaker & Rains, 1978). Die effek van koolstofdioksied op nitraatopname is groter by hoë ligintensiteit as by lae ligintensiteit. Die inhiberende effek van koolstofdioksied op nitraatopname mag wees omdat daar 'n kompetisie tussen koolstofdioksied reduksie en nitraatopname vir energie bestaan of omdat die stomata sluit in die teenwoordigheid van koolstofdioksied (Huffaker & Rains, 1978). Laasgenoemde verminder transpirasie en die vloeï van water deur die wortels na die stamme en blare (Barker & Mills, 1980).

1.2.2. Omgewingsfaktore wat die opname van ammonium deur plante beïnvloed

Ammonium konsentrasie. Net soos by nitraat is die konsentrasie van ammoniumione in die wortelzone die belangrikste bepalende faktor by ammoniumopname (Munn & Jackson, 1978). Verhoging van ammonium vlakke sal opname tot op 'n punt verhoog waarna dit toksies vir die plant is. Ammonium toksisiteit verlaag wortel- en plantgroei (Barker & Mills, 1980; Maynard & Barker, 1969).

Effek van ander ione. Plante se kalsium- en magnesiuminhoud word baie verlaag met ammoniumvoeding (Barker & Maynard, 1972; Barker & Mills, 1980) terwyl plante se fosfor- en swawelkonsentrasies, relatief tot plante wat met nitraatvoeding verbou is, verhoog (Blair, Miller & Mitchell, 1970). Die verlaging in kationopname mag wees as gevolg van kation kompetisie vir absorpsiesetels (Blair *et al.*, 1970) of kation-anioon balanse (Kirkby & Hughes, 1970; Hiatt, 1978). Die beskikbaarheid van kalium in grond kan beperk word deur ammonium. Ammonium fikseer kalium en sodoende word kaliumopname deur die plant verlaag (Barker & Mills, 1980; Ajayi, Maynard & Barker, 1970). Kalium en kalsium gebreke word dikwels aangetref waar plante ammoniumvoeding ontvang (Barker & Mills, 1980).

Grondreaksie (pH). Met ammoniumvoeding absorbeer plante meer katione as anione en die pH van die groeimedium verlaag terwyl nitraatabsorpsie die pH meer na die alkaliese kant toe laat beweeg (Barker & Mills, 1980). Die verlaging in pH verhoog die toksisiteit van ammoniumstikstof. Ammonium word ook die beste benut by 'n neutrale pH. Selfs wanneer al die stikstof in die ammoniumvorm toegedien word, kan die plante normaal groei as die medium naby neutraliteit gebuffer is (Sander & Barker, 1978; Barker & Mills, 1980).

Lig en koolhidraatstatus. Ammoniumopname vertoon 'n wye daaglikse variasie. Die verskaffing van lig of glukose in die groeimedium kan die daaglikse patroon van opname gedurende die donkerfase versteur. Ammonium- en nitraatopname is hoër in lig as in die donker en verhoog met 'n hoër ligintensiteit (Van Egmond, 1978). Die assimilasië van ammonium het hoë energie vereistes. As gevolg van die uitputting van koolhidraatreserwes in die wortels tydens die donkerfase, vind daar 'n afname in ammoniumopname plaas (Reisenauer, 1978).

Absorpsie en aanwending van ammoniumstikstof word beïnvloed deur koolhidraatvoorsiening en die ouderdom van die plant (Street & Sheat, 1958). Plante wat goed voorsien is van koolhidrate is in staat om ammoniumstikstof beter te benut as plante wat min energie besit. Jong plante met aktiewe fotosintetiese meganismes is meer tolerant teenoor ammoniumvoeding as ouer plante met 'n kwynende fotosintetiese kapasiteit, behalwe as die ouer plante baie koolhidraatreserwes en ook groot blaaroppervlaktes het.

Ketosure is belangrik vir die inisiële kompleksasie van ammonium wat deur plantwortels geabsorbeer word (Hewitt, 1970; Barker & Mills, 1980). Plante met baie koolhidrate kan genoeg ketosure vir die assimilasië van ammoniumstikstof na amiede en ander amminosure voorsien. Plante wat ammoniumvoeding ontvang akkumuleer meer amiedes as plante wat met nitraat bemes word (Barker & Bradfield, 1963). Die assimilasië van ammonium na amiede, in wortels, is 'n detoksifiseringsmeganisme vir plante om te oorleef in hoë ammoniumkonsentrasies. Behoorlike beheer van die pH is belangrik vir die

assimilasie van ammoniumstikstof na amiedes in die wortels (Maynard & Barker, 1969; Barker & Mills, 1980).

Met die aanvang van ammoniumvoeding vind daar 'n drastiese afname in die koolhidraatvlakke van die wortels plaas (Michael, Martin & Owissia, 1970; Reisenauer, 1978). Nitraatvoeding verlaag nie die koolhidraatvlak tot dieselfde mate nie, want nitrate kan getranslokeer word na die stamme of in vakuole waar dit gestoor word. Hierdie prosesse kan nie met ammoniumvoeding plaasvind nie (Reisenauer, 1978).

1.3. Ammoniumtoleransie van uie

Maynard & Barker (1969) het gevind dat uie wat met ammonium verbou word nie buitensporige toksiese effekte vertoon nie. Slegs ligte blaarpuntskroei was sigbaar by plante wat in ammonium sonder kalsiumkarbonaat (CaCO_3) verbou is. Dit is met die toevoeging van CaCO_3 by die voedingsmedium voorkom. Wanneer uie vergelyk word met boontjies, ertjies, mielies en komkommers, het dit 'n groot weerstand teen ammonium beskadiging. Die opvallende effek wat CaCO_3 op die verspreiding van oplosbare stikstof in sensitiewe plante gehad het, was nie so duidelik by uie nie. Die konsentrasie en totale ammonium akkumulasie in die uieblare was dieselfde in die afwesigheid of teenwoordigheid van CaCO_3 . Die uie se bol tree op as 'n kragtige sink vir die afsetting van ammonium en as 'n aktiewe setel vir amiedesintese en opberging. Hierdie verskynsel is hoofsaaklik verantwoordelik vir uie se toleransie teen ammoniumvoeding. Dit is belangrik om kennis te neem dat uie 'n aktiewe meganisme besit om ammonium uit die blare te hou. Hierdie meganisme bestaan nie in sensitiewe plante nie. Hoë konsentrasies van ammonium verlaag die fotosintetiese aktiwiteit en gevolglik beperk dit die beskikbaarheid van koolhidrate wat baie belangrik is by die detoksifisering van ammonium. Blaargroei by uie was nie so beperk soos met die sensitiewe gewasse nie, wat daarop dui dat die fotosintetiese meganisme nie baie deur ammoniumvoeding beïnvloed is nie. Groei word onderhou in uieblare omdat ammonium nie in toksiese hoeveelhede in die chlorofielryke gedeelte van die plant voorkom nie. Die bol is dus van groot belang in die voorkoming van ammoniumtoksisiteit by uie.

1.4. Effek van ammonium- en nitraatvoeding op plantgroei, wateropname en bolkwaliteit van uie

Stikstof toegedien in die vorm van ammonium ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) of nitraat ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) het die groei van uie in waterkultuur beïnvloed. Wanneer nitraat, alleen of in kombinasie met ammonium vergelyk word met ammonium as die enigste bron van stikstof, het die nat- en droëmassa van blare, blaaroppervlak, nat- en droëmassa van wortels en die droëmassa van bolle in eersgenoemde geval die beste gedoen. Blaar-, wortel- en bolnatmassa en blaaroppervlakte word beïnvloed deur stikstofbron verhouding. 'n Stikstofbron verhouding van 1:0 ($\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$) het die minste plantegroei gelewer. Blaar- en wortelnatmassa was die hoogste met 'n verhouding tussen 1:1 en 0:1, maar bolnatmassa was die hoogste met 'n verhouding tussen 3:1 en 1:3. Die persentasie droëmateriaal van bolle was die hoogste wanneer die verhouding tussen 1:1 en 0:1 was. Blaaroppervlakte was betekenisvol laer wanneer die verhouding 1:0 was. Hierdie data stel voor dat, onder die spesifieke toestande, maksimum blaargroei nie nodig was om maksimum bolnatmassa te lewer nie, maar dit was noodsaaklik vir maksimum persentasie droëmassa van bolle (Gamiely *et al.*, 1991).

Nekdeursnee van uie was die kleinste by meeste van die monsternemingsdatums waar ammonium as die enigste bron van stikstof gebruik is. Waar nitraat bygevoeg is, was daar geen verskil in nekdeursnee vanaf week 9 tot 11 (na uitplant) nie. Hoë stikstofvlakke word met diknekke by uie geassosieer (Brewster, Lawes & Whitlock, 1987). Nekdeursnee beïnvloed ook die datum waarop volwassenheid bereik word (Brewster *et al.*, 1987), die na-oes behandelingsproses en die hou vermoë van uie (Tucker & Morris, 1984). Die hoogste bolverhouding (boldeursnee gedeel deur nekdeursnee) het in week 11 met 'n verhouding van 1:0, as gevolg van 'n algehele verlaging in plantgroei, voorgekom. Bolverhouding is belangrik om vroeë bolvorming waar te neem (Brewster *et al.*, 1987). 'n Bolverhouding van 2 wys daarop dat bolvorming begin het. Die resultate stel voor dat hoë bolverhoudings, vroeg in plantontwikkeling, nie nodig is om 'n hoë finale bolnatmassa te verkry nie (Gamiely *et al.*, 1991).

Weeklikse waterverbruik was die laagste waar ammonium as die enigste bron van stikstof gebruik is. Wanneer nitraat bygevoeg is het die waterverbruik toegeneem soos die plant ontwikkel en weer afgeneem met bolrypwording. Die totale waterverbruik korreleer goed met blaarnatmassa en nat- en droëmassa van wortels, maar korreleer swak met bolnatmassa. Die 3:1 stikstofverhouding het 'n laer totale wateropname gelewer as die 1:1 en 1:3 verhoudings. Dus het die hoë ammonium konsentrasie wateropname verminder sonder om die opbrengs te verlaag (Gamiely *et al.*, 1991).

Die skerpheid van die bol, soos gemeet deur die ensiematiese ontwikkelde pirovaat konsentrasie, was die hoogste waar nitraat deel was van die stikstofbron. 'n Betekenisvolle verlaging in die pirovaat konsentrasie het met ammonium as enigste bron van stikstof plaasgevind. Die skerpheid van uie word geassosieer met pirovaat konsentrasie (Schwimmer & Weston, 1961). Hoe hoër die pirovaat konsentrasie hoe skerper smaak die uie. Skerpheid word ook positief gekorreleer met die toediening van swawel (Freeman & Mossadeghi, 1970). Alhoewel die ammonium in Gamiely *et al.* (1991) se ondersoek van ammoniumsulfaat afkomstig was, het die 1:0 verhouding die laagste persentasie swawel gehad. Dus het die bron van stikstof 'n betekenisvolle invloed op swawelopname en skerpheid. Daar kon nie vasgestel word of die skerpheid as gevolg van die verhoging in plantegroei of die verhoogde swawel metabolisme is nie. Die verskillende stikstofvorms het geen effek op sukrose, glukose of fruktose inhoud van die bol gehad nie.

1.5. Effek van bron, peil en frekwensie van stikstoftoediening op opbrengs, bemarkbare grade en die voorkoms van vrot bolle

Die bestuur van bemesting by die produksie van uie is, veral op sand- en sanderige leemgronde, kritiek. Die nitraatvorm van stikstof is onmiddelik beskikbaar en loog maklik in sanderige gronde. Koue en nat grondtoestande gedurende die groeiseisoen mag die beskikbaarheid van stikstof sodanig beperk dat, alhoewel daar genoeg stikstof toegedien word, 'n stikstof gebrek en 'n verlaging in opbrengs ervaar mag word (Batal *et al.*, 1994). Om plante aktief te laat groei word daar voorgestel dat stikstofbemesting

herhaaldelik deur die groeiseisoen toegedien moet word (Brewster, 1977; Brewster & Butler, 1989). Oorbemesting vroeg in die groeiseisoen moet vermy word, want dit veroorsaak welige bogroei wat normale bolrypwording kan vertraag (Batal *et al.*, 1994).

Batal *et al.*, (1994) het veldproewe in 1988/89 en 1990/91 geplant. Voortaan sal daar na die eersgenoemde seisoen as eksperiment 1 verwys word en na laasgenoemde seisoen as eksperiment 2. In die eerste eksperiment word NH_4NO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, NaNO_3 , $\text{NaNO}_3/\text{KNO}_3$ (15-0-14) en KNO_3 (13-0-44) as stikstofbronne gebruik. Hierdie bronne van stikstof is teen 84 (laag) en 168 (medium) $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ toegedien. Die toediening van kunsmis het oor twee periodes plaasgevind, die vroeë groeistadium (VGS) (eerste 12 weke) en die laat groeistadium (LGS) (laaste 12 weke). Met die eerste verdeling is 33% in die VGS en 66% in die LGS toegedien. Met die tweede verdeling is 66% in die VGS en 33% in die LGS toegedien. Hierdie verdelings is met verskillende frekwensies toegedien. Die toediening in die VGS is in 1 of 2 paaielemente gegee en die toediening in die LGS in 2 of 3 paaielemente. Die toedienings is met saai en op 4, 8, 16, 20 of 24 weke na saai gegee. In die tweede eksperiment is al die stikstofbronne weer gebruik, behalwe dat KNO_3 weggelaat is en die vlakke van bemesting 168 (medium) en 224 (hoog) $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ was. Soos in die eerste eksperiment is 33% in 1, 2 of 3 paaielemente in die VGS toegedien en 66% in 3 paaielemente in die LGS.

1.5.1. Bron en peil van stikstof

In eksperiment 1 het stikstofbron geen effek op die totale getal bolle, die opbrengs en persentasie opbrengs vir elke grootteklas gehad nie. Die hoogste persentasie vrot uie is deur NH_4NO_3 gelewer, maar KNO_3 het ook 'n hoë persentasie vrot uie gehad. Die laagste persentasie vrot is met $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ en NaNO_3 verkry. In eksperiment 2 is die opbrengs van alle grootteklasse betekenisvol beïnvloed deur stikstofbron. Die meeste ekstra groot uie is met toediening van NH_4NO_3 verkry. NH_4NO_3 , NaNO_3 en $\text{NaNO}_3/\text{KNO}_3$ het dieselfde persentasie groot uie geproduseer. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ het die grootste persentasie klein uie gelewer. Die totale opbrengs met NH_4NO_3 , NaNO_3 en $\text{NaNO}_3/\text{KNO}_3$ was betekenisvol hoër as met $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Die verhoging van stikstof van 84 tot 168 $\text{kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ of van 168 na

224 kg N.ha⁻¹ het geen effek op die totale aantal bolle of op die opbrengs van uie gehad nie. Die persentasie ekstra groot bolle het van 7 tot 10% toegeneem soos die bemestingsvlak van 168 tot 224 kg N.ha⁻¹ verhoog het (Batal *et al.*, 1994).

In eksperiment 1 was die totale getal bolle vir alle stikstofbronne dieselfde en in eksperiment 2 het Ca(NO₃)₂ en NaNO₃ by hoër stikstofvlakke die laagste getal uie gelewer. Dit dui volgens Batal *et al.* (1994) daarop dat die stikstofbron en toedieningspeil die groei en vestiging van plantjies deur osmotiese konsentrasie vroeg in die groeiseisoen beïnvloed word. Riekels (1972), Greenwood *et al.* (1992) en Batal *et al.* (1994) het ook oor die nadelige effek van hoë stikstofvlakke op plantpopulasie en plantegroei van uie gerapporteer.

1.5.2. Verdelingsmetode en frekwensie

Batal *et al.*, (1994) het gevind dat die toediening van 33% stikstof in die VGS en 66% in die LGS opbrengs betekenisvol verhoog. Dit het ook die proporsie opbrengs van groot uie met 7% laat toeneem. Die totale aantal bolle en die opbrengs van uie het verhoog deur die frekwensie van 1 tot 2 paaielemente gedurende die VGS te verhoog. Daar word ook 'n hoër persentasie groot uie geproduseer waar 2 of 3 paaielemente gedurende die VGS toegedien word.

1.5.3. Interaksies

Alhoewel die toedieningsfrekwensie en stikstofbron interaksie nie duidelik na vore gekom het nie, is dit duidelik dat veelvoudige toedienings van kleiner hoeveelhede van die totale stikstof, die getal en opbrengs van uie verhoog het. Onder die toestande was NH₄NO₃ en NaNO₃/KNO₃ minder skadelik teenoor jong plantjies as Ca(NO₃)₂ en NaNO₃.

Resultate in die studie van Batal *et al.* (1994) dui daarop dat dit voordelig is om 33% van die totale stikstof in die VGS te gee, gevolg deur 66% in die LGS. Dit verbeter die

gebruik van stikstof deur die plant, veral as hoog oplosbare nitraatvorms gebruik word. Die 33% (VGS) plus 66% (LGS) verdelingsmetode, met meer gereelde toedienings van $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, NaNO_3 , $\text{NaNO}_3/\text{KNO}_3$ en KNO_3 , het die hoogste opbrengs in vergelyking met NH_4NO_3 gelewer.

Dit is duidelik dat gereelde toedienings van klein hoeveelhede stikstof die effektiwiteit van uieproduksie verhoog het. Dit beteken dat medium stikstofvlakke dieselfde ekonomiese opbrengs kan lewer as min toedienings by hoër vlakke van bemesting. Die resultate dui daarop dat produsente deur kombinasies van stikstofvlak en toedieningstrategie die grootte van uie kan beheer en sodoende hul bemerkbare opbrengs kan verhoog (Batal *et al.*, 1994).

NH_4NO_3 het 'n hoër persentasie vrot uie gelewer. Dit word geassosieer met die voorsiening van ammonium wat 'n gunstige omgewing vir patogene skeep wat vrot veroorsaak. 'n Verhoogde bolgrootte deur stikstoftoedienings word geassosieer met die voorkoms van meer vrot bolle. Oorbemesting met NH_4NO_3 moet dus vermy word. Toedienings van $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ en NaNO_3 het die voorkoms van vrot verminder. Die Ca^{2+} in $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ kan die bolweefsel meer bestand maak teen verspreiding van siektes. Hierdie bevindinge wys daarop dat daar 'n optimum balans tussen Ca^{2+} en nitraatstikstof in die bemesting van uie moet wees, veral waar gronde laag in Ca^{2+} is en vrot 'n probleem mag wees. 'n Stikstoftoedieningstrategie en presiese tydsberekening van toediening gedurende die lang produksieperiode, is kritiek om opbrengs te verhoog en om kwaliteit te verbeter (Batal *et al.*, 1994).

1.6. Effek van stikstofvoorsiening op bolontwikkeling van uie

Dit is bekend dat bolontwikkeling by uie bevorder word deur lang fotoperiodes en hoë temperature (Brewster, 1989). Tot onlangs is dit nog beklemtoon dat nitraat 'n regulerende rol speel in ontwikkelingsprosesse, veral prosesse soos bolvorming by uie. Dit sluit die vorming van dormante strukture en 'n verhoging in die oplosbare koolhidraat tot stikstof verhouding in (Batal *et al.*, 1994). Hoë stikstofvlakke kan onder marginale

fotoperiodes bolinisië by uie vertraag of verhoed, maar onder lang fotoperiodes het stikstofvoorsiening geen effek nie (Scully, *et al.*, 1945; Batal *et al.*, 1994). Die verhouding van bolgewig relatief tot blaarblad verhoog namate die stikstofvlak in die grond. Laat toediening van stikstof mag die rypwording van bolle vertraag en kan ook oorsprong gee aan uie met dik nekke (Batal *et al.*, 1994). Aan die ander kant kan stikstof, wat vroeg in gewasontwikkeling toegedien word (onder besproeiing), volwassenheid versnel (Henriksen, 1987; Batal *et al.*, 1994) of geen effek op volwassenheid hê nie (Riekels, 1972; Brewster *et al.*, 1987).

Daar is aangetoon dat bolle vroeër geïnisieer en ryp word hoe hoër die plantpopulasie per eenheidsarea is (Mondal *et al.*, 1986; Batal *et al.*, 1994). Nitraat is 'n mobiele ioon in die grondoplossing en word dus maklik deur inter-wortel kompetisie opgeneem (Batal *et al.*, 1994). As 'n nitraattekort bolontwikkeling verhaas, kan uitputting daarvan by hoë plantpopulasies moontlik vroeë bolontwikkeling by hoë plantpopulasies verklaar (Brewster & Butler, 1989).

1.6.1. Nitraatkonsentrasie in voedingsoplossing

Brewster en Butler (1989) het gevind dat bolverhouding en die verhouding van bol plus skede droëgewig tot blaarblad droëgewig, aanvanklik hoër was met lae stikstofvlakke (5% stikstof). Dit het met latere monsterneming verander waar hoër stikstofvlakke groter bolverhoudings gegee het. Lae stikstofvlakke het 'n verhoging in die oplosbare koolhidraatkonsentrasie in droëmateriaal tot gevolg gehad, veral in bolle en skedes. Minimum blaarverhoudings (blaarbladlengte gedeel deur blaarskede lengte) het vroeër begin daal namate die stikstofvlakke verhoog het. Dit wys daarop dat lae stikstofvlakke die oorgang van blaarblad na bolskubblaar produksie vertraag. Soos verwag het 'n langer fotoperiode veroorsaak dat plante gouer bolskubblare inisieer. By 'n 14h fotoperiode was bolskubblare teenwoordig in plante wat teen 'n hoë nitraatpeil (12 mol.m^{-3}) verbou is, maar by 'n lae nitraatvlak (0.6 mol.m^{-3}) het daar geen bolskubbe ontwikkel nie. By 'n 16h fotoperiode het bolskubbe by alle stikstofvlakke ontwikkel, maar dit het vroeër by die hoë stikstoftoediening gevorm.

1.6.2. Tydsberekening van van hoë en lae nitraatvoorsieningsperiodes

Brewster & Butler (1989) het gevind dat plantgewig en stikstofinhoud deur tydsberekening van periodes van hoë en lae nitraatvoorsiening beïnvloed word. Oorskakeling van 'n hoë na 'n lae stikstofvlak, en andersom, het respektiewelik 'n verlaging en verhoging in stikstofkonsentrasie in die blaar veroorsaak. Die stikstofkonsentrasie in die bol en blaarskede het dieselfde tendens vertoon. Na oorskakeling van 'n lae na 'n hoë stikstofvlak, het die plante dieselfde groeitempo geopenbaar as plante wat die hele tyd by 'n hoë stikstofvlak verbou is. 'n Lae stikstofvlak het 'n aanvanklike verhoging in bolverhouding veroorsaak. Teen die einde van die eksperiment was die bolverhouding hoër by hoë stikstofvlakke. Met oorskakeling van lae na hoë stikstofvlakke het die bolverhouding tydelik gedaal. Dit word geassosieer met die verhoogde blaarblad groeitempo.

'n Lae stikstofvlak vertraag die verlaging in minimum blaar verhouding (Brewster en Butler, 1989). Plante wat aan 'n lae stikstofvlak gedurende die eerste gedeelte van die groeiperiode (36 dae) blootgestel is vertraag die verlaging in minimum blaarverhouding, maar waar oorgeskakel word vanaf 'n hoë na 'n lae stikstofvlak, vir die laaste deel van die groeiperiode (tot volwassenheid), is daar nie 'n vertraging nie. Dus word bolskubblaar inisiasie nie deur 'n laat stikstof beperking beïnvloed nie, maar wel deur 'n vroeë stikstofbeperking. Plante wat aanvanklik hoë stikstofvlakke en later laer vlakke ontvang het, het dieselfde ten opsigte van bolverhouding en blaarverhouding gereageer as plante wat deurentyd by 'n hoë stikstofvlak verbou is. 'n Langer fotoperiode het bolverhouding vroeër verhoog en die minimum blaarverhouding het vroeër afgeneem. Bolskubbe het gevorm by 'n fotoperiode van 14h en 'n hoë stikstofvlak terwyl dit glad nie by 'n lae stikstofvlak gevorm het nie. By 'n 16h fotoperiode vorm bolskubbe by lae en hoë stikstofvlakke, maar bolskubbe het later by lae stikstofvlakke gevorm (Brewster & Butler, 1989).

Pseudostam verval is 'n aanduiding van bol volwassenheid. Plante wat die hele groeiperiode of net die eerste 46 dae 'n hoë stikstofvlak ontvang het, het 70% omval na

19 weke bereik. Plante wat 'n lae stikstofvlak die eerste 46 dae ontvang het en daarna 'n hoë vlak, het die stadium 22 weke na saai bereik. Plante wat 'n lae stikstofvlak deur die hele eksperiment ontvang het, het nie omgeval voordat die proef getermineer is nie (24 weke na saai). Dit is duidelik dat lae stikstof tydens die vroeë induktiewe periode, bolontwikkeling en rypwording vertraag. Die aanvanklike verhoging in bolverhouding met 'n beperkte stikstofvlak, het nie tesame met die oorskakeling van blaarblad na bolskubblaar produksie plaasgevind nie. Dit is tipies dat die twee prosesse moet saamloop vir normale bolontwikkeling en dit is nodig om 'n volwasse en dormante bol te vorm. Met 'n verlaging van stikstofvlakke met 'n 14 of 16h fotoperiode vind daar 'n progressiewe vertraging in bolskubblaar inisiasie plaas (Brewster & Butler, 1989). Dit is teenstrydig met vorige verslae dat lae stikstofvlakke bolontwikkeling onder marginale fotoperiodes bevoordeel (Scully *et al.*, 1945).

Blaarverhouding is 'n beter en meer betroubare manier om bolontwikkeling te meet. Veranderinge in blaarverhouding meet direk die verandering van blaarblad na bolskubblaar ontwikkeling. Lae stikstof veroorsaak 'n laer groeitempo en 'n laer blaarinisiasie tempo. Wanneer die groeipunt van blaarblad na bolskubblaar ontwikkeling oorskakel raak die pseudostam hol. Dit gebeur omdat die blaarblaai nie meer daarin verleng nie. Die pseudostam raak swak en kan nie die blare langer regop hou nie en val dus om. Vertraagde omval is dus 'n aanduiding van vertraagde oorgang van blaarblad na bolskubblaar ontwikkeling. Hierdie tendens word veroorsaak deur 'n gebrek aan stikstofkunsmis op 'n vroeë stadium (Brewster & Butler, 1989). Henriksen (1987) het gevind dat hoë toedienings van stikstof gedurende die eerste gedeelte van die groeiseisoen bolontwikkeling bevorder.

Dit is onwaarskynlik dat kompetisie vir stikstof in hoë digtheid aanplantings 'n faktor kan wees wat aanleiding gee tot vroeë bolskubblaar inisiasie en bolvolwassenheid (Mondal *et al.*, 1986; Batal *et al.*, 1994). Faktore wat wel 'n rol kan speel is 'n waterstremming en die verlaging in die rooi tot ver-rooi spektrale verhouding (Casal, Sanchez & Deregibus, 1987).

2. Fosfaat

Fosfaat (P) is in alle plante teenwoordig in konsentrasies wat afhang van die plantspesie, ouderdom en die aard van die plantweefsel. Oor die algemeen wissel die fosfaatinhoud in die droëmateriaal van plante tussen 0.1% en 1.2%. Fosfaat is 'n belangrike bestanddeel van nukleïensure, dit speel 'n aktiewe rol in die sintese van organiese materiaal, vorming van verskillende plantweefsels en in vervoermeganismes (Chavarria, 1988).

Die fosfaatbehoefte is reeds aan die begin van plantontwikkeling hoog. Op daardie tydstip is dit belangrik dat 'n voldoende fosfaatvoorraad in die grond teenwoordig is. Oor die algemeen is die opname van fosfaat voltooi sodra die plant aan die einde van maksimum groei kom. Die belangrikheid van fosfaatvoorsiening in sekere vegetatiewe groeistadia word gekarakteriseer onder die term 'onmiddellike behoefte' en dit kan 'n paar kg P.ha⁻¹ per dag wees (Chavarria, 1988).

Onvoldoende voorrade van fosfaat in die wortelmedium veroorsaak vertraagde groei, swak ontwikkeling, vegetatiewe abnormaliteite en verlaagde produksie. Probleme wat gepaard gaan met fosfaattekorte kom te voorskyn in groeistadia wat baie fosfaat benodig. Gewasse benodig jaarliks tussen 18 en 53 kg P.ha⁻¹, afhangende van die plantspesie en die grond-klimaat potensiaal (Chavarria, 1988).

2.1. Fosfaatfraksies in grond

Die oorwegende vorm van fosfaat in die grond is ortofosfaat. 'n Groot hoeveelheid hiervan word geassosieer met grond organiese materiaal (Mengel & Kirkby, 1987). In mineraalgronde is die organiese fosfaat gedeelte tussen 20% tot 80% van die totale fosfaat. In plantvoeding is daar drie fosfaatfraksies wat belangrik is, naamlik: Fosfaat in grondoplossing, fosfaat in die labiele poel en fosfaat in die nie-labiele fraksie. Die eerste fraksie is die fosfaat wat opgelos is in die grondoplossing. Die tweede fraksie is die vaste fosfaat wat op oppervlakte gehou word en in ewilibrum met die fosfaat in die

grondoplossing is. Die derde fraksie is die onoplosbare fosfaat wat slegs baie stadig in die labiele poel vrygestel word (Mengel & Kirkby, 1987).

2.2. Invloed van grondeienskappe op die beskikbaarheid van fosfaat

Plante neem fosfaat in die vorm van ortofosfaatione (H_2PO_4^- en HPO_4^{2-}) uit die grondoplossing op. Die hoeveelheid van die twee tipes ione is grootliks afhanklik van grondreaksie (pH). Die twee tipes ione is in ewe groot hoeveelhede by 'n neutrale pH beskikbaar. Die hoeveelheid H_2PO_4^- verhoog met 'n laer pH en daal met 'n hoër pH. Die tempo van opname is in 'n sekere mate gekoppel aan die konsentrasie van fosfaat in die onmiddellike omgewing van die plant se aktiewe wortels. Wortels is redelik ver van mekaar. Dit beteken dat die opname in 'n groot mate afhanklik is van vervoerprosesse in die grond. Daar is twee vervoerprosesse in die grond, naamlik: a) Massavloei van grondoplossing. Dit is afhanklik van die plant se opname van water. b) Beweging deur middel van diffusie. Ione beweeg van 'n hoër na 'n laer konsentrasie (Chavarria, 1988).

Die totale hoeveelheid oplosbare fosfaat wat in die wortel-gepenetreerde grondprofiel teenwoordig is, is ongeveer 0.1 tot 1.0 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Plante benodig baie meer fosfaat as bogenoemde hoeveelheid en moet dus gereeld gedurende die vegetatiewe periode uit die vaste fase aangevul word. Dit is duidelik dat massavloei van die grondoplossing van minder belang vir fosfaatopname deur die plant is. In teendeel, die kapasiteit van die vaste fase om deurlopend fosfaat vry te stel is meer belangrik vir die plante. Die belangrikste plantparameters vir die opname van fosfaat is die konsentrasie van fosfaatione in die grondoplossing, die tempo van diffusie van fosfaatione en die kapasiteit van die vastefase om die fosfaatione in die grondoplossing aan te vul. Die drie grondparameters word deur verskillende grondeienskappe beheer (Chavarria, 1988).

2.2.1. Invloed van pH en katione

Die anorganiese vaste fase van fosfaat kan in twee kategorieë verdeel word, naamlik: a) Oplosbare soute of minerale en (b) fosfaat geabsorbeer aan die oppervlakte van grondpartikels. Die belangrikste katione, wat verantwoordelik is vir die binding van fosfaat in die grond, is aluminium (Al^{3+}), yster (Fe^{3+}) en kalsium (Ca^{2+}). Ander katione is van minder belang. Die konsentrasie van fosfaatkatione in die grondoplossing is afhanklik van die oplosbaarheid van die soute in die vaste fase, die konsentrasies van Al^{3+} , Fe^{3+} en Ca^{2+} en die pH van die grondoplossing. Die mees oplosbare sout in die vaste fase is CaHPO_4 . Yster- en aluminiumfosfaat het 'n lae oplosbaarheid (Chavarria, 1988).

Die konsentrasie van Al^{3+} en Fe^{3+} in 'n grondoplossing word beheer deur $\text{Al}(\text{OH})_3$ en $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Dit beteken dat 'n lae pH (lae konsentrasie van hidroksielione) aanleiding sal gee tot 'n hoë konsentrasie van Al^{3+} en Fe^{3+} en gevolglik 'n lae konsentrasie van oplosbare fosfaatkatione. Verhoging van die pH (met bekalking) sal die konsentrasie van Al^{3+} en Fe^{3+} verlaag en die fosfaatkonsentrasie in oplossing verhoog. In die meeste gronde bereik die konsentrasie van fosfaatkatione 'n maksimum by 'n pH van 6 tot 7. As die pH verder verhoog word vind daar weer presipitasie van apatiet plaas, wat lae oplosbaarheid het en dus lae fosfaatkonsentrasies tot gevolg het (Chavarria, 1988).

2.2.2. Invloed van grondtekstuur

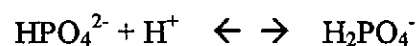
Tekstuur beïnvloed fosfaatvoorsiening op drie maniere. Die poreuse-sisteem diffusie koëffisiënt van fosfaat verhoog met 'n verhoging van die klei-inhoud van die grond. Die kapasiteit van die vaste fase fosfaat om die fosfaat in die grondoplossing aan te vul, verhoog as die grond meer klei bevat. Wanneer dieselfde hoeveelheid fosfaat aan verskillende gronde toegedien word, sal 'n kleiner verhoging in fosfaatkonsentrasie plaasvind namate die klei-inhoud van die grond styg (Chavarria, 1988).

2.2.3. Invloed van organiese materiaal

Normaalweg verhoog organiese materiaal die oplosbaarheid van fosfaat in grond. Twee meganismes is hiervoor verantwoordelik. a) Organiese anione kompeteer met fosfaatione vir bindingsetels op die grondpartikels. b) Komplekse organiese anione chelateer Al^{3+} , Fe^{3+} en Ca^{2+} , en dus word die krag van die katione om fosfaat te presipiteer verlaag. Die organiese materiaal bevat self fosfaat. Ongeveer 20 tot 80% van die totale fosfaat in die grond is gebind aan organiese komponente. Sodra die organiese materiaal deur mikrobies afgebreek word, word organiese fosfaat aanhoudend as ortofosfaat vrygestel. Mikrobiologiese aktiwiteite word deur ekologiese faktore soos temperatuur, voginhoud, suurstof en pH bepaal. Die mikrobiologiese vrystelling van fosfaat gaan nie altyd saam met die maksimum plantopname nie. Die optimum pH vir die vrystelling van organiese fosfaat stem ooreen met die optimum toestande vir die beskikbaarheid van anorganiese fosfaat (pH 6 tot 7). Indien fosfaat-arm organiese materiaal in die grond ingewerk word, mag die mikrobies anorganiese fosfaat in die grondoplossing benut om die organiese materiaal te ontbind. Minder fosfaat sal dus beskikbaar wees vir die plant (Chavarria, 1988).

2.3. Fosfaat in oplossing en plantwortel interaksies

Die hoeveelheid fosfaat in die grondoplossing is baie min in vergelyking met die geadsorbeerde fosfaat. Die belangrikste fosfaatione in die grondoplossing is HPO_4^{2-} en H_2PO_4^- . Die verhouding waarin die twee ion spesies in die grond voorkom is pH afhanklik. 'n Hoë H^+ konsentrasie skuif die ewilibrum na die oplosbare, meer geprotoneerde vorm.



By 'n pH van 5 sal H_2PO_4^- teenwoordig wees en by 'n pH van 9 sal HPO_4^{2-} die oorheersende ion wees. Groeiende plante het 'n geweldige hoë fosfaatvereiste (Mengel & Kirkby, 1987). Fosfaat word teen 'n vinnige tempo uit die grondoplossing rondom die

plantwortels opgeneem. Die uitputting van fosfaat veroorsaak 'n gradiënt tussen die fosfaatkonsentrasie naby die worteloppervlak en die fosfaatkonsentrasie in die grond (Olsen & Watanabe, 1970). Die konsentrasie gradient reguleer die tempo van fosfaatdiffusie na die wortel. Die belangrikheid van fosfaatdiffusie in die voorsiening van fosfate aan die plante is gedemonstreer deur Bhat & Nye (1974). Hulle het gedemonstreer dat die graad van fosfaatuitputting rondom uiewortels goed vergelyk met die fosfaatdiffusie berekeninge. Massavloei speel ook 'n belangrike rol in die vervoer van fosfate na die plantwortels (Bole, 1973).

Eksperimente wat uitgevoer is, het getoon dat die infeksie van wortels met mycorrhiza die tempo van fosfaatopname verhoog en dus die groei van die plant stimuleer. Uiewortels wat met 'n endotrofiëse mycorrhiza geïnfecteer is, het baie meer fosfaat per eenheid lengte wortel opgeneem (Mengel & Kirkby, 1987).

2.4. Rol van fosfaat in plante

Fosfaat word in 'n groot verskeidenheid van verbindings in plante aangetref. Hierdie organiese verbindings word onderskei in verbindings wat 'n opbrengs of strukturele funksie het en die wat 'n intermediêre rol in die metabolisme van plante speel.

In die eerste groep kom verbindings soos fitien, fosfolipiede en nukleïensure voor. Fosfor word in die saad van plante hoofsaaklik as fitien opgeberg. Gedurende ontkieming word dit ensiematies gehidroliseer waardeur anorganiese fosfaat vir gebruik in die metabolisme van jong saailinge vrygestel word. Die fosfolipiede is die esters van gliserol en inositol met fosforsure en vetsure. Dit dien as opbergingsverbindings in sade en is ook prominent in selwande, waar dit waarskynlik 'n belangrike rol speel in die selektiewe deurlaatbaarheid van selmembrane vir ione. Die nukleïensure, wat die draers van oorerflikheid is, bestaan uit verskillende molekule wat deur fosfaateenhede aanmekaar gekoppel is. Omdat fosfaat die ruggraat van nukleïensure en 'n komponent van membraanfosfolipiede is, speel dit 'n belangrike strukturele rol in die plant. Dit is die

setel waar die sintese van ensieme beheer word en waardeur die hele plantmetabolisme gerig word (Wignarajah, 1994).

In die metaboliese prosesse self speel fosfaat 'n fundamentele rol deurdat dit as die oordraer van energie optree. Die belangrikste fosfaatverbinding in hierdie verband is adenosientrifosfaat (ATP). In die unieke proses van fotosintese tree fosfaat ook deurgaans in die sleutelrol van energie oordraer op (Wignarajah, 1994).

2.5. Fosfaat en die gedrag van plante

2.5.1. Ontwikkeling en rypwording

Wanneer daar genoegsame toeganklike fosfaat in die wortelmedium teenwoordig is, absorbeer jong eenjarige plante dit vinnig, tot so 'n mate dat wanneer 25% van die seisoenale produksie aan droëmateriaal geakkumuleer is, die plante reeds 50 - 75% van hul seisoensvereiste aan fosfaat opgeneem het. 'n Vrye voorsiening van fosfaat lei tot vinnige plantontwikkeling. Blomvorming vind vroeër plaas en die vrugte/sade word vroeër ryp. Hierdie versnelling in rypwording vind slegs plaas as dit gepaard gaan met 'n opbrengsreaksie (Ohlrogge, 1962; Chavarria, 1988).

2.5.2. Siekte-infeksie

Die rol van fosfaatvoeding in die bestandheid teen siektes is nie heeltemal duidelik nie. Die mees algemene gerapporteerde waarneming is dat 'n verbetering in die fosfaatvoedingstatus plante meer bestand teen swamsiektes maak. Hierdie effek is ten opsigte van blaarsiektes soos witroes, asook by wortelsiektes waargeneem. Oor die meganisme wat betrokke is, is min bekend. Die mees aanvaarbare teorie oor die beperking van wortelsiektes deur fosfaatbemesting is dat dit nie soseer die gevolg is van beter inherente bestandheid van wortels teen besmetting nie, maar eerder 'n geval van 'siekte ontsnapping' deurdat wortelgroei en produksie van nuwe wortels gestimuleer word (Chavarria, 1988).

2.6. Reaksie van uie op fosfaatplasing

Verskillende plantspesies reageer nie dieselfde op die metode van fosfaatplasing nie en reageer ook nie altyd dieselfde op alle grondtipes nie. Nelson *et al.* (1949) het gevind dat plante minder fosfaatkunsmis absorbeer wanneer dit breedwerpig uitgestrooi word as wanneer dit gebandplaas word. Op twee slik-leem gronde het Welch *et al.* (1966) beter opbrengste met mielies verkry waar fosfaat gebandplaas is. Hipp (1970) het gevind dat die plasing van fosfaat die opbrengs van tamaties meer beïnvloed het op klei of slikerige klei-leem as op fyn sand-leem grond. Verdere studies het ook daarop gewys dat fosfaatopname en gewig van individuele tamatie saailinge afhang van die diepte en die laterale plasing van fosfaat (Hipp, 1970).

Die superioriteit van gebandplaasde fosfaat oor fosfaat wat met die grond gemeng word is baie groter by lae as by hoë temperature (Mulkey, Albach & Dainello, 1979). Grondtemperatuur het 'n groot invloed op groei en fosfaatopname (Gingrich, 1964; Power *et al.*, 1964). Voldoende fosfaatbemesting vir saailingvestiging en bolontwikkeling in Spaanse uie is deur Timm & Riekels (1964) gedemonstreer.

2.6.1. Invloed van fosfaatplasing op sailinggroei en fosfaatopname

Maksimum groei en fosfaatopname is verkry wanneer fosfaat op 'n diepte van 2.5 cm geplaas is. 'n Hoë en lae fosfaatvlak geplaas op 'n diepte bo of onder 2.5 cm, het betekenisvol minder vroeë groei en fosfaatopname getoon as gevolg van stadige wortelontwikkeling gedurende die laat herfs en vroeë winter terwyl die sailinge vestig. Hipp (1970) het dieselfde ondervind met tamaties wat direk gesaai is in die winter wanneer grondtemperatuur laag is. Robertson *et al.* (1954) het gerapporteer dat jong mielieplante in die vroeë groeistadium amper heeltemal afhanklik is van fosfaat wat gebandplaas is. Mulkey *et al.* (1979) het gevind dat groei en fosfaatopname van uie dieselfde vir 'n lae en hoë fosfaat behandeling was, maar daar was nie so 'n drastiese reaksie by die lae fosfaatvlak nie. 'n Betekenisvolle verhoging in sailinggewig en

fosfaatopname het met 'n hoë fosfaatpeil, met 'n bandplaasdiepte wat van 2.5 tot 7.5 cm toegeneem het, plaasgevind.

Fosfaatopname en groei is betekenisvol verlaag waar 'n hoë fosfaatvlak 2 cm weg vanaf die saad geplaas is. Waar 'n lae fosfaatvlak toegedien is, het fosfaatopname en plantgewig betekenisvol verlaag met 'n fosfaatband wat vanaf direk onder die saad tot 4.0 cm vanaf die saad geplaas is (Mulkey *et al.*, 1979).

2.6.2. Invloed van fosfaatplasing op die opbrengs van uie

Opbrengs van uie het met 'n hoë en lae fosfaatpeil toegeneem tot op 'n optimum plasingsdiepte. Maksimum opbrengs is met 'n hoë fosfaatvlak op 'n diepte van 5.0 cm en met 'n lae fosfaatvlak op 'n diepte van 2.5 cm verkry. Daar was geen betekenisvolle opbrengsverskille tussen die twee fosfaatvlakke op enige diepte nie. Dit dui daarop dat die diepte van fosfaatplasing meer belangrik as die vlak van bemesting is. Die optimum bandplaasdiepte van fosfaatbemesting kan tussen 2.5 en 7.5 cm lê (Mulkey *et al.*, 1979).

Met die toediening van 'n hoë en 'n lae fosfaatpeil onderskeidelik op 'n plasingsdiepte van 2.0 en 4.0 cm lateraal van die saadry het die opbrengs betekenisvol verlaag. Daar is nie 'n betekenisvolle verskil in opbrengs tussen die twee fosfaatvlakke, by enige laterale plasing, nie. Weereens dui die data daarop dat fosfaatplasing meer belangrik is as fosfaatvlak (Mulkey *et al.*, 1979).

2.6.3. Invloed van fosfaatplasing op die aantal dae tot volwassenheid

Teen 'n hoë fosfaatvlak het die aantal dae wat dit vir uie neem om volwassenheid te bereik verminder met 'n toenemende fosfaatplasingsdiepte tot met 5 cm en daarna verhoog indien die plasingsdiepte verder toegeneem het. Daar was 'n 11.8 dae vertraging in volwassenheid tussen 'n plasingsdiepte van 5.0 en 15.0 cm. Dae tot volwassenheid het ook betekenisvol toegeneem wanneer fosfaat meer as 2 cm lateraal van die saad geplaas is (Mulkey *et al.*, 1979).

Die resultate van Mulkey *et al.* (1979) dui daarop dat wanneer uie direk gesaai word in die herfs wanneer grondtemperatuur afneem, diepte en laterale plasing van fosfaat kritiek is vir produksie. Fosfaat wat op 'n diepte van 2.5 cm direk onder die saadry geplaas word, het verhoogde saailinggewig en fosfaatopname tot gevolg gehad. Dit is belangrik in die produksie van uniforme en sterk saailinge vir uitplant.

2.7. Invloed van fosfaat op die kwaliteit van uie

Laughlin (1989) het op 'n grond met 'n pH van 5.9 en 'n fosfaatinhoud van 28 dpm trippel superfosfaat teen 0, 50, 100 en 200 kg P.ha⁻¹ toegedien. Fosfaat is voor saai 2.5 cm direk onder die saadry geplaas. Kwaliteitstoetse is na 6 maande in opberging op die 0 en 200 kg P.ha⁻¹ behandelings gedoen. Bandplasing van fosfaat het die opbrengs van uie met 27% laat toeneem weens die verhoging in opbrengs van bolle wat groter as 50 mm in deursnee was. Die toediening van hoër fosfaatvlakke het dus die grootte verspreiding van bolle van klein en medium na medium en groot verskuif. Die persentasie vrot uie het vanaf 18.6% tot 25.8% toegeneem indien fosfaattoedienings van 0 na 200 kg P.ha⁻¹ verhoog is. Daar word geen verduideliking vir die verhoging in die persentasie vrot uie verskaf nie.

3. Kalium

Die gemiddelde kaliuminhoud van die aardkors is ongeveer 2.3%. Die meeste van hierdie kalium (K) is gebind in primêre minerale of is teenwoordig in sekondêre kleiminerale, wat grootliks die kleifraaksie van die grond opmaak. Daarom is gronde wat baie klei bevat, ryk in kalium (Gardner, 1967; Mengel & Kirkby, 1987). Die hoofbron van kalium, vir plante wat onder natuurlike toestande groei, kom van die verwerking van kaliumbevattende minerale. Die belangrikste minerale is veldspate, muskoviet, biotiet, illiet, vermikuliet, chloriet en montmorilloniet. Gewoonlik toon die kaliuminhoud van grond 'n toename met diepte as gevolg van verwerking in die boonste horisont en inwassing van kalium na die dieper lae (Mengel & Kirkby, 1987).

3.1. Kaliumvaslegging

Kaliumvaslegging verlaag die ekstraheerbaarheid van kalium as gevolg van 'n interaksie met die vaste fase van die grond. Ekstraheerbare kalium is die uitruilbare plus opgeloste kalium wat gewoonlik met 'n ammoniumsoutoplossing, soos ammoniumasetaat of ammoniumchloried, verplaas word. Namate kaliumione uit tussenlaagruimtes van minerale vrygestel word, word kalium minder en die vrystellingstempo al hoe laer (Mengel & Kirkby, 1987). Wanneer kalium aan sulke minerale toegedien word, vind daar sterk kalium adsorpsie plaas en dit veroorsaak dat die mineraal saamtrek (Graham & Lopez, 1969). Die proses word kaliumvaslegging genoem. Die graad van kaliumvaslegging hang van verskeie faktore af, insluitende ladingsdigtheid van die mineraal, voginhoud, konsentrasie van kalium en die aard en konsentrasie van kompeterende katione in die omliggende medium.

Vaslegging van die positiewe kaliumioon (K^+) is hoog as die negatiewe lading per eenheid silikalaag hoog is. Sommige minerale soos verweerde mikas, vermikuliet en illiet fikseer kalium onder droë en nat toestande terwyl montmorilloniet kalium slegs fikseer onder droë toestande. Vaslegging is dus baie hoër onder droë as nat grondtoestande. Ammoniumione is baie dieselfde as kaliumione wat ionradius betref en kan dus ook vasgelê word (Mengel & Kirkby, 1987). Ammonium kan ook met gefikseerde kalium uitruil. Dieselfde geld vir waterstof (Rich & Black, 1964). Dus kan ammonium en waterstof met kalium kompeteer vir bindingsplekke. Dit beteken dat kaliumvaslegging nie so belangrik op suurgronde ($pH < 4.5$) as op bekalkte gronde is nie.

3.2. Kaliumfraksies

Grond kalium kan in drie fraksies ingedeel word, naamlik: (a) Kalium as 'n strukturele element in grondminerale, (b) kalium geadsorbeer in uitruilbare vorm aan grondkoloïede soos klei minerale en organiese materiaal en (c) kalium teenwoordig in die grondoplossing. Kalium wat deur die verwerking van minerale vrygestel word, los op in die grondoplossing. Dit kan direk deur die plantwortels opgeneem word of geadsorbeer

word deur grondkoloïedes. Daar heers 'n ewilibrum tussen geadsorbeerde kalium en kalium in die grondoplossing. Die kaliumvlak in die grondoplossing hang van die selektiwiteit van die adsorpsie setels af. As dit spesifiek vir kalium is, is die konsentrasie van kalium in die grondoplossing laag (Mengel & Kirkby, 1987). As die bindingsplekke minder spesifiek vir kalium is, is die kaliumkonsentrasie in die grondoplossing gewoonlik hoër (Nemeth *et al.*, 1979). Die kaliumkonsentrasie van die grondoplossing bepaal die diffusietempo na die wortels en dus ook die opname van kalium deur plante (Mengel & von Braunschweig, 1972; Daring & Duganzich, 1979; Wanasuria, De Datta & Mengel, 1981).

Behalwe die kaliumkonsentrasie in die grondoplossing is die kaliumbufferkapasiteit van die grond nog 'n belangrike faktor wat die beskikbaarheid van kalium bepaal. Wanneer die grond hoog gebuffer is, vind daar slegs klein fluktuasies van kalium in die grondoplossing plaas. 'n Grond met 'n lae kaliumbufferkapasiteit se kaliumkonsentrasie mag aansienlik gedurende die groeiperiode daal (Nemeth, 1975).

Kalium word uit die grondoplossing opgeneem en weer deur die uitruilbare fraksie aangevul. Kalium word ook uit die nie-uitruilbare fraksie, vanaf minerale in die grondoplossing, vrygestel. Slegs wanneer kaliumvlakke laag is in die grondoplossing, word groot hoeveelhede kalium vanuit die nie-uitruilbare fraksie vrygestel (Mengel & Kirkby, 1987).

3.3. Effek van kalium op die kwaliteit van plantprodukte

Kwaliteit van plantprodukte word deur kalium beïnvloed. In die volgende drie paragrawe word eksperimente met verskillende gewasse aangehaal om te illustreer hoe kalium kwaliteit beïnvloed.

3.3.1. Interaksie tussen kalium en ander faktore

Tipe kleimineraal en kaliumvoorsiening. Bemesting verwys na die toediening van kunsmis aan die grond en plantvoeding dui op diffusie en massavloei van voedingstowwe na plantwortels waar dit dan opgeneem word. Grondpartikels en veral kleimineraal kompeteer met plantwortels vir kalium wat aan die grond toegedien is. Soms gebeur dit dat kalium wat toegedien word sterk deur kleimineraal vasgelê of geadsorbeer word sodat slegs 'n klein gedeelte van die bemesting vir die plant beskikbaar is. In sulke gevalle sal kalium geen effek op plantkwaliteit hê nie (Mengel, 1974).

Dit hang alles van die tempo van kaliumopname deur die wortels en dus ook van die vloeitempo van kalium van die grondmedium na die plantwortels af (Mengel & von Braunschweig, 1972). Grondvog en kaliumkonsentrasie van die grondoplossing is die belangrikste faktore wat vloeitempo beheer. Die vloeitempo verlaag soos die grondvogspanning verhoog en hoër kaliumkonsentrasies in die grondoplossing lewer 'n hoër kalium vloeitempo. Dus is kaliumkonsentrasie in die grondoplossing 'n belangriker parameter as uitruilbare kalium in die grond om kalium toeganklikheid te bepaal.

Mengel (1974), het dit duidelik aangedui met 'n pot eksperiment waar *Lolium perene* op vier verskillende gronde geplant is. Die inhoud van die uitruilbare kalium in die vier gronde was 100, 100, 114, en 175 dpm onderskeidelik. Alhoewel die inhoud van uitruilbare kalium in die eerste drie gronde amper dieselfde was, is daar tog beduidende verskille in opbrengs waargeneem. Daar bestaan amper 'n liniêre verwantskap tussen die uitruilbare kalium van die grond en die konsentrasie in die grondoplossing (Nemeth, Mengel & Grimme, 1970). Dit geld veral vir 2:1 kleimineraal (vermikuliet, illiet, chloriet) wat bindingsplekke besit met 'n hoë selektiwiteit vir kalium. Kaolinet, die algemene kleimineraal in Suid-Afrikaanse gronde, bind nie kalium selektief nie. Kalium wat aan hierdie mineraal gebind is, kan maklik vervang word met katione soos Ca^{2+} en Mg^{2+} . Gronde met kaolinet as die dominante kleimineraal is onderhewig aan kalium loging en het 'n lae kaliumbufferkapasiteit (Nemeth, 1975).

Gewas se kaliumvoedingsbehoefte. Die toediening van kalium het nie altyd 'n verbetering in opbrengs en kwaliteit tot gevolg nie. Daar is geen liniêre verwantskap tussen kaliumvoorsiening en verbetering in plantkwaliteit nie. Die effek van kalium op kwaliteit kan slegs waargeneem word as die oorspronklike kaliumvoedingstofstatus van die plante onvoldoende was. Die effek van kalium op kwaliteit of die inhoud van organiese bestandele van plantmateriaal, hang af van die fisiologiese aard van die spesifieke gewas. Mengel (1974) het gevind dat 'n verhoging in kaliumvoorsiening aan die begin van die vegetatiewe periode geen betekenisvolle effek op die koolhidraatinhoud van *Phleum pratense* gehad het nie. Tydens die vroeë stadium van ontwikkeling word 'n groot gedeelte van die koolhidrate, wat uit fotosintese gesintetiseer word, gebruik vir proteïensintese (vir vegetatiewe groei). Aan die einde van die vegetatiewe groeiperiode word koolhidrate geakkumuleer vir reprodktiewe groei. Nou bevoordeel die fisiologiese aard van plantmetabolisme die sintese en akkumulاسie van koolhidrate en gedurende hierdie periode het kalium 'n groot invloed op die koolhidraatinhoud van *Phleum pratense* gehad. Dieselfde is gevind by *Lolium perenne*.

Kalium bevorder die vulling van stoorweefsel (aartappelknolle) met koolhidrate (Mengel, 1974). Die stoormateriaal van vegetatiewe stoororgane bestaan hoofsaaklik uit koolhidrate. Kwaliteit word nie net deur die mate van akkumulاسie van koolhidrate geaffekteer nie, maar ook deur die teenwoordigheid van chemiese verbindings soos sulfoxides (*Alliaceae*) en mosterd olies (*Cruciferae*). Hierdie chemiese verbindings word in sekondêre metaboliese paaie gesintetiseer. Optimum energietoestande met hoë ligintensiteit, en in baie gevalle baie kalium, het 'n invloed op die sintese van die chemiese verbindings (Mengel, 1979).

In die praktyk behoort kwaliteit nie in isolasie ondersoek te word nie, maar opbrengs moet ook in gedagte gehou word. In die meeste gevalle is kwaliteit en kwantiteit van plantprodukte in kompetisie met mekaar. Mengel (1974) het 'n eksperiment uitgevoer om vas te stel wat die effek van kaliumkonsentrasie in die voedingsmedium op die opbrengs en suikerinhoud van suikerbeet is. 'n Verhoging van kalium in die voedingsoplossing van 0.2 tot 1.0 me.l⁻¹ het 'n hoogs betekenisvolle verhoging in opbrengs van suikerbeetwortels

meegebring, maar die sukrose inhoud het effens afgeneem. 'n Hoë wortelopbrengs het meer selle in die stoorweefsel laat ontwikkel wat met sukrose gevul kon word. Dit verklaar die laer suikerinhoud van die wortels in die 1.0 me.l⁻¹ kalium behandeling. Met die hoogste kaliumbehandeling (5.0 me.l⁻¹) was daar 'n hoër sukrose inhoud asook 'n hoër opbrengs. Die wortelopbrengs het nie baie gestyg nie, maar die sukrose inhoud het tot 'n bevredigende vlak gestyg (16.5%). Dit beteken dat die optimum kaliumbehoefte vir opbrengs gouer as die optimum kaliumvlak vir kwaliteit bereik is.

Stikstof en kalium interaksies. 'n Hele paar elemente het 'n gesamentlike invloed op kwaliteit van plantprodukte. Dit is veral waar vir stikstof. Mengel (1974) het gevind dat met lae stikstof voorsiening, kalium die karoteeninhoud van *Lolium perenne* baie min verhoog. Met voldoende stikstofvoorsiening het kaliumvoorsiening die karoteen in die droëmateriaal vanaf 214 dpm tot 783 dpm laat toeneem. Hierdie voordelige interaksie tussen kalium en stikstof kan toegeskryf word aan die invloed wat kalium op proteïensintese het. Koch & Mengel (1972) het geïllustreer dat kalium die opname van nitrate, die reduksie van nitrate in die plant en die inkorporasie van aminosure in proteïen bevorder. Mengel (1974) het 'n eksperiment uitgevoer waarin gemerkte stikstof (¹⁵N) gebruik is om die invloed van stikstof en kalium op die proteïenfraksie van sonneblomstingels te evalueer. Die persentasie gemerkte stikstof in die proteïenfraksie is 'n betroubare indikator van die tempo van proteïensintese. Die tempo van proteïensintese is nie betekenisvol beïnvloed deur lae stikstofvoorsiening en 'n hoë kaliumvlak nie. Met die hoogste stikstofvlak het kalium 'n groot invloed gehad. Met onvoldoende kaliumvoorsiening het 'n verhoging in stikstofvoorsiening 'n onderdrukkende effek op proteïensintese gehad. Hoë stikstofvlakke is dus slegs effektief as genoeg kalium voorsien word.

'n Verhoging in die tempo van proteïensintese beteken nie altyd 'n verhoging in die proteïeninhoud van die plantweefsel nie. Die inhoud van alle organiese komponente in plantmateriaal hang af van die sintesetempo van sulke komponente en die groeitempo van plantweefsel. 'n Relatiewe hoë groeitempo veroorsaak 'n verdunning van organiese

komponente. Dit gebeur in jong plante waar kalium die groeitempo bevoordeel bo die sintese van proteïene (Hsiao, Hageman & Tyner, 1970; Mengel, 1974).

Koch & Mengel (1972) het gevind dat kalium nitraatreduksie in tabakblare bevorder. Dit bevoordeel egter ook die opname van nitraat en daarom verhoog kalium soms die nitraatkonsentrasie van plantweefsel (Cantliffe, 1973).

3.3.2. Biosintetiese prosesse

Daar word ongeveer 40 verskillende ensieme selektief deur kalium geaktiveer. Die voordelige effek van kalium op verskeie prosesse van sintese word moontlik verbind aan hierdie ensiematiese reaksies. Kalium speel 'n belangrike rol in fosforilisasie prosesse en veral in die sintese van ATP. Mengel (1974) het die effek van blaar kalium, van verskillende gewasse, op die tempo van elektrotransport in die fotosintetiese elektronketting en op die tempo van fosforilisasie (ATP sintese) geïllustreer. Albei prosesse word deur kalium versnel. Dit beteken dat blare met 'n hoë kaliuminhoud meer energie beskikbaar het vir sinteseprosesse en daar is ook meer gereduseerde ko-ensieme teenwoordig vir reduksiereaksies soos die reduksie van organiese sure tot suikers en die sintese van vetsure. Dit demonstreer dat kalium 'n meer algemene as 'n spesifieke rol in metaboliese prosesse speel.

Koolstofdioksied assimilasië is 'n basiese proses in opbrengs ontwikkeling. Mengel (1974) het gevind dat kalium die koolstofdioksied assimilasiëtempo van lentekoring bevorder en 'n hoër korrelvullingtempo tot gevolg het. Die duisendkorrelmassa en die saadkwaliteit het verbeter. Dit kan verklaar word deurdat kalium die vulling van graan deur organiese komponente, veral koolhidrate, bevorder. In koring is bakkwaliteit baie belangrik. Mengel (1974) het gevind dat 'n verhoging in kalium die ru-proteïen in lentekoring verhoog het, beter sedimentasie waardes gegee het, die deegvolume verhoog het en dus die bakkwaliteit verbeter het.

3.3.3. Translokasie prosesse

Dit is nie net sintese prosesse wat die kwaliteit van plantprodukte affekteer nie, maar ook die translokasie van fotosintate vanaf die blare na die stoororgane. Hartt (1969) en Hartt (1970) het gewys dat die basipetale translokasie van fotosintate in suikerriet beter was as plante voldoende kaliumvoeding ontvang het as plante met 'n lae kaliumstatus. Die voordelige effek van kalium op suikerinhoud is as gevolg van verhoogde suikersintese en beter suikertransport. Bogenoemde outeur se waarneming dat die translokasie van assimilate deur kalium verbeter word, word deur baie outeurs bevestig (Mengel, 1974; Ashley & Goodson, 1972).

Metaboliese prosesse in die sink (vrug, stoorweefsel) affekteer die translokasietempo op so 'n manier dat 'n hoë omsettingstempo in die sink translokasie kan versnel. Header Mengel & Forster (1973) het 'n hoër tempo van styselsintese in aartappelknolle met voorsiening van kalium gevind. Die hoër tempo van styselsintese kan die gevolg van die verhoogde translokasietempo of assimilasetempo wees.

Tamaties wat onvoldoende kalium ontvang vertoon vertraagde groei. Die vrug rondom die petiool word nie ryp nie en bly groen en hard. Hierdie sogenaamde "greenback" is 'n indikasie van swak kwaliteit (Forster, 1975). Daar word ook beweer dat "greenback" die resultaat is van sub-optimale energiebronne in vrugte. Hierdie aanname word ondersteun deur ander eksperimentele resultate. Hulle het gevind dat tamaties wat in die opelug verbou word, 'n laer voorkoms van "greenback" vertoon, as tamaties wat in tunnels verbou word.

Kalium het 'n voordelige effek op die opbrengs en kwaliteit van tamaties. Te hoë voorsiening van kalium het tot gevolg dat meer vrugte blom-ent verrotting kry. Blom-ent verrotting is 'n fisiologiese afwyking wat geïnduseer word deur 'n gebrek aan kalsium. Groot hoeveelhede beskikbare kalium in die voedingsmedium onderdruk die opname van kalsium en dus ook die translokasie van kalsium na die vrugte. Kalsium word slegs in die xileem getranslokeer, terwyl magnesium en kalium ook in die floeëm getranslokeer kan

word. Dus is die translokasie van kalsium na die vrugte afhanklik van transpirasie. Daar was 'n het 'n toename in blom-ent verrotting gekry wanneer die voorsiening van water onvoldoende was (Mengel, 1974). Aanhoudende opname van kalsium deur die wortels is nodig om genoeg kalsium aan die vrugte te voorsien. Kalsium wat vroeër in blare en stamme gedeponeer is, kan nie weer gemobiliseer word gedurende vrugontwikkeling nie (Chiu & Bould, 1976).

3.3.4. Voorkoms van siektes

Die voorkoms van siektes is nie 'n kwaliteit parameter nie, maar dit beïnvloed wel die kwaliteit van plantprodukte op 'n indirekte manier. 'n Gewas wat sensitief is vir siektes en boonop baie stikstof ontvang, is meer vatbaar vir swam infeksies (Mengel, 1974). Daar is getoon dat daar 'n verwantskap tussen kaliumtoediening en die infestering van lentekoring met *Septoria nodorum* is (Mengel, 1974). Hoe hoër die kaliumtoediening, hoe laer is die persentasie are wat geïnfecteer word deur *Septoria nodorum*. Die vatbaarheid van rys vir bruinblaar vlek (*Helminthosporium oryzae*) en van gars vir bruinroes (*Puccinia hordei*) word met onvoldoende kaliumvoeding verhoog. Infeksie met *Fusarium colmorum* by mielies is ook met kalium onderdruk. Die effek wat kalium op die onderdrukking van siektes het mag met die ontwikkeling van dikwandige epidermale selle verband hou. Die effek van kalium op siekteweerstand is goed beskryf (Mengel (1974).

3.3.5. Droogte bestandheid

Daar is 'n verband tussen droogte bestandheid en waterverbruik aan die een kant en kaliumstatus van die plant aan die ander kant. Blanchet, Studer & Chaumont (1962) het gevind dat lusern se waterverbruik laer is wanneer die kaliumstatus van die plant hoog is. Bestandheid teen droogte en ryp hang van die hoeveelheid koolhidrate wat geakkumuleer het af. Kalium bevorder die sintese en translokasie van koolhidrate en dus sal plante wat goed voorsien is van kalium, meer koolhidraatreserwes hê (Mengel, 1974).

LITERATUURVERWYSINGS

AJAYI, O., MAYNARD, D.N. & BARKER, A.V., 1970. The effect of potassium on ammonium nutrition of tomato. *Agron. J.* 62, 818 - 821.

ASHLEY, D.A. & GOODSON, R.D., 1972. Effect of time and plant K status on ¹⁴C-labelled photosynthate movement in cotton. *Crop Sci.* 12, 686 - 690.

BARKER, A.V. & BRADFIELD, R., 1963. Effect of potassium and nitrogen on the free amino acid content of corn plants. *Agron. J.* 55, 465 - 470.

BARKER, A.V. & MAYNARD, D.N., 1972. Cation and nitrate accumulation in pea and cucumber as influenced by nitrogen nutrition. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97, 27 - 30.

BARKER, A.V. & MILLS, H.A., 1980. Ammonium and nitrate nutrition of horticultural crops. *Hort. Rev.* 2, 395 -423.

BATAL, K.M., BONDARI, K., GRANBERRY, D.M. & MULLINIX, B.G., 1994. Effects of source rate and frequency of N application on yield, marketable grades and rot incidence of sweet onion (Granex 33). *J. Hort. Sci.* 69, 1043 - 1051.

BEEVERS, L., SCHRADER, L.E., FLESHER, D. & HAGEMAN, R.H., 1965. The role of light and nitrate in the induction of nitrate reductase in radish cotyledons and maize seedlings. *Plant Physiol.* 40, 691 - 698.

BHAT, K.K.S. & NYE, 1974. Diffusion of phosphate to plant roots in soil: Depletion around onion roots without root hairs. *Plant and Soil.* 41, 383 - 394.

BLAIR, G.J., MILLER, M.H. & MITCHELL, W.A., 1970. Nitrate and ammonium as sources of nitrogen for corn and their influences on the uptake of other ions. *Agron. J.* 62, 530 - 532.

BLANCHET, R., STUDER, R. & CHAUMONT, C., 1962. Quelques aspects des interactions entre l'alimentation hydrique des plantes. *Ann. Agron.* 13, 93 - 110.

BOLE, J.B., 1973. Influence of root hairs in supplying soil phosphorus to wheat. *Can. J. Soil Sci.* 53, 175 - 196.

BREWSTER, J.L., 1977. The physiology of the onion. Plantation Crops. *Horticultural Abstracts.* 47, 103 - 112.

BREWSTER, J.L., 1989. Physiology of crop growth and bulbing. In: H.D. Rabinowitch & J.L. Brewster (eds), Onions and Allied Crops. CRC Press, Boca Raton, USA.

BREWSTER, J.L. & BUTLER, H.A., 1989. Effects of nitrogen supply on bulb development in onion (*Allium cepa* L.). *J. Exp. Bot.* 40, 1155 - 1162.

BREWSTER, J.L., LAWES, W. & WHITLOCK, A.J., 1987. The phenology of onion bulb development at different sites and its relevance to incomplete bulbing (thick-necking). *J. Hort. Sci.* 62, 371 - 378.

BROWN, B.D., HORNBACHER, A.J. & NAYLOR, D.V., 1988. Sulfur-coated urea as a slow-release nitrogen source for onions. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113, 864 - 869.

CANTLIFFE, D.J., 1973. Nitrate accumulation in table beets and spinach as affected by nitrogen, phosphorus and potassium nutrition and light intensity. *Agron. J.* 65, 563 - 565.

CASAL, J.J., SANCHEZ, R.A. & DEREGIBUS, V.A., 1987. Tillering respons of *Lolium multiflorum* plants to changes of red/far-red ratio typical of sparse canopies. *J. Expt. Bot.* 38, 1432 - 1439.

CHAVARRIA, J.M., 1988. Handbook on phosphate fertilization. ISMA, Marbeuf, Paris. p 9 - 53.

CHIU, T.F. & BOULD, C., 1976. Effect of shortage of calcium and other cations on Ca-45 mobility, growth and nutritional disorders of tomato plants (*Lycopersicon esculentum*). *J. Sci. Fd. Agric.* 27, 969 – 977.

DURING, C. & DUGANZICH, D.M., 1979. Simple empirical intensity and buffering capacity measurements to predict potassium uptake by white clover. *Plant and Soil.* 51, 167 - 176.

ELZAM, O.E. & EPSTEIN, E., 1965. Absorption of chloride by barley roots: Kinetics and selectivity. *Plant Physiol.* 40, 620 - 624.

ELZAM, O.E. & HODGES, T.K., 1967. Calcium inhibition of potassium absorption in corn roots. *Plant Physiol.* 42, 1483 - 1488.

EPSTEIN, E., 1972. Mineral nutrition of plants: Principles and perspectives. Academic Press, New York.

FORSTER, H., 1975. Relationship between the nutrition and the appearance of greenback and blossom end rot in tomato fruits. *Acta Horticulturae.* 29, 319 – 326.

FREEMAN, G.G. & MOSSADEGHI, N., 1970. Influence of sulfate nutrition on the flavour components of garlic (*Allium sativum*) and wild onion (*Allium vineale*). *J. Sci. Fd. Agric.* 22, 330 – 334.

GAMIELY, S., RANDLE, W.M., MILLS, H.A. & SMITTLE, D.A., 1991. Onion plant growth, bulb quality and water uptake following ammonium and nitrate nutrition. *Hort. Sci.* 26, 1061 - 1063.

GARDNER, E.H., 1967. Potassium relationship in some British Columbia soils. *Can. J. Soil Sci.* 47, 49 - 53.

GINGRICH, J.R., 1964. Relationship of soil temperature, water soluble P in applied fertilizer and method of placement to growth of winter wheat. *Agron. J.* 56, 529 – 532.

GRAHAM, E.R. & LOPEZ, P.L., 1969. Freezing and thawing as a factor in the release and fixation of soil potassium as demonstrated by isotopic exchange and calcium equilibria. *Soil Sci.* 108, 143 - 147.

GREENWOOD, D.J., NEETESON, J.J., DRAYCOTT, A., WIJNEN, G. & STONE, D.A., 1992. Measurements and simulation of effects on N-fertilizer on growth, plant composition and distribution of soil mineral-N in nationwide onion experiments. *Fertilizer Research.* 31, 305 – 318.

HARTT, C.E., 1969. Effect of potassium deficiency upon translocation of ^{14}C in attached blades and entire plants of sugercane. *Plant Physiol.* 44, 1461 - 1469.

HARTT, C.E., 1970. Effect of potassium deficiency upon the translocation of ^{14}C in detached blades of sugercane. *Plant Physiol.* 45, 183 - 187.

HASSEN, M.S., 1977. Effects of source, level and time of nitrogen application on yield of onion on the Sudan Gezera. *Acta Horticulturae.* 53, 59 - 63.

HEADER, H.E., MENGEL, K. & FORSTER, H., 1973. The effect of potassium on translocation of photosynthates and yield pattern of potato plants. *J. Sci. Fd Agric.* 24, 1479 - 1487.

HENRIKSEN, K., 1987. Effect of N and P fertilization on yield and harvest time in bulb onions. *Acta Horticulturae.* 198, 207 - 215.

HEWITT, E.J., 1970. Physiological and biochemical factors controlling the assimilation of inorganic nitrogen supplies by plants. In: E.A. Kirkby (ed.). Nitrogen nutrition of the plant. Univ. of Leeds, Leeds, England. p 78 - 103.

- HIATT, A.J., 1978. Critique of "Absorption and utilization of ammonium nitrogen by plants". In: D.R. Nielsen & J.G. MacDonald (eds). Nitrogen in the environment. Academic Press, New York. 2, 191 - 199.
- HIPP, B.W., 1970. Phosphorus requirements for tomatoes as influenced by placement. *Agron. J.* 62, 203 - 206.
- HSIAO, T.C., HAGEMAN, R.H. & TYNER, E.H., 1970. Effects of potassium nutrition on protein and total free amino acids in maize. *Crop Sci.* 10, 78 - 82.
- HUFFAKER, R.C. & RAINS, D.W., 1978. Factors influencing nitrate acquisition by plants; assimilation and fate of reduced nitrogen. In: D.R. Nielsen & J.G. MacDonald (eds). Nitrogen in the environment. Academic Press, New York. 2, 1 - 43.
- JACKSON, D.C., 1978. Nitrate acquisition and assimilation by higher plants: Processes in the root system. In: D.R. Nielsen & J.G. MacDonald (eds). Nitrogen in the environment. Academic Press, New York. 2, 45 - 88.
- JACKSON, W.A., FLESHER, D. & HAGEMAN, R.H., 1973. Nitrate uptake by dark grown corn seedlings. *Plant Physiol.* 51, 120 - 127.
- JONES, R.W. & SHEARD, R.W., 1975. Phytochrome nitrate movement and induction of nitrate reductase in etiolated pea terminal buds. *Plant Physiol.* 55, 954 - 959.
- JORDAN, W.R. & HUFFAKER, R.C., 1972. Influence of age and light on the distribution and development of nitrate reductase in growing barley leaves. *Physiol. Plant.* 26, 296 - 301.
- KIRKBY, E.A. & HUGHES, D.A., 1970. Some aspects of ammonium and nitrate nutrition in plant metabolism. In: E.A. Kirkby (ed). Nitrogen nutrition of the plant. Univ. of Leeds, Leeds, England, p 69 - 77.

KLEPPER, L., FLESHER, D. & HAGEMAN, R.H., 1971. Generation of reduced nicotinamide adenine dinucleotide for nitrate reduction in green leaves. *Plant Physiol.* 48, 580 - 590.

KOCH, K. & MENGEL, K., 1972. Effect of varied potassium nutrition on the uptake and incorporation of labelled nitrate by young tobacco plants. *J. Sci. Fd Agric.* 23, 1107 - 1112.

KOSTER, A.L., 1963. Changes in metabolism of isolated root systems of soybean (*Glycine max*). *Nature.* 198, 709 - 710.

LAUGHLIN, J.C., 1989. Nutritional effects on onion (*Allium cepa* L.) yield and quality. *Acta Horticulturae.* 247, 211 - 215.

MAYNARD, D.N. & BARKER, A.V., 1969. Studies on the tolerance of plants to ammonium nutrition. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 94, 235 - 239.

MAYNARD, D.N., BARKER, A.V., MINOTTI, P.L. & PECK, N.H., 1976. Nitrate accumulation in vegetables. *Adv. Agron.* 28, 71 - 118.

MENGEL, K., 1974. The effect of potassium on the quality of plant products. *Fert. Soc. South African J.* 1, 15 - 22.

MENGEL, K., 1979. Influence of exogenous factors on the quality and chemical composition of vegetables. *Acta Horticulturae.* 93, 133 - 151.

MENGEL, K. & KIRKBY, E.A., 1987. Principles of plant nutrition, 4th Ed International Potash Institute. Worblaufen, Bern/Switzerland. p 403 - 446.

MENGEL, K. & VON BRAUNSCHEWIG, L.C., 1972. The effect of soil moisture upon the availability of potassium and its influence on the growth of young maize plants. *Soil Sci.* 134, 142 - 148.

MICHAEL, G., MARTIN, P. & OWISSIA, I., 1970. Uptake of ammonium and nitrate nitrogen from labelled ammonium nitrate in relation to carbohydrate supply of the roots. In: E.A. Kirkby (ed.). Nitrate nutrition of plants. Univ. of Leeds, Leeds, England. p 22 - 29.

MILLS, H.A., BARKER, A.V. & MAYNARD, D.N., 1976a. Nitrate accumulation in radish as affected by nitrapyrin. *Agron. J.* 68, 13 - 17.

MILLS, H.A., BARKER, A.V. & MAYNARD, D.N., 1976b. Effects of nitrapyrin accumulation in spinach. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 101, 202 - 204.

MINOTTI, P.L., WILLIAMS, D.C. & JACKSON, W.A., 1969a. Nitrate uptake in wheat as influenced by ammonium and other cations. *Crop Sci.* 9, 9 - 14.

MINOTTI, P.L., WILLIAMS, D.C. & JACKSON, W.A., 1969b. The influence of ammonium and nitrate reduction in wheat seedlings. *Planta.* 86, 267 - 271.

MONDAL, M.F., BREWSTER, J.L., MORRIS, G.E.L. & BUTLER, H.A., 1986. Bulb development in onion. Effects of plant density and sowing date in field conditions. *Ann. Bot.* 58, 187 - 195.

MULKEY, J.R., ALBACH, E.L. & DAINELLO, F.J., 1979. Response of onion to phosphate placement. *Agron. J.* 71, 1037 - 1040.

MUNN, D.A. & JACKSON, W.A., 1978. Nitrate and ammonium uptake by rooted cuttings of sweet potato. *Agron. J.* 70, 312 - 316.

- NELSON, W.L., KRANTA, B.A., WELCH, C.D. & HALL, N.S., 1949. Utilization of P as affected by placement. Cotton and corn in North Carolina. *Soil Sci.* 68, 137 - 144.
- NEMETH, K., 1975. The effect of K fertilization and K removal by ryegrass in pot experiments on the K concentration of the soil solution of various soils. *Plant and Soil.* 42, 97 - 107.
- NEMETH, K, MENGEL, K. & GRIMME, H., 1970. The concentration of K, Ca and Mg in the saturation extract in relation to exchangeable K, Ca and Mg. *Soil Sci.* 109, 170 - 185.
- NEMETH, K., MAKHDUM, I.Q., KOCK, K. & BERINGER, H., 1979. Determination of categories of soil nitrogen by electro-ultra-filtration. *Plant and Soil.* 53, 445 - 453.
- NEYRA, C.A. & HAGEMAN, R.H., 1974. Dependence of nitrate reduction on electron transport in chloroplast. *Plant Physiol.* 54, 480 - 483.
- OHLROGGE, A.J., 1962. Some soil-root-plant relationships. *Soil Sci.* 93, 30 - 38.
- OLSEN, S.R. & WATANABE, F.S., 1970. Diffuse supply of phosphorus in relation to soil texture variations. *Soil Sci.* 110, 318 - 327.
- POWER, J.F., GRUNES, D.L. REICHMAN, G.A. & WILLIS, W.O., 1964. Soil temperature effects on P availability. *Agron. J.* 56, 545 - 548.
- RAO, K.P. & RAINS, D.W., 1976. Nitrate absorption by barley: Kinetics and energetics. *Plant Physiol.* 57, 55 - 58.
- REISENAUER, H.M., 1978. Absorption and utilization of ammonium nitrogen by plants. In: D.R. Nielsen and J.G. MacDonald (eds). Nitrogen in the environment. 2, 157 - 189.

RICH, C.J. & BLACK, W.R., 1964. Potassium exchange as affected by cation size, pH and mineral structure. *Soil Sci.* 97, 384 - 390.

RIEKELS, J.W., 1972. The influence of nitrogen on the growth and maturity of onions grown on organic soil. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97, 37 - 41.

ROBERTSON, W.K., SMITH, P.M. OHLROGGE, A.J. & KINCH, D.M., 1954. Phosphorus utilization by corn as affected by placement and N and K fertilization. *Soil Sci.* 77, 219 - 226.

SANDER, D.J. & BARKER, A.V., 1978. Comparative toxicity of nitrapyrin and 6-chloropicolinic acid to radish and cucumber under different N nutrition regimes. *Agron. J.* 70, 295 - 298.

SCHRADER, L.E., 1978. Uptake, accumulation, assimilation and transport of nitrogen in higher plants. In: Nitrogen in the environment. Nielsen, D.R. en MacDonald, J.G. (eds). Academic Press, New York. 2, 101 - 141.

SCHROEDER, D., 1955. Potassium fixation and potassium release of loess soils. *Landw. Forsch.* 8, 1 - 7.

SCHWIMMER, S. & WESTON, W.J., 1961. Enzymatic development of pyruvic acid in onions as a measure of pungency. *Agr. Food Chem.* 9, 301 - 304.

SCULLY, N.J., PARKER, M.W. & BORTHWICK, H.A., 1945. Interaction of nitrogen nutrition and photoperiod as expressed in bulbing and flower stalk development on onion. *Bot. Gaz.* 107, 52 - 61.

STREET, H.E. & SHEAT, D.E.G., 1958. The absorption and availability of nitrate and ammonia. In: W. Ruhland (ed.). Encyclopedia of plant physiology. Springer-Verlag, Berlin. 3, 150 - 166.

SYPIEN, M.J., SMOTER, J., KEPKOWA, A. & NOWOSIELSKI, O., 1973. The influence of nitrogen fertilization on onion quality and storage. *Acta Horticulturae*. 24, 341 - 347.

TIMM, H. & RIEKELS, J.W., 1964. Growth yield and composition of onion, barley and potato plants as affected by P and ammonical N fertilization. *Agron. J.* 56, 335 - 340.

TRAVIS, R.L. & KEY, J.L., 1971. Correlation between polyribosome level and the ability to induce nitrate reductase in dark grown corn seedlings. *Plant Physiol.* 48, 617 - 620.

TUCKER, W.G. & MORRIS, G.E.L., 1984. A study of the effect of the environment during growth and sprouting of bulb onions in store. *J. Hort. Sci.* 59, 217 - 227.

VAN EGMOND, F., 1978. Nitrogen nutritional aspects of the ionic balance of plants. In: Nitrogen in the environment. Nielsen, D.R. en MacDonald, J.G. (eds). Academic Press, New York. 2, 171 - 189.

WANASURIA, S., DE DATTA, S.K. & MENGEL, K., 1981. Rice yield in relation to electro-ultra-filtration exchangeable soil potassium. *Plant and Soil.* 59, 23 - 31.

WELCH, L.F. MULVANEY, D.L. BOONE, L.V. McKIBBEN, G.E. & PENDLETON, J.W., 1966. Relative efficiency of broadcast vs. banded P for corn. *Agron. J.* 58, 283 - 287.

WIGNARAJAH, K., 1994. Plant nutrition. In: M. Pessaraki (ed.). Handbook of plant and crop physiology. New York, Dekker, p 200 -201.

WRIGHT, M.J. & DAVIDSON, K.L., 1964. Nitrate accumulation in crops and nitrate poisoning in animals. *Adv. Agron.* 16, 197 - 247.

Hoofstuk 4

Invloed van N, P en K bemesting op die opbrengs en kwaliteit van uie

Uittreksel

In die Wes-Kaap word daar jaarliks ongeveer 2500 ha uie (*Allium cepa* L.) geplant. In hierdie streek is die intermediêre-daglengte-cultivar Caledon Globe die mees populêre cultivar wat geplant word. Die Wes-Kaap is geografies goed geleë vir die uitvoer van uie. Uitvoere vind hoofsaaklik per skip plaas. As gevolg van die lang reis is uie van goeie kwaliteit dus nodig om te verseker dat die invoerder 'n goeie produk kry. In Oktober 1997 is veldproewe te Koue Bokkeveld, Stellenbosch en Caledon geplant. Daar is 3 stikstof-, 4 fosfaat- en 4 kaliumpeile toegedien. Behandlings is faktoriaal in 'n gerandomiseerde blokontwerp met 2 herhalings gerangskik. Bemerkbare- en onbemarkbare opbrengs is tydens oes bepaal. Oor 'n periode van 6 maande in opberging, word gewigsverlies bepaal en stoorafwykings ge-evalueer. Die optimum N-peil het afgeneem vanaf ongeveer 160 kg N.ha⁻¹ vir sandgrond (<5% klei) tot minder as 130 kg N.ha⁻¹ vir gronde met 10 tot 16% klei. Ten spyte van relatief hoë P-ontledings in al drie gronde (58 tot 66 mg.kg⁻¹ P), was die optimum P-bemestingsbehoefte relatief hoog (30 tot 130 kg P.ha⁻¹). Die hoogste optimum P-peil van ongeveer 130 kg P.ha⁻¹ is op 'n sandgrond (<5% klei; 66 mg.kg⁻¹ P). Die grond se K-ontledings het toegeneem met hoër klei-persentasies. Die laagste K-behoefte was laer as 75 kg K.ha⁻¹ (16% klei; 288 mg.kg⁻¹ K) en die hoogste optimum K-peil ongeveer 200 kg K.ha⁻¹ (<5% klei; 43 mg.kg⁻¹ K). Waar kwaliteit van belang is behoort die optimum N en P toedienings effens verlaag, en die optimum K-bemesting effens verhoog te word.

Sleutelwoorde: *Allium cepa*, uitvoere, kwaliteit, stikstof, fosfaat, kalium

INLEIDING

In die Wes-Kaap is Ceres (Koue Bokkeveld) en die Overberg die twee belangrikste uieproduserende-streke. In hierdie streke word hoofsaaklik intermediêre-daglengte-ue geplant. Aangesien hierdie uie 'n lang groeiseisoen en dus 'n goeie houvermoë het, kan dit vir lang periodes opberg word (Brewster, 1977). Brewster (1994) het getoon dat die potensiaal vir langtermyn opberging gekorreleer kan word met 'n hoë droëmaterialeinhoud van bolle, skerpheid en die vorming van dik bolskille.

Stikstof, fosfaat en kalium het 'n groot invloed op bolontwikkeling. Scully, Parker en Borthwick (1945) het gevind dat 'n hoë vlak van stikstofvoorsiening, naby die kritiese daglengte vir bolontwikkeling, bolontwikkeling vertraag. By lae stikstofvlakke en 'n hoë kalium tot stikstof verhouding, word bolontwikkeling bevorder (Brewster, 1977). Mengel (1979) het ook gevind dat hoë vlakke van nitraatvoorsiening die ontwikkeling van aartappelknolle onderdruk. Hoë fosfaatvlakke verhoog bolgroei en volwassenheid word vinniger bereik (Brewster, 1977). Hoë fosfaattoediening het 'n betekenisvol hoër opbrengs en 'n hoër persentasie vrot uie tot gevolg (Laughlin, 1989). Header, Mengel en Forster (1973) het waargeneem dat kalium die vulling van stoorweefsel met koolhidrate bevorder. Hoë kaliumvoorsiening het ook 'n hoër groeitempo tot gevolg (Hsiao, Hageman en Tyner, 1970). Hartt (1969) en Hartt (1970) het getoon dat wanneer suikerriet voldoende kaliumvoeding ontvang, die basipetale translokasie van fotosintate beter plaasvind as in plante met 'n lae kaliumstatus.

Oormatige N bemesting van uie vertraag rypwording, veroorsaak dik nekke en indusseer vorming van saadkoppe. Dit is dus noodsaaklik om die korrekte bemestingsriglyne te volg om sodoende die beste kwaliteit uie op die mark te lewer (Jackson, 1977).

Die Wes-Kaap besit groot potensiaal vir die uitvoer van uie. Aangesien daar nie in Suid-Afrika vasgestelde riglyne vir die bemesting van intermediêre-daglengte-ue is nie, is dit van groot belang om bemestingsriglyne daar te stel om te verseker dat 'n hoë opbrengs van goeie kwaliteit geproduseer word. In hierdie studie word die invloed van N, P en K

bemesting op die bemarkbare opbrengs, grootteklasse, onbemarkbare grade en kwaliteit van uie ondersoek.

MATERIAAL EN METODE

Op 14, 15 en 20 Oktober 1997 word daar onderskeidelik op Ceres (Koue Bokkeveld), Stellenbosch (Elsenburg) en in die Overberg (Caledon) N, P en K bemestingsproewe geplant. 'n Proef met 3 stikstof-, 4 fosfaat- en 4 kaliumbehandelings (Tabel 1) word faktoriaal in 'n gerandomiseerde ewekansige blokontwerp, met 2 herhalings, gerangskik. By Ceres was perseelgroottes 7.8 m² en by Stellenbosch en Caledon was dit 4m². Die intermediêre-daglengte-cultivars Rion 3 word op Ceres geplant en Caledon Golbe op Stellenbosch en Caledon. Voor plant is grondmonsters op elke lokaliteit geneem en na 'n laboratorium gestuur vir ontleding (Tabel 2). Met die grondontleding as riglyn, is bemestingsvlakke vir elke lokaliteit gekies (Tabel 1). Stikstof is in die vorm van kalksteen-ammonium-nitraat (KAN 28) toegedien, fosfaat in die vorm van enkel-superfosfaat (Supers 10.5) en kalium in die vorm van kaliumsulfaat. Die kunsmis is ongeveer 5 cm diep ingewerk. Die bemestingsprogram vir al die lokaliteite word in Tabel 3 weergegee. Aangesien die grond by Ceres meer sanderig is, word 'n ander bemestingsprogram daar gevolg. By Ceres word die uie teen 'n plantdigtheid van 600 000 plantjies per hektaar geplant en by Stellenbosch en Caledon word dit teen 550 000 plantjies per hektaar geplant. Op Ceres is ongeveer 700mm water besproei en op Stellenbosch en Caledon ongeveer 500mm elk. Die reënval word by die besproeiingsyfers ingesluit. Die gemiddelde minimum en maksimum temperatuur oor die groeiperiode vir Ceres, Stellenbosch en Caledon was 11/23, 12/25 en 13/27 °C onderskeidelik. Op 13, 14 en 26 Januarie 1998 word die uie onderskeidelik op Stellenbosch, Caledon en Ceres opgetrek en in windrye geplaas om droog te word. Ongeveer 4 weke na oes is die uie se lof afgeknip, die bolle gegradeer en in opberging geplaas. Met gradering is dubbel-, saad-, vrot- en piekel bolle (<35mm) as onbemarkbaar gesorteer. Slegs 1^{ste} graad uie word as bemarkbaar beskou en in die grootteklasse ekstra groot (>90mm), groot (70 – 90mm), medium (50 – 70mm) en klein (35 – 50mm) gegradeer. Hierdie grootte klasse is geweeg en die opbrengs vir elke perseel bepaal. By

Ceres is die grootteklasse groot, medium en klein opgeberg, maar by Stellenbosch en Caledon is slegs groot en medium opgeberg. Aangesien min bolle ekstra groot was, is dit by die grootteklas groot gevoeg. Gedurende die 6 maande periode van opberging is die uie twee maal gesorteer. Alle opbergingsdefekte is aangeteken en aangetaste bolle weggegooi. Na opberging is die bolle weer geweeg en finale opbrengs en massaverlies is bepaal. Op 31 Julie 1998 is die opbergingsproef getermineer. Elke lokaliteit se resultate word apart bespreek. Eksperiment 1, 2 en 3 word onderskeidelik vir die proewe op Ceres, Stellenbosch en Caledon gebruik. SAS (1990) is gebruik om die statistiese ontledings van die proewe te doen. Die varansie analiseses van Eksperiment 1, 2 en 3 volg in Aanhangel 1, 2 en 3 onderskeidelik.

Tabel 1 N, P en K bemestingsvlakke ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) vir die verbouing van uie op drie lokaliteite

Element	Lokaliteit		
	Ceres	Stellenbosch	Caledon
	Bemestingsvlak		
Stikstof (N)	110	90	130
	200	160	230
	290	230	330
Fosfaat (P)	0	0	0
	50	30	45
	100	60	90
	150	90	135
Kalium (K)	0	0	0
	130	90	75
	260	180	150
	390	270	225

Tabel 2 Resultate van grondontledings vir drie lokaliteite waarop uie verbou is

Lokaliteit	Grondtipe	Weerstand (ohms)	pH (KCl)	P (Bray1) mg.kg ⁻¹	K mg.kg ⁻¹	Ca me %	Mg me%	Na mg.kg ⁻¹
Ceres	<5% klei 86% sand	5400	4.2	66	43	0.37	0.08	13
Stellenbosch	10% klei <30% sand	2460	4.9	62	46	0.89	0.30	15
Caledon	16% klei <20% sand	550	5.5	58	288	5.54	1.87	77

Tabel 3 Bemestingsprogram (persentasie van totale hoeveelheid) vir lokaliteite

	Met plant	Na plant				
		2 weke	4 weke	6 weke	7 weke	8 weke
<i>Stikstof</i>						
Ceres	25	18.75	18.75	18.75	-	18.75
Stellenbosch	40	20	20	-	20	-
Caledon	40	20	20	-	20	-
<i>Fosfaat</i>						
Ceres	100	-	-	-	-	-
Stellenbosch	100	-	-	-	-	-
Caledon	100	-	-	-	-	-
<i>Kalium</i>						
Ceres	60	-	20	-	-	20
Stellenbosch	75	-	25	-	-	-
Caledon	75	-	25	-	-	-

RESULTATE

Waar geen betekenisvolle wisselwerkings betrokke was nie (Aanhangsel 1, 2 en 3) is resultate in tabelvorm aangebied (Tabel 4 tot 15). Wisselwerkings is grafies uitgebeeld (Figuur 1 tot 14).

Eksperiment 1 (Ceres)

Tabel 4 Invloed van N, P en K op die bemarkbare opbrengs ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) van uie en ook op die opbrengs ($\text{kg}\cdot 7,8\text{m}^{-2}$) van die bemarkbare grade tydens oes

Faktor	Opbrengs ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Ekstra groot ($\text{kg}\cdot 7,8\text{m}^{-2}$)	Groot ($\text{kg}\cdot 7,8\text{m}^{-2}$)	Medium ($\text{kg}\cdot 7,8\text{m}^{-2}$)	Klein ($\text{kg}\cdot 7,8\text{m}^{-2}$)
N110	53769 a	0.0619 a	14.6219 a	19.914 ab	7.3419 a
N200	54256 a	0.0465 a	14.0206 a	21.206 a	7.2969 a
N290	47321 b	0.0450 a	11.5538 b	18.015 b	7.0471 a
<i>KBV (5%)</i>	<i>4119.5</i>	<i>NB</i>	<i>1.7137</i>	<i>2.2332</i>	<i>NB</i>
P0	39196 c	0.0000 b		16.442 c	
P50	48381 b	0.0400 ab		18.623 bc	
P100	57665 a	0.0950 a	Fig. 1	21.040 ab	Fig. 2
P150	61585 a	0.0678 ab		22.658 a	
<i>KBV (5%)</i>	<i>4757.4</i>	<i>0.0938</i>		<i>2.5789</i>	
K0	45353 b	0.0322 a		17.843 b	
K130	53176 a	0.0333 a		20.084 ab	
K260	53884 a	0.0983 a	Fig. 1	20.103 ab	Fig. 2
K390	54349 a	0.0417 a		20.683 a	
<i>KBV (5%)</i>	<i>4757.4</i>	<i>NB</i>		<i>2.5789</i>	
<i>KV (%)</i>	<i>15.65</i>	<i>312.59</i>	<i>25.17</i>	<i>22.28</i>	<i>13.17</i>

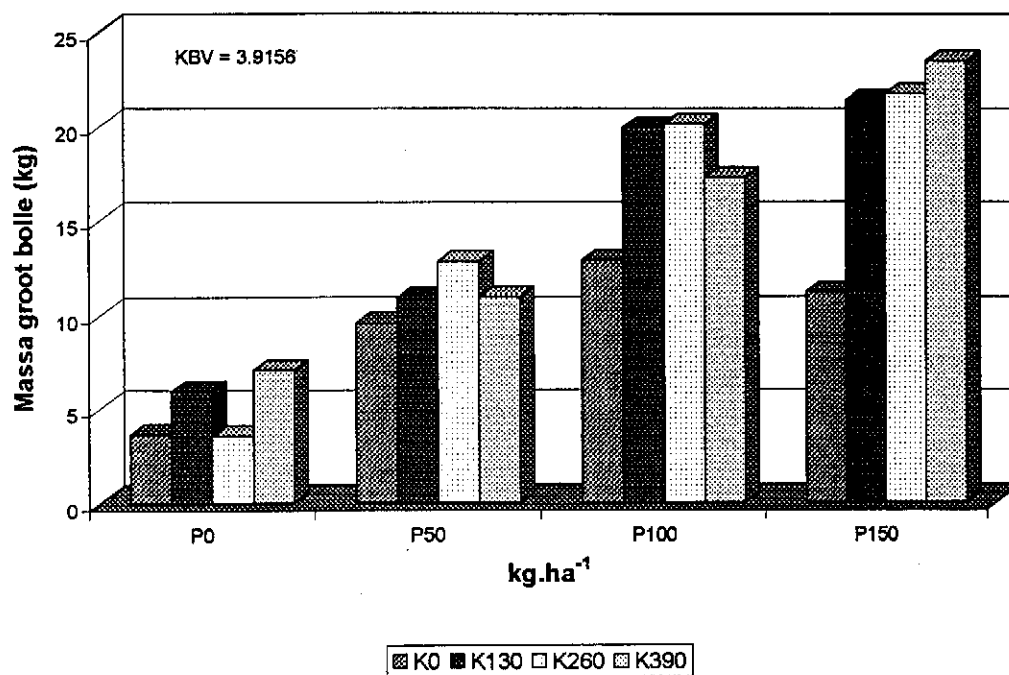
Gemiddeldes gevolg deur dieselfde letter verskil nie by die 5% toetspeil nie.

Bemerkbare opbrengs tydens oes.

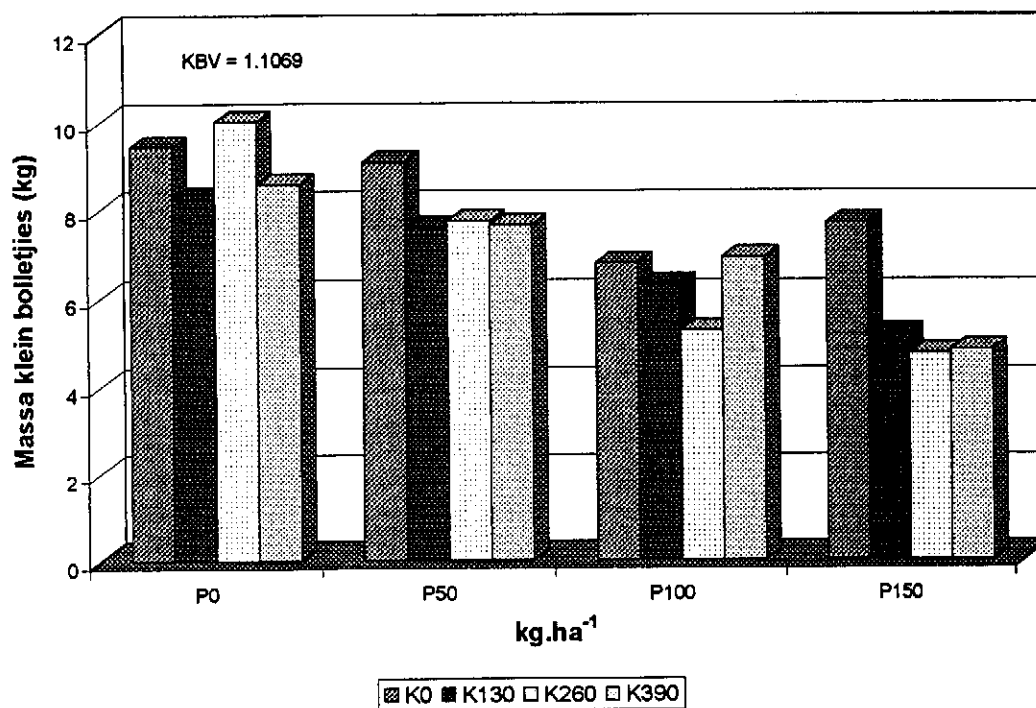
N, P en K bemesting het die opbrengs van uie beïnvloed soos in Tabel 4 getoon. N290 ($290 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$) het 'n betekenisvol laer opbrengs gelewer as N110 en N200. Daar is geen betekenisvolle verkil in opbrengs tussen N110 en N200 nie. P het 'n positiewe effek op die opbrengs van uie gehad. Die opbrengs het betekenisvol verhoog waar die toediening van P0 tot P100 verhoog is. Die opbrengs van uie het betekenisvol verhoog indien die toediening van K0 tot K130 verhoog is. Toedienings van K130, K260 en K390 het nie betekenisvol van mekaar verskil nie.

Bemerkbare grootteklasse tydens oes.

N het geen effek op die opbrengs van die grootteklasse ekstra groot en klein gehad nie (Tabel 4). N het wel 'n invloed op die opbrengs van die grootteklasse groot en medium gehad waar die hoogste N-peil (N290) 'n betekenisvolle afname in die opbrengs van groot en medium veroorsaak het. Toenemende P-peile (P0 tot P150) het die hoeveelheid medium bolle bykans liniêr laat toeneem, maar die massa ekstra groot bolle het 'n maksimum by die P100 peil bereik. K390 het 'n betekenisvol hoër opbrengs by die grootteklas medium as K0 gelewer. 'n Interaksie tussen P en K het die opbrengs van die grootteklasse groot en klein betekenisvol beïnvloed (Figuur 1 en Figuur 2). Hierdie wisselwerking is duidelik sigbaar indien die reaksie van toenemende K-peile by P100 en P150 vergelyk word. By P100 het die massa groot bolle 'n maksimum met K260 bereik (Figuur 1), waar die minste klein bolletjies ook gevind is (Figuur 2). By P150 het die maksimum massa groot bolle by die hoogste K-peil van $390 \text{ kg K} \cdot \text{ha}^{-1}$ voorgekom (Figuur 1).



Figuur 1 Invloed van P en K op die opbrengs van groot bolle tydens oes



Figuur 2 Invloed van P en K op die opbrengs van klein bolle tydens oes

Onbemarkbare grade tydens oes.

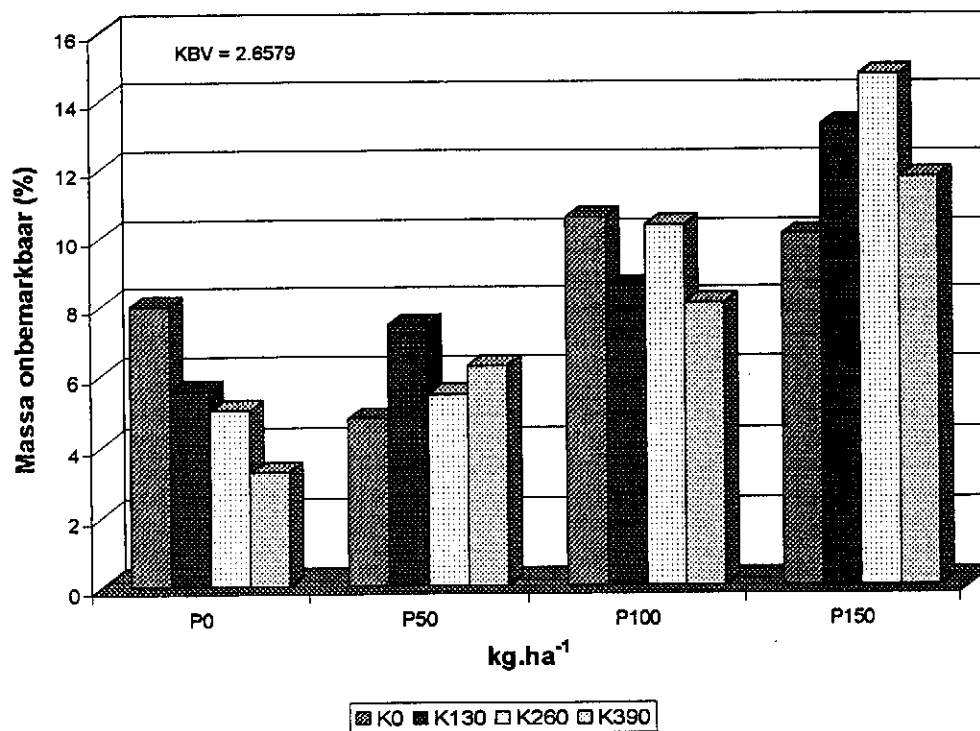
N, P en K het die persentasie onbemarkbare bolle beïnvloed soos in Tabel 5 aangetoon. N110, N200 en N290 verskil betekenisvol van mekaar met die laagste persentasie onbemarkbare bolle by N110 en die meeste onbemarkbare bolle by N290. N110 het betekenisvol minder dubbel bolle gelewer as N200 en N290. N110 het betekenisvol meer saad bolle gelewer as N200 en N290. P150 het betekenisvol meer saad bolle gelewer as P0 en P50. K390 het betekenisvol meer saad bolle as K0 gelewer. N het geen effek op die aantal vrot bolle gehad nie. P150 het betekenisvol meer vrot bolle as die drie laer peile gelewer. K0 het betekenisvol meer vrot bolle gelewer as K130, K260 en K390. N290 het betekenisvol meer piekel bolle gelewer as N110 en N200.

Tabel 5 Invloed van N, P en K op die persentasie onbemarkbare uie en ook op die aantal dubbel-, saad-, vrot- en piekel bolle tydens oes

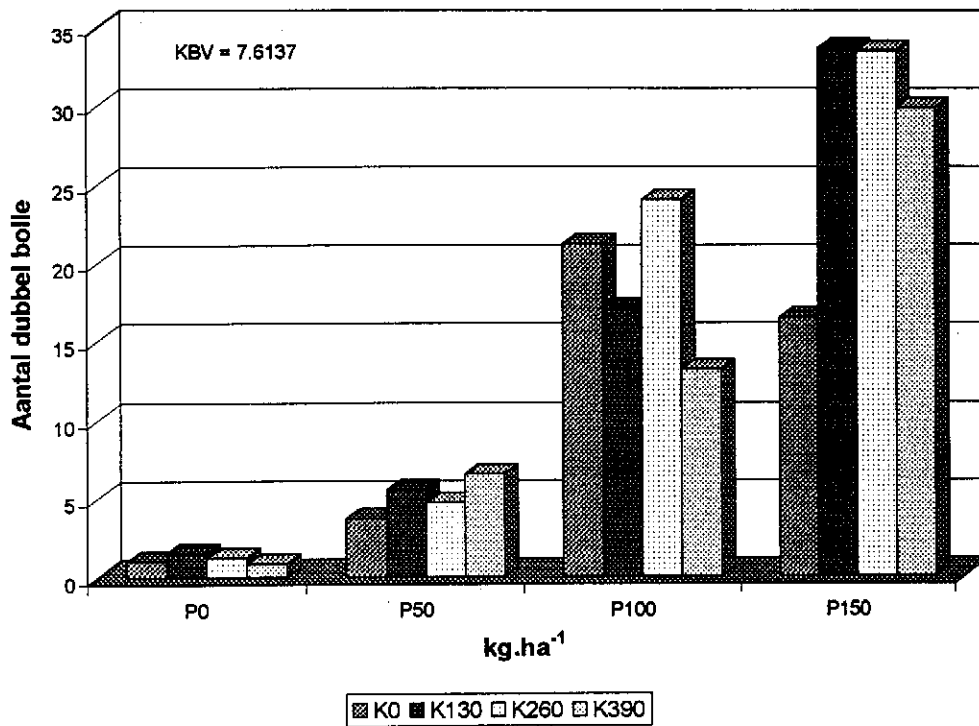
Faktor	Massa onbemark (%)	Dubbel bolle (aantal)	Saad bolle (aantal)	Vrot bolle (aantal)	Piekel bolle (aantal)
N110	6.8835 c	10.774 b	0.4516 a	3.0323 a	35.774 b
N200	8.1584 b	14.226 a	0.1613 b	2.7742 a	39.484 b
N290	9.8812 a	15.281 a	0.0938 b	3.2500 a	51.906 a
<i>KBV (5%)</i>	<i>1.1633</i>	<i>3.3323</i>	<i>0.2717</i>	<i>NB</i>	<i>9.8307</i>
P0			0.0000 b	2.348 b	
P50			0.0833 b	2.292 b	
P100	Fig. 3	Fig. 4	0.2917 ab	2.667 b	Fig. 5
P150			0.5652 a	4.826 a	
<i>KBV (5%)</i>			<i>0.3138</i>	<i>2.0628</i>	
K0			0.0000 b	5.087 a	
K130			0.2917 ab	2.917 b	
K260	Fig. 3	Fig. 4	0.2609 ab	2.217 b	Fig. 5
K390			0.3750 a	1.917 b	
<i>KBV (5%)</i>			<i>0.3138</i>	<i>2.0628</i>	
<i>KV (%)</i>	<i>27.46</i>	<i>48.69</i>	<i>228.11</i>	<i>116.17</i>	<i>45.46</i>

Gemiddeldes gevolg deur dieselfde letter verskil nie by die 5% toetspeil nie.

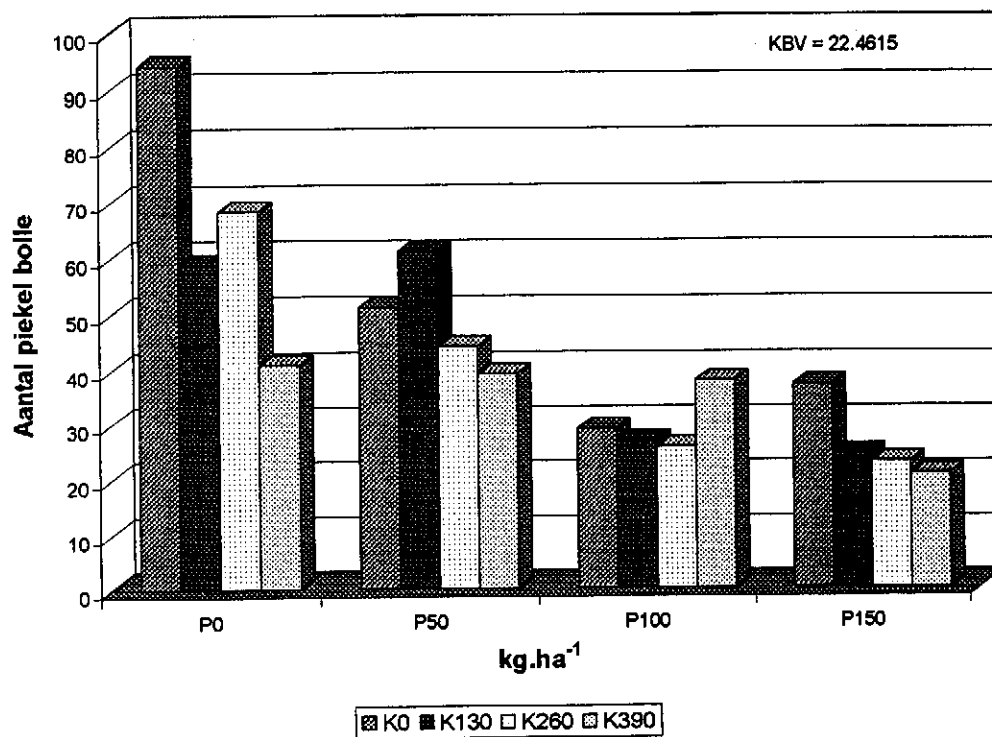
'n Interaksie tussen P en K het 'n betekenisvolle effek op die persentasie onbemarkbare bolle (Figuur 3), die aantal dubbel bolle (Figuur 4) en piekel bolle (Figuur 5) gehad. By P0 het die persentasie onbemarkbare bolle afgeneem indien K vanaf K0 tot K390 toegeneem het (Figuur 3). Met enige van die ander P-vlakke het hierdie tendens nie voorgekom nie. Die hoogste persentasie onbemarkbare bolle is in kombinasie met die drie hoë K-peile gevind (Figuur 3), soos ook met die aantal dubbel bolle (Figuur 4) gevind is. Hierteenoor het die aantal piekel bolle afgeneem waar hoë P- en K-peile gekombineer is (Figuur 5).



Figuur 3 Invloed van P en K op die persentasie onbemarkbare bolle tydens oes



Figuur 4 Invloed van P en K op die aantal dubbel bolle tydens oes



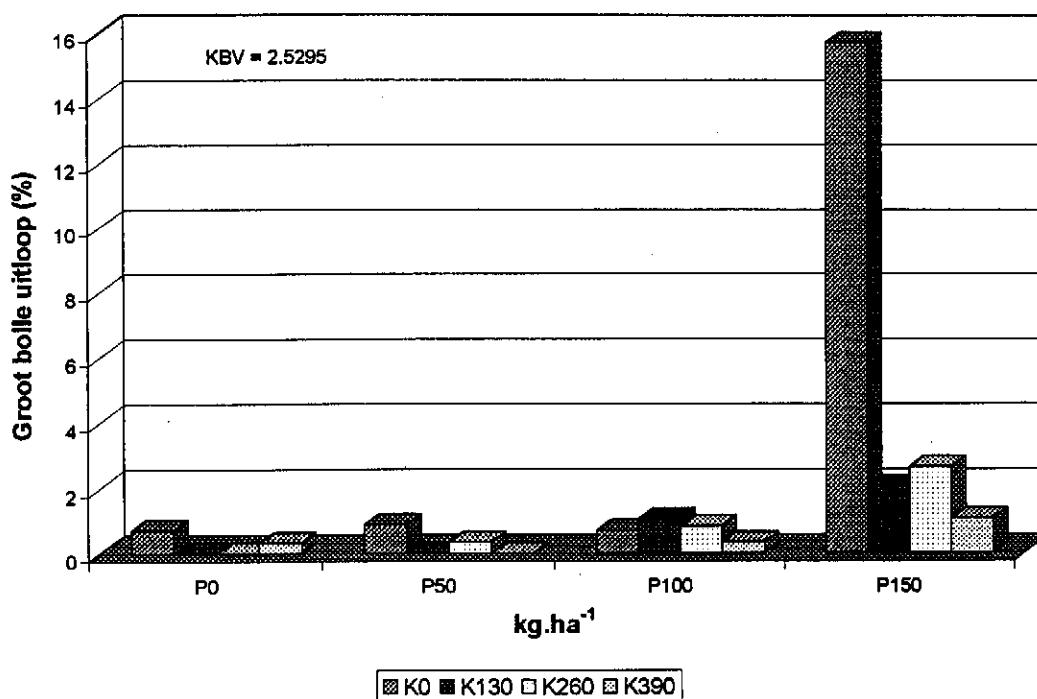
Figuur 5 Invloed van P en K op die aantal piekel bolle tydens oes

*Kwaliteitstoetse.***Tabel 6** Invloed van N, P en K op die persentasie massaverlies en –uitloop van die bemerkbare grade na opberging

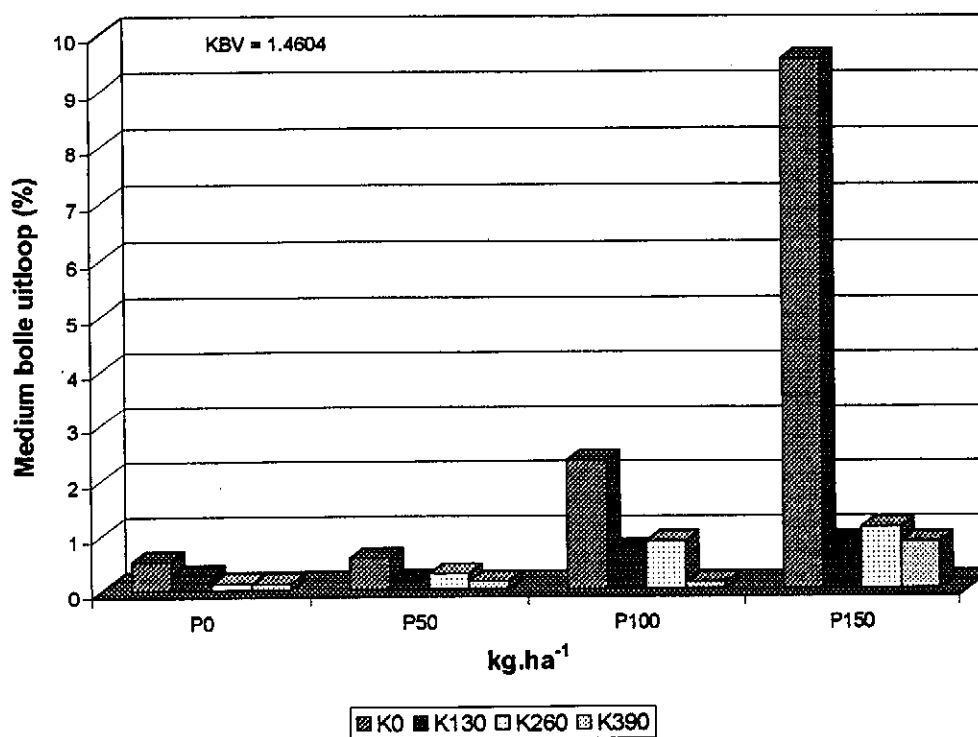
Faktor	Persentasie massaverlies			Persentasie uitloop		
	<i>Groot</i>	<i>Medium</i>	<i>Klein</i>	<i>Groot</i>	<i>Medium</i>	<i>Klein</i>
N110	13.139 a	12.536 a	15.998 a	0.6281 b		
N200	14.842 a	16.686 a	17.586 a	0.8029 ab	Fig. 9	Fig. 10
N290	15.863 a	18.139 a	18.513 a	1.7688 a		
KBV (5%)	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>1.0003</i>		
P0	11.028 a	15.096 a	14.347 b			
P50	13.909 a	14.868 a	15.597 ab		Fig. 9	Fig. 10
P100	15.835 a	15.576 a	18.406 ab	Fig. 6	Fig. 7	Fig. 8
P150	17.720 a	17.760 a	21.197 a			
KBV (5%)	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>6.0091</i>			
K0	21.150 a	22.241 a	23.3809 a			
K130	12.231 b	14.358 b	17.5480 ab			
K260	11.331 b	11.616 b	14.2650 b	Fig. 6	Fig. 7	Fig. 8
K390	13.935 b	15.126 ab	14.4410 b			
KBV (5%)	<i>6.9596</i>	<i>7.1427</i>	<i>6.0091</i>			
KV (%)	<i>80.95</i>	<i>76.86</i>	<i>58.83</i>	<i>183.01</i>	<i>116.15</i>	<i>121.56</i>

Gemiddeldes gevolg deur dieselfde letter verskil nie by die 5% toetspeil nie.

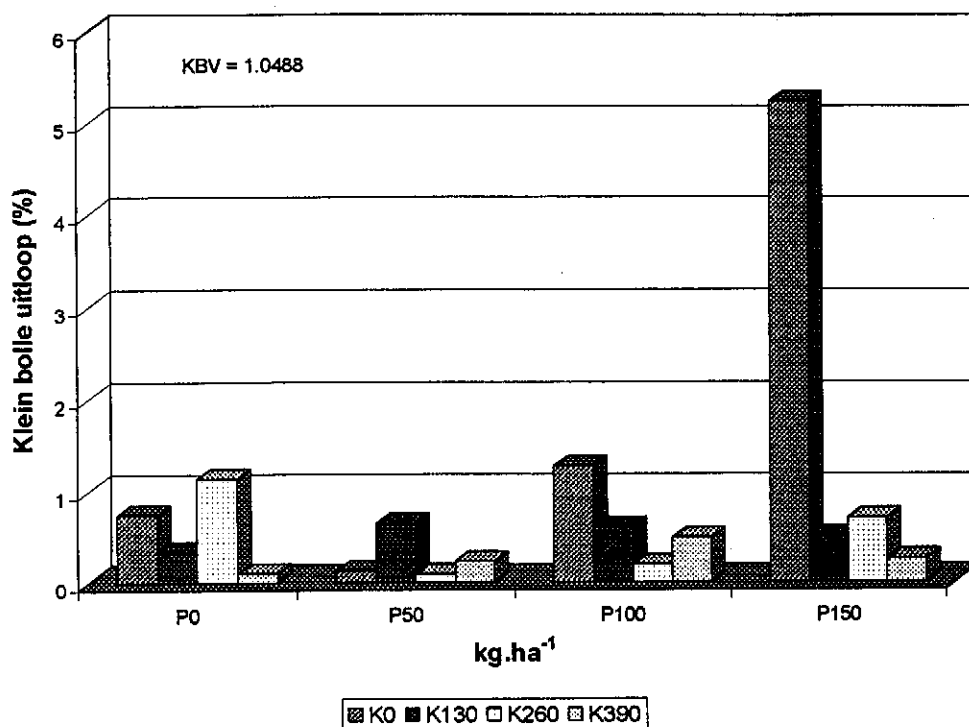
N en P het geen effek op die persentasie massaverlies van die grootteklasse groot en medium gehad nie (Tabel 6). N het ook geen effek op die grootteklas klein gehad nie, maar P150 het 'n betekenisvol hoër persentasie massaverlies as P0 gelewer. K het 'n beduidende effek op die persentasie massaverlies van die grootteklasse groot, medium en klein gehad (Tabel 6). K0 het in alle gevalle 'n betekenisvol hoër persentasie massaverlies as enige van die ander K behandelings gehad. N het 'n betekenisvolle effek op die persentasie uitloop van groot bolle gehad waar N290 'n hoër persentasie uitloop as N110 gehad het (Tabel 6). Die interaksie tussen N, P en K (Aanhangsel 1, Tabel 3) word nie bespreek nie aangesien die koëffisiënt van variasie baie hoog was. 'n Interaksie tussen P en K het 'n invloed op die persentasie uitloop van die grootteklasse groot (Figuur 6),



Figuur 6 Invloed van P en K op die persentasie uitloop van groot bolle na opberging

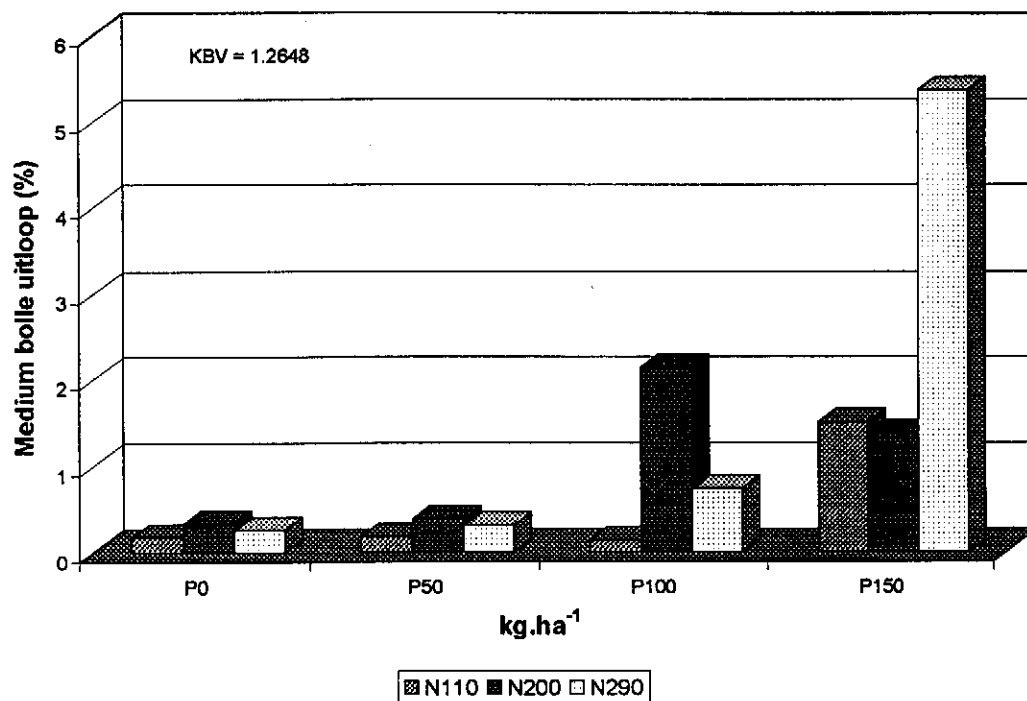


Figuur 7 Invloed van P en K op die persentasie uitloop van medium bolle na opberging

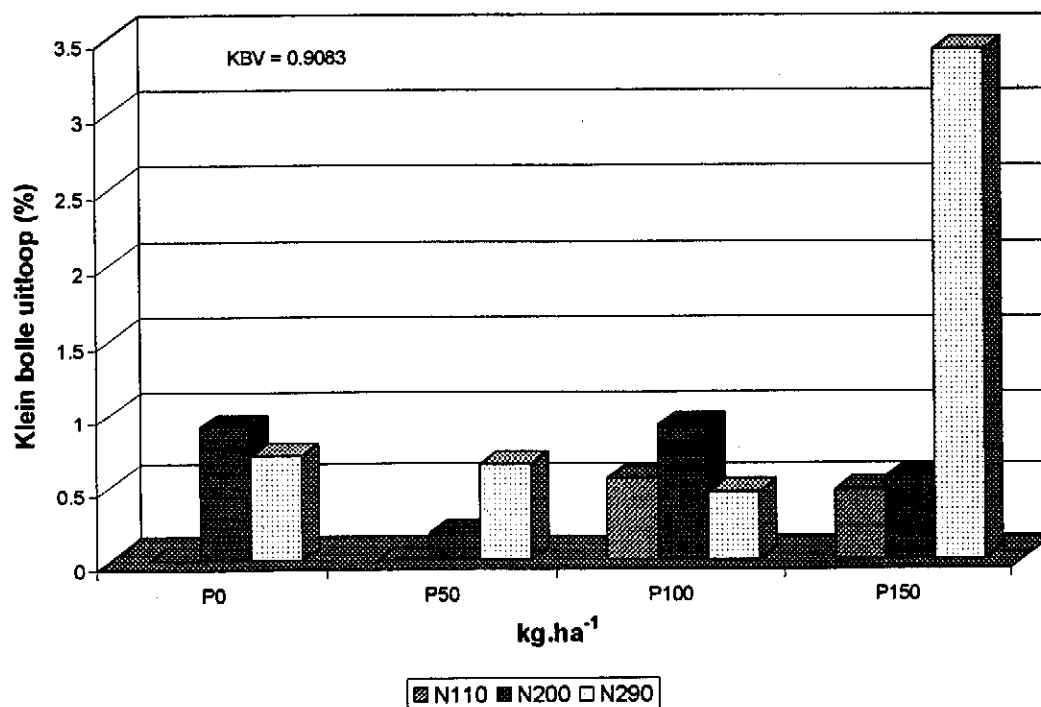


Figuur 8 Invloed van P en K op die persentasie uitloop van klein bolle na opberging

medium (Figuur 7) en klein (Figuur 8) gehad. Waar geen K toegedien is nie het die persentasie uitloop in al drie die grootteklasse betekenisvol toegeneem slegs indien die toediening van P hoër as 100 kg P.ha^{-1} was. 'n Interaksie tussen N en P het ook 'n beduidende effek op die persentasie uitloop van medium (Figuur 9) en klein (Figuur 10) uie gehad. In beide gevalle het die hoogste N-peil betekenisvol meer uitloop tot gevolg gehad, slegs indien die hoër P-peil voorsien is. Waar al die grootteklasse saamgevoeg is, was die wisselwerking tussen P en K en tussen N en P ook betekenisvol (Figuur 11 en Figuur 12). Die toename in uitloop, waar 'n lae K0- of hoër N290-peil met die hoër P150-peil gekombineer is, was betekenisvol. Wat verrotting en massaverlies tydens opberging betref, het K 'n belangrike rol gespeel (Tabel 7). Die persentasie vrot van die grootteklasse groot en klein was betekenisvol hoër waar geen K toegedien is nie. By K130, K260 en K390 het die persentasie vrot afgeneem. Die persentasie uitloop en die persentasie massaverlies van die totale monster was betekenisvol hoër met die K0 behandeling. Die K130, K260 en K390 behandelings het nie betekenisvol van mekaar verskil nie.



Figuur 9 Invloed van N en P op die persentasie uitloop van medium bolle na opberging

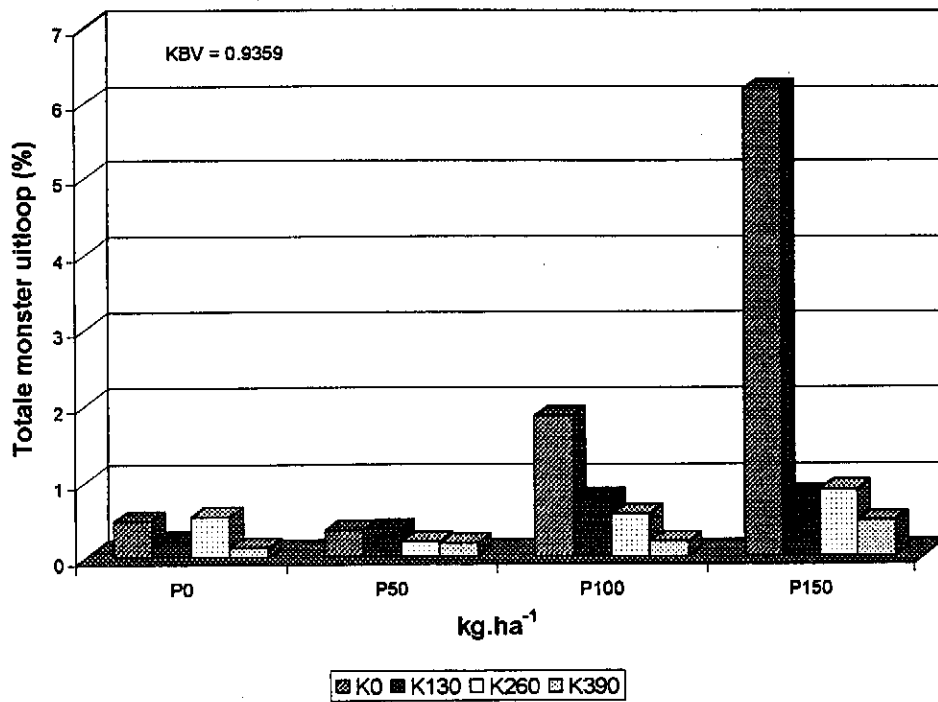


Figuur 10 Invloed van N en P op die persentasie uitloop van klein bolle na opberging

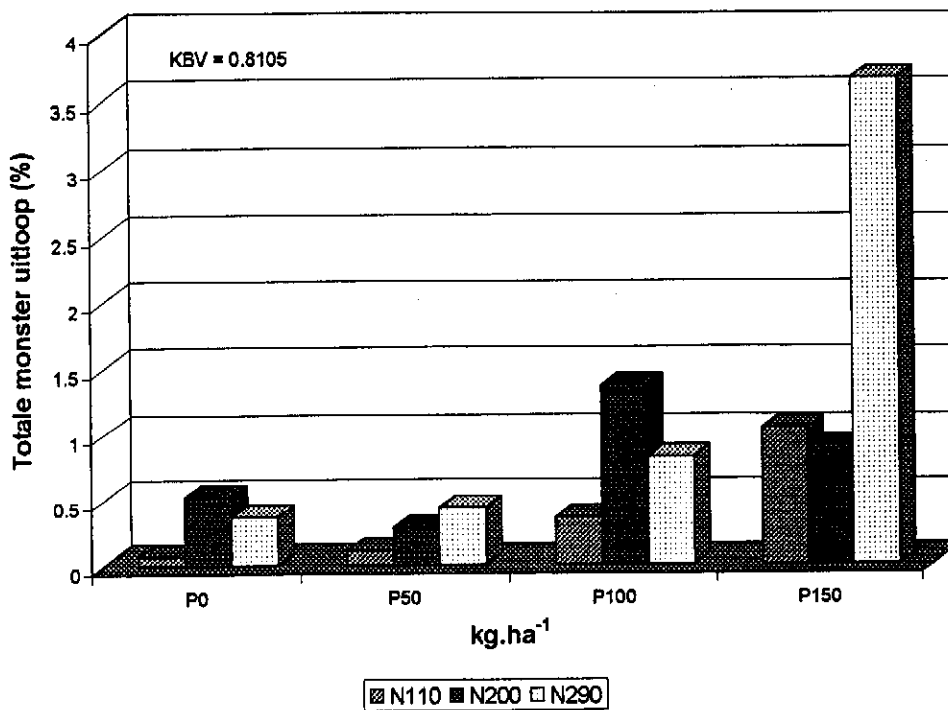
Tabel 7 Invloed van N, P en K op die persentasie vrot van die bemerkbare grade en die persentasie vrot, -uitloop en –massaverlies van die totale monster

Faktor	Persentasie vrot			Totale monster		
	<i>Groot</i>	<i>Medium</i>	<i>Klein</i>	<i>Uitloop(%)</i>	<i>Vrot(%)</i>	<i>Massaverlies (%)</i>
N110	5.082 a	4.735 a	4.753 a		5.143 a	13.478 a
N200	5.561 a	7.492 a	2.787 a	Fig. 12	5.703 a	16.273 a
N290	7.651 a	7.187 a	5.607 a		6.131 a	17.938 a
KBV (5%)	NB	NB	NB		NB	NB
P0	3.154 a	5.848 a	2.773 a		4.051 a	14.360 a
P50	6.347 a	6.779 a	4.769 a	Fig. 12	5.665 a	15.279 a
P100	7.130 a	6.216 a	5.022 a	Fig. 11	6.130 a	16.124 a
P150	7.773 a	7.070 a	4.974 a		6.790 a	17.930 a
KBV (5%)	NB	NB	NB		NB	NB
K0	11.453 a	9.179 a	9.515 a		9.709 a	22.526 a
K130	4.213 b	6.113 a	2.615 b		4.553 ab	14.392 b
K260	3.683 b	3.211 a	2.517 b	Fig. 11	3.227 b	12.336 b
K390	5.231 ab	7.388 a	3.070 b		5.235 ab	14.546 b
KBV (5%)	6.8116	NB	5.336		5.5813	5.752
KV (%)	189.54	195.27	206.56	96.28	167.66	61.48

Gemiddeldes gevolg deur dieselfde letter verskil nie by die 5% toetspeil nie.



Figuur 11 Invloed van P en K op die persentasie uitloop van die totale monster na opberging



Figuur 12 Invloed van N en P op die persentasie uitloop van die totale monster na opberging

Eksperiment 2 (Stellenbosch)

Bemerkbare opbrengs tydens oes.

N en K het geen effek op opbrengs gehad nie. P60 het 'n betekenisvolle laer opbrengs gelewer as P0 en P30. P0, P30 en P90 verskil nie betekenisvol nie (Tabel 8).

Tabel 8 Invloed van N, P en K op die bemerkbare opbrengs ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) van uie en ook op die opbrengs ($\text{kg}\cdot 4\text{m}^{-2}$) van die bemerkbare grade tydens oes

Faktor	Opbrengs ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Ekstra groot ($\text{kg}\cdot 4\text{m}^{-2}$)	Groot ($\text{kg}\cdot 4\text{m}^{-2}$)	Medium ($\text{kg}\cdot 4\text{m}^{-2}$)	Klein ($\text{kg}\cdot 4\text{m}^{-2}$)
N90	65614 a	0.6837 a	15.3775 a	9.2075 a	0.9769 a
N160	65750 a	0.8819 a	15.3916 a	9.1956 a	0.8309 a
N230	64741 a	1.0238 a	14.7656 a	9.3444 a	0.7628 a
<i>KBV (5%)</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>
P0	67961 a	0.5296 b	14.193 b	11.2733a	1.1888 a
P30	68118 a	0.8754 ab	16.685 a	8.8417 b	0.8450 ab
P60	61589 b	1.0417 a	14.192 b	8.5592 b	0.8425 ab
P90	63806 ab	1.0058 a	15.643 ab	8.3225 b	0.5513 b
<i>KBV (5%)</i>	<i>5281.2</i>	<i>0.4045</i>	<i>2.054</i>	<i>1.1909</i>	<i>0.349</i>
K0	64891 a	0.7813 ab	15.061 a	9.3533 ab	0.7608 ab
K90	63939 a	0.6150 b	14.056 a	9.8083 a	1.0958 a
K180	65993 a	1.1104 a	16.081 a	8.5717 b	0.6342 b
K270	66652 a	0.9458 ab	15.515 a	9.2633 ab	0.9367 ab
<i>KBV (5%)</i>	<i>NB</i>	<i>0.4045</i>	<i>NB</i>	<i>1.1909</i>	<i>0.349</i>
<i>KV (%)</i>	<i>13.91</i>	<i>80.71</i>	<i>23.30</i>	<i>22.17</i>	<i>70.13</i>

Gemiddeldes gevolg deur dieselfde letter verskil nie by die 5% toetspeil nie.

Bemerkbare grootteklasse tydens oes.

N het geen effek op die bemerkbare grade gehad nie. Die grootteklas ekstra groot het met P0 'n betekenisvol laer opbrengs as met P60 en P90 gelewer (Tabel 8). Die grootteklas ekstra groot het 'n betekenisvol hoër opbrengs gelewer met K180 as met K90. Die grootteklas groot het met P30 'n betekenisvolle hoër opbrengs as met P0 en P60. K het geen betekenisvolle effek op die grootteklas groot gehad nie. Die grootteklas medium het

'n betekenisvolle hoër opbrengs met P0 gelewer as met P30, P60 en P90. Die grootteklas klein het met P0 'n betekenisvolle hoër opbrengs gelewer as met P90. Die grootteklasse medium en klein het 'n betekenisvolle hoër opbrengs met K90 as met K180 gelewer. Daar was geen interaksie tussen N, P en K nie (Aanhangsel 2, Tabel 5).

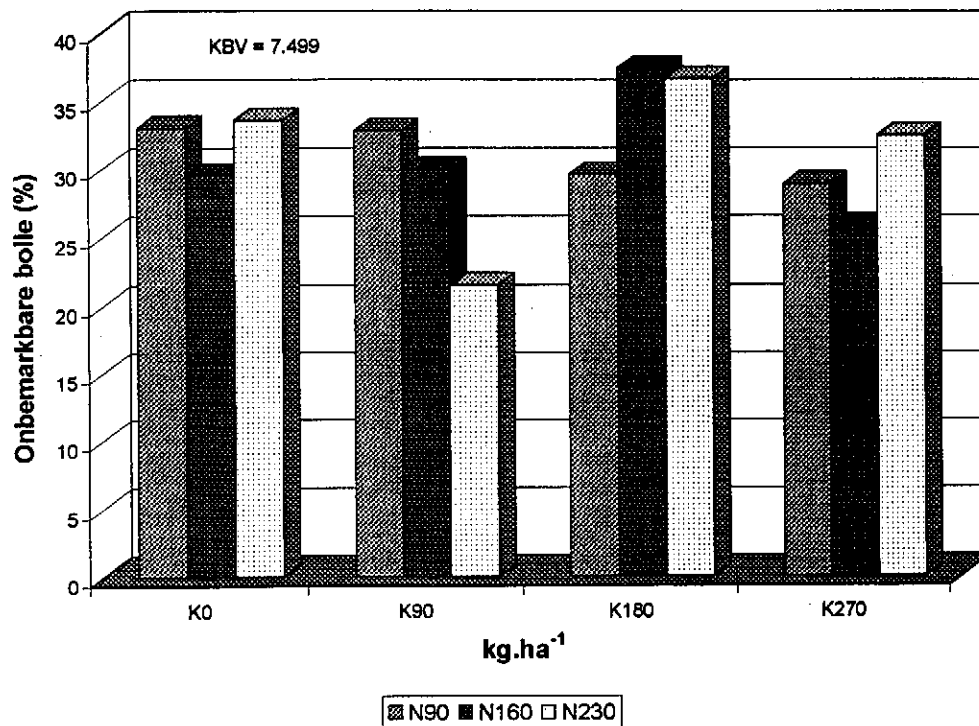
Tabel 9 Invloed van N, P en K op die persentasie onbemarkbare uie en op die aantal dubbel-, saad-, vrot- en piekel bolle tydens oes

Faktor	Massa onbemark (%)	Dubbel bolle (aantal)	Saad bolle (aantal)	Vrot bolle (aantal)	Piekel bolle (aantal)
<i>N90</i>			4.0000 a	3.4063 a	2.2500 b
N160	Fig. 13	Fig. 14	3.9375 a	3.8125 a	3.6250 a
N230			3.0313 a	4.7500 a	3.1250 ab
KBV (5%)			NB	NB	1.1905
P0	21.464 c	33.958 c	3.0000 a	3.458 a	3.7083 a
P30	30.625 b	51.292 b	4.2083 a	4.458 a	2.8333 a
P60	35.006 a	59.917 ab	3.8333 a	4.167 a	2.7500 a
P90	36.618 a	63.583 a	3.5833 a	3.875 a	2.7083 a
KBV (5%)	4.325	8.8568	NB	NB	NB
K0			4.2083 a	2.958 a	3.0000 a
K90			2.7917 a	3.792 a	3.5000 a
K180	Fig. 13	Fig. 14	4.2500 a	4.708 a	2.7083 a
K270			3.3750 a	4.500 a	2.7917 a
KBV (5%)			NB	NB	NB
KV (%)	24.08	29.22	83.32	87.75	78.90

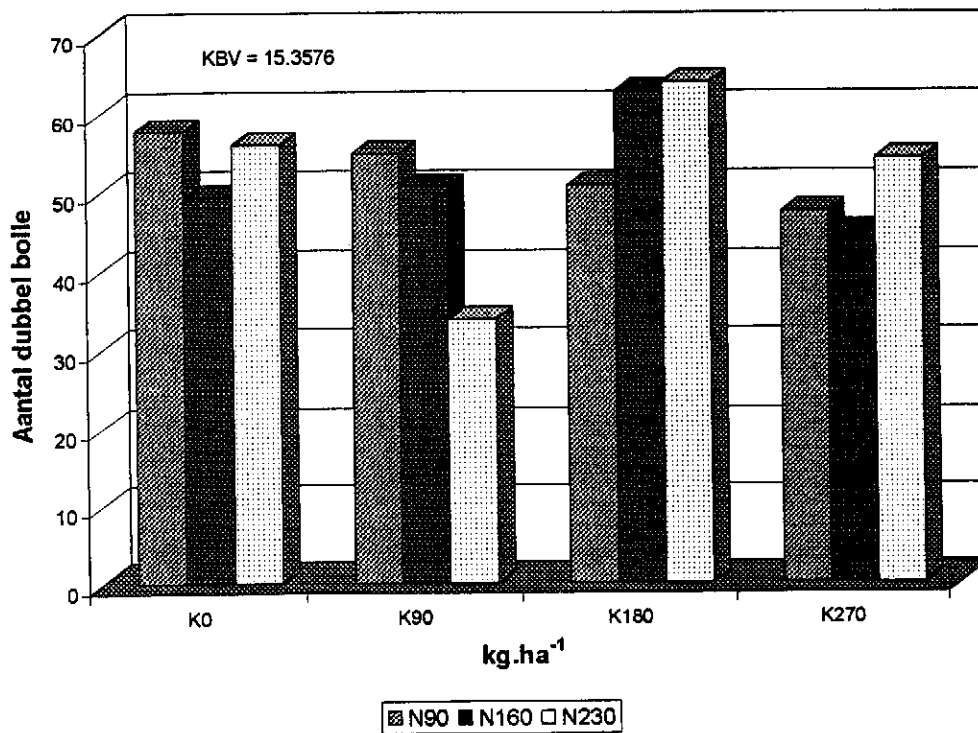
Gemiddeldes gevolg deur dieselfde letter verskil nie by die 5% toetspeil nie.

Onbemarkbare grade tydens oes.

P0 het 'n betekenisvol laer persentasie onbemarkbare bolle as P30, P60 en P90 gelewer. P60 en P90 verskil nie betekenisvol nie (Tabel 9). Die aantal dubbel bolle was die laagste waar P0 toegedien is (Tabel 9), betekenisvol laer as by P30, P60 en P90. N het geen effek op die aantal saad- en vrot bolle gehad nie, maar N90 het betekenisvol minder piekel bolle as N160 gehad (Tabel 9). P en K het geen effek op die aantal saad-, vrot en piekel bolle gehad nie. Die interaksie tussen N en K het 'n effek op die persentasie



Figuur 13 Invloed van N en K op die persentasie onbemarkbare opbrengs tydens oes



Figuur 14 Invloed van N en K op die aantal dubbel bolle tydens oes

onbemarkbare bolle (Figuur 13) en op die aantal dubbel bolle (Figuur 14) gehad. Dieselfde tendens is in beide gevalle waarneembaar. Daar was 'n betekenisvolle voordelige effek met toenemende N-peile by K90, gevolg deur 'n nadelige effek met toenemende N-peile by K180.

Kwaliteitstoetse.

Tabel 10 Invloed van N, P en K op die persentasie massaverlies en –uitloop van die bemarkbare grade na opberging

Faktor	Persentasie massaverlies		Persentasie uitloop	
	<i>Groot</i>	<i>Medium</i>	<i>Groot</i>	<i>Medium</i>
<i>N90</i>	39.167 c	31.948 c	31.964 b	26.547 c
<i>N160</i>	47.622 b	44.078 b	39.883 a	36.472 b
<i>N230</i>	54.742 a	50.651 a	44.765 a	42.953 a
<i>KBV (5%)</i>	<i>5.663</i>	<i>6.2739</i>	<i>6.3743</i>	<i>6.3687</i>
<i>P0</i>	43.682 b	40.984 a	35.425 a	33.278 a
<i>P30</i>	46.178 ab	40.553 a	39.468 a	34.314 a
<i>P60</i>	47.246 ab	40.135 a	38.930 a	33.858 a
<i>P90</i>	51.602 a	47.230 a	41.660 a	39.846 a
<i>KBV (5%)</i>	<i>6.5391</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>
<i>K0</i>	45.039 a	38.812 a	36.986 a	31.703 a
<i>K90</i>	47.660 a	45.450 a	39.046 a	38.677 a
<i>K180</i>	48.311 a	42.703 a	39.186 a	36.252 a
<i>K270</i>	47.698 a	41.936 a	40.265 a	34.664 a
<i>KBV (5%)</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>
<i>KV (%)</i>	<i>23.87</i>	<i>29.54</i>	<i>32.61</i>	<i>35.85</i>

Gemiddeldes gevolg deur dieselfde letter verskil nie by die 5% toetspeil nie.

By die grootteklasse groot en medium het N230 'n betekenisvol hoër massaverlies tydens opberging as N90 en N160 getoon (Tabel 10). N90 het in albei grootteklasse die minste massaverlies getoon. P90 het 'n betekenisvol hoër persentasie massaverlies by die grootteklas groot as P0 gehad. P het geen effek op die persentasie massaverlies van die grootteklas medium gehad nie. K het geen effek op beide grootteklasse se persentasie

Tabel 11 Invloed van N, P en K op die persentasie vrot van die bemarkbare grade en die persentasie vrot, -uitloop en –massaverlies van die totale monster

Faktor	Persentasie vrot			Totale monster	
	<i>Groot</i>	<i>Medium</i>	<i>Uitloop(%)</i>	<i>Vrot(%)</i>	<i>Massaverlies(%)</i>
<i>N90</i>	3.0719 b	1.3775 a	20.714 b	3.2194 b	36.668 c
<i>N160</i>	3.9425 ab	2.0403 a	27.047 a	3.9384 ab	46.653 b
<i>N230</i>	4.8138 a	2.1375 a	30.437 a	4.7131 a	53.351 a
<i>KBV (5%)</i>	<i>1.3542</i>	<i>NB</i>	<i>4.4895</i>	<i>1.0777</i>	<i>5.3447</i>
<i>P0</i>	4.1592 ab	1.8579 a	26.758 a	3.9171 a	42.475 b
<i>P30</i>	3.0008 b	1.4892 a	26.031 a	3.7688 a	44.408 ab
<i>P60</i>	3.955 ab	1.9550 a	24.528 a	4.0204 a	45.111 ab
<i>P90</i>	4.6558 a	2.1050 a	26.947 a	4.1217 a	50.235 a
<i>KBV (5%)</i>	<i>1.5637</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>6.1715</i>
<i>K0</i>	4.0346 a	1.7892 ab	24.183 a	3.4763 a	43.148 a
<i>K90</i>	3.9308 a	1.6108 ab	27.953 a	3.8283 a	46.858 a
<i>K180</i>	4.2762 a	1.3767 b	25.085 a	4.1633 a	46.456 a
<i>K270</i>	3.5292 a	2.6304 a	27.043 a	4.3600 a	45.768 a
<i>KBV (5%)</i>	<i>NB</i>	<i>1.1005</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>
<i>KV (%)</i>	<i>68.29</i>	<i>102.33</i>	<i>34.25</i>	<i>54.15</i>	<i>23.33</i>

Gemiddeldes gevolg deur dieselfde letter verskil nie by die 5% toetspeil nie.

massaverlies gehad nie. In albei grootteklasse het N90 die laagste persentasie uitloop getoon (Tabel 10). N90 het by die grootteklas groot 'n betekenisvol laer persentasie uitloop gelewer as N160 en N230. By die grootteklas medium het betekenisvol meer bolle by hoër N-peile uitgeloopt. Die laagste persentasie vrot is by die grootteklas groot met N90 verkry (Tabel 11). N160 en N230 verskil nie betekenisvol nie. N het geen effek op verrotting by die grootteklas medium gehad nie. P30 het 'n betekenisvol laer persentasie vrot in die grootteklas groot as P90 getoon, maar geen effek op die grootteklas medium gehad nie. K het nie 'n effek op die grootteklas groot gehad nie, maar K270 het 'n betekenisvol hoër persentasie vrot by die medium bolle as K180 gelewer. N90 het die laagste persentasie vrot en –uitloop op die totale monster gelewer (Tabel 11). In albei gevalle verskil N160 en N230 nie betekenisvol van mekaar nie. P en K het geen effek op die persentasie vrot en -uitloop van die totale monster gehad nie. Die

persentasie massaverlies was die hoogste waar N230 toegedien is (Tabel 11) met betekenisvol minder verlies by die laer N-peile. P90 het 'n betekenisvol hoër persentasie massaverlies tot gevolg gehad as P0. K het geen effek op die persentasie massaverlies gehad nie.

Eksperiment 3 (Caledon)

Bemerkbare opbrengs tydens oes.

N130 het 'n betekenisvol hoër opbrengs as N330 tot gevolg gehad (Tabel 12). P90 en P135 het 'n betekenisvol hoër opbrengs gelewer as P0 en P45 (Tabel 12). K het geen effek op die opbrengs gehad nie (Tabel 12).

Tabel 12 Invloed van N, P en K op die bemerkbare opbrengs ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) van uie en ook op die opbrengs ($\text{kg}\cdot 4\text{m}^{-2}$) van die bemerkbare grade tydens oes

Faktor	Opbrengs ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	Ekstra groot ($\text{kg}\cdot 4\text{m}^{-2}$)	Groot ($\text{kg}\cdot 4\text{m}^{-2}$)	Medium ($\text{kg}\cdot 4\text{m}^{-2}$)	Klein ($\text{kg}\cdot 4\text{m}^{-2}$)
N130	64330 a	0.1750 a	9.6406 a	14.4406 a	1.4756 a
N230	60967 ab	0.1687 a	8.2819 ab	14.4494 a	1.4869 a
N330	58109b	0.1112 a	8.1844 b	13.2006 b	1.7475 a
<i>KBV (5%)</i>	<i>3874.6</i>	<i>NB</i>	<i>1.3964</i>	<i>0.9277</i>	<i>NB</i>
P0	58267 b	0.1208 ab	7.34750 b	13.9800 a	1.8583 a
P45	56725 b	0.0492 b	7.19580 b	13.5483 a	1.8967 a
P90	64510 a	0.2183 a	10.1867 a	14.2400 a	1.1592 b
P135	65040 a	0.2183 a	10.0792 a	14.3525 a	1.3658 b
<i>KBV (5%)</i>	<i>4474.0</i>	<i>0.1141</i>	<i>1.6125</i>	<i>NB</i>	<i>0.4318</i>
K0	60394 a	0.1450 a	8.3617 a	14.0150 a	1.6358 a
K75	62817 a	0.2167 a	9.3325 a	13.9925 a	1.5850 a
K150	59456 a	0.1225 a	8.1308 a	13.8117 a	1.7175 a
K225	61875 a	0.1225 a	8.9842 a	14.3017 a	1.3417 a
<i>KBV (5%)</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>
<i>KV (%)</i>	<i>12.60</i>	<i>129.60</i>	<i>31.91</i>	<i>13.15</i>	<i>47.35</i>

Gemiddeldes gevolg deur dieselfde letter verskil nie by die 5% toetspeil nie.

Bemerkbare grootteklasse tydens oes.

N en P het 'n beduidende effek op die grootteklasse gehad (Tabel 12). N het geen effek op die grootteklas ekstra groot gehad nie. P90 en P135 het 'n betekenisvol hoër opbrengs by die grootteklas ekstra groot gelewer. N130 het 'n betekenisvol hoër opbrengs by die grootteklas groot as N330 gelewer (Tabel 12). Die grootteklas groot se opbrengs het betekenisvol toegeneem waar P-peile tot die vlak van P90 of P135 verhoog is. N130 en N230 het 'n betekenisvol hoër opbrengs van die grootteklas medium as N330 gelewer (Tabel 12). P en K het geen effek op die grootteklas medium gehad nie. N en K het geen effek op die grootteklas klein gehad nie. Waar P-peile tot P90 en P135 verhoog is, het die opbrengs van die grootteklas klein betekenisvol afgeneem. Die interaksie tussen N, P en K van die grootteklas ekstra groot (Aanhangsel 3, Tabel 9) word as gevolg van die hoë koëffisiënt van variasie nie bespreek nie.

Tabel 13 Invloed van N, P en K op die persentasie onbemarkbare uie en die aantal dubbel-, saad-, vrot- en piekel bolle tydens oes

Faktor	Massa onbemark (%)	Dubbel bolle (aantal)	Saad bolle (aantal)	Vrot bolle (aantal)	Piekkel bolle (aantal)
<i>N130</i>	9.2431 b	4.437 a	0.2813 a	13.844 b	4.969 a
<i>N230</i>	10.575 b	4.125 a	0.5000 a	17.781 a	5.281 a
<i>N330</i>	12.663 a	5.375 a	0.3125 a	19.781 a	5.781 a
<i>KBV (5%)</i>	<i>1.8607</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>3.4284</i>	<i>NB</i>
<i>P0</i>	10.621 a	2.5833 a	0.4583 a	19.292 a	6.292 a
<i>P45</i>	11.291 a	3.2500 a	0.2083 a	19.833 a	6.875 a
<i>P90</i>	10.377 a	5.9583 b	0.4583 a	14.417 b	3.458 b
<i>P135</i>	11.020 a	6.7917 b	0.3333 a	15.000 b	4.750 ab
<i>KBV (5%)</i>	<i>NB</i>	<i>1.6877</i>	<i>NB</i>	<i>3.9587</i>	<i>2.7225</i>
<i>K0</i>	12.058 a	5.3333 a	0.3333 a	19.167 a	5.292 a
<i>K75</i>	9.9190 a	4.0000 a	0.2917 a	16.333 a	5.333 a
<i>K150</i>	10.553 a	3.9583 a	0.5417 a	17.000 a	5.875 a
<i>K225</i>	10.780 a	5.2917 a	0.2917 a	16.042 a	4.875 a
<i>KBV (5%)</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>
<i>KV (%)</i>	<i>34.17</i>	<i>62.55</i>	<i>195.96</i>	<i>39.78</i>	<i>87.73</i>

Gemiddeldes gevolg deur dieselfde letter verskil nie by die 5% toetspeil nie.

Onbemarkbare grade tydens oes.

N330 het 'n betekenisvol hoër persentasie onbemarkbare bolle as N130 en N230 gelewer (Tabel 13). P en K het geen effek op die persentasie onbemarkbare bolle gehad nie. N het geen effek op die aantal dubbel-, saad- en piekel bolle gehad nie, maar N130 het betekenisvol minder vrot bolle as die hoër N-peile gelewer (Tabel 13). P90 en P135 het betekenisvol minder vrot bolle en meer dubbel bolle as P0 en P45 gelewer (Tabel 13). P het geen effek op die aantal saad bolle gehad nie (Tabel 13). Die aantal piekel bolle was betekenisvol laer waar die P-peil tot P90 verhoog is. K het geen effek op die aantal dubbel-, saad-, vrot- en piekel bolle gehad nie. Daar was geen interaksie tussen N, P en K nie (Aanhangsel 3, Tabel 10).

Tabel 14 Invloed van N, P en K op die persentasie massaverlies en –uitloop van die bemarkbare grade tydens oes

Faktor	Persentasie massaverlies		Persentasie uitloop	
	<i>Groot</i>	<i>Medium</i>	<i>Groot</i>	<i>Medium</i>
<i>N130</i>	34.980 a	29.641 b	15.501 a	13.314 b
<i>N230</i>	36.204 a	31.113 ab	16.622 a	15.502 b
<i>N330</i>	37.864 a	33.477 a	16.658 a	18.485 a
<i>KBV (5%)</i>	<i>NB</i>	<i>3.0209</i>	<i>NB</i>	<i>2.6458</i>
<i>P0</i>	36.990 a	31.279 a	16.723 a	14.355 a
<i>P45</i>	38.829 a	31.958 a	18.063 a	15.764 a
<i>P90</i>	33.773 a	29.826 a	14.568 a	16.481 a
<i>P135</i>	35.806 a	32.579 a	15.688 a	16.468 a
<i>KBV (5%)</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>
<i>K0</i>	36.236 a	30.393 a	15.879 a	15.114 a
<i>K75</i>	37.621 a	31.003 a	17.228 a	15.808 a
<i>K150</i>	36.565 a	32.065 a	15.325 a	15.208 a
<i>K225</i>	34.975 a	32.180 a	16.608 a	16.940 a
<i>KBV (5%)</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>
<i>KV (%)</i>	<i>24.47</i>	<i>19.12</i>	<i>45.40</i>	<i>33.36</i>

Gemiddeldes gevolg deur dieselfde letter verskil nie by die 5% toetspeil nie.

Kwaliteitstoetse.

N, P en K het geen effek op die persentasie massaverlies en -uitloop van die grootteklas groot gehad nie. Die grootteklas medium het egter met hoër N-peile 'n betekenisvol hoër persentasie massaverlies en uitloop getoon (Tabel 14). P en K het geen effek op die persentasie massaverlies en -uitloop van die grootteklas medium gehad nie. N, P en K het geen effek op die persentasie vrot van die grootteklasse groot gehad nie. Dit het ook geen effek op die totale persentasie uitloop gehad nie. Verhoging van die P-peil tot P90 het wel 'n verhoging in die persentasie vrot by die grootteklas medium en die totale monster gehad (Tabel 15). N en K het geen effek op die totale persentasie vrot gehad nie. N130 het 'n betekenisvolle laer totale persentasie massaverlies as N330 getoon. P en K het geen effek op die totale persentasie massaverlies gehad nie.

Tabel 15 Invloed van N, P en K op die persentasie vrot van die bemarkbare grade en die persentasie vrot, -uitloop en -massaverlies van die totale monster

Faktor	Persentasie vrot			Totale monster	
	<i>Groot</i>	<i>Medium</i>	<i>Uitloop(%)</i>	<i>Vrot(%)</i>	<i>Massaverlies(%)</i>
<i>N130</i>	12.922 a	9.5925 a	10.718 a	14.227 a	31.784 b
<i>N230</i>	14.217 a	9.0028 a	11.843 a	15.580 a	32.878 ab
<i>N330</i>	14.700 a	8.5750 a	12.737 a	15.933 a	34.782 a
<i>KBV (5%)</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>2.9424</i>
<i>P0</i>	14.347 a	9.711 a	10.657 a	16.197 a	33.209 a
<i>P45</i>	14.362 a	9.546 a	11.207 a	16.386 a	33.978 a
<i>P90</i>	12.547 a	7.216 b	12.555 a	13.205 b	31.374 a
<i>P135</i>	14.530 a	9.754 a	12.644 a	15.198 ab	34.030 a
<i>KBV (5%)</i>	<i>NB</i>	<i>2.1871</i>	<i>NB</i>	<i>2.6312</i>	<i>NB</i>
<i>K0</i>	15.179 a	8.4420 a	11.013 a	15.682 a	32.203 a
<i>K75</i>	14.054 a	8.6030 a	11.868 a	14.915 a	33.343 a
<i>K150</i>	15.183 a	10.072 a	11.205 a	15.853 a	33.740 a
<i>K225</i>	11.370 a	9.1110 a	12.978 a	14.536 a	33.306 a
<i>KBV (5%)</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>
<i>KV (%)</i>	<i>52.34</i>	<i>41.58</i>	<i>34.20</i>	<i>29.72</i>	<i>17.65</i>

Gemiddeldes gevolg deur dieselfde letter verskil nie by die 5% toetspeil nie.

BESPREKING EN GEVOLGTREKKINGS

Eksperiment 1 het die beste reaksie ten opsigte van N, P en K bemesting gelewer, waarskynlik omdat die grond bykans geen klei bevat het nie.

Stikstof.

Dit is duidelik dat hoë N-vlakke, veral op gronde met 'n redelike hoë potensiaal om stikstof vry te stel, 'n opbrengsverlaging teweegbring. In eksperiment 1 het die hoogste N-peil, N290, 'n laer bemerkbare opbrengs gelewer (Tabel 4), hoofsaaklik as gevolg van die verlaging in opbrengs van die grootteklasse groot en medium (Tabel 4). Die verlaging was as gevolg van die groot aantal piekel- en dubbel bolle wat by N290 gevorm het. In eksperiment 2, met N-peile tussen 90 en 230 kg N.ha⁻¹, het N geen betekenisvolle verskil in bemerkbare opbrengs gelewer nie. In eksperiment 3 het die hoogste N-peil, N330, die bemerkbare opbrengs betekenisvol verlaag as gevolg van die verlaging in opbrengs van die grootteklasse groot en medium. Die verlaging was ook as gevolg van die groot aantal vrot bolle wat tydens oes gelewer is. Die persentasie onbemarkbare bolle het in al die eksperimente verhoog indien die toediening van N verhoog is.

Hassan (1984) het gevind dat hoë N-vlakke die voorkoms van dubbel bolle verhoog. In hierdie ondersoek is dieselfde op die sanderige grond van eksperiment 1 ondervind. Aangesien swaar N bemesting vegetatiewe groei bo bolontwikkeling bevorder is dit waarskynlik ook die rede waarom daar so baie piekel bolle in eksperiment 1 gevorm het. Mengel (1979) het gevind dat hoë vlakke van nitraat die ontwikkeling van aartappelknolle onderdruk en die groei van blare en stingels bevoordeel. Bogenoemde outeur het soortgelyke waarnemings op suikerbeet gemaak. Hy het gevind dat hoë N-vlakke gedurende die vulperiode die opvul van stoorselle met koolhidrate benadeel. Sulke stoorweefsel bly in 'n onvolwasse toestand en is van lae kwaliteit. Mengel (1979) se vermoede dat die genoemde voorbeeld moontlik op uie van toepassing is word deur hierdie ondersoek gesteun. Na 6 maande in opberging was dit duidelik dat 'n verhoging in N die persentasie massaverlies van die bemerkbare bolle verhoog het. Hoë N-toedienings het ook die persentasie uitloop van die bemerkbare bolle verhoog. 'n

Verhoogde peil van N het in eksperiment 2 'n beduidende toename in die persentasie vrot gehad. In eksperiment 2 en 3 is die persentasie massaverlies van die totale monster verhoog namate die toediening van N verhoog is. Dit kan moontlik toegeskryf word aan die hoë persentasie klei wat in die twee gronde teenwoordig is. Hoë N-toedienings het ook die persentasie uitloop van die totale monster verhoog (Tabel 11 en 15).

Fosfaat.

In al drie die eksperimente het P positiewe opbrengsreaksies getoon, ten spyte van die feit dat die P-ontledings van die gronde hoog was. Daar is deur Brewster (1977) waargeneem dat uie baie goed reageer op P bemesting. Hy het ook gevind dat hoë P-vlakke bolgroei verhoog. Lauglin (1989) het ook waargeneem dat hoë P-toedienings hoër opbrengste lewer, maar dat meer vrot bolle mag voorkom.

In eksperiment 1 (<5% klei; 66 mg.kg⁻¹ P) het 'n verhoging in P vanaf P0 tot P100 'n verhoging in opbrengs teweeggebring (Tabel 4). Eksperiment 3 (16% klei; 58 mg.kg⁻¹ P) het dieselfde tendens gevolg en 'n optimum vlak is by 90 kg P.ha⁻¹ bereik. Die opbrengsverhogings het gepaard gegaan met 'n hoër opbrengs van die grootteklasse groot en medium en 'n laer opbrengs van die grootteklas klein en ook minder piekel bolle (Tabel 4, 5, 8, 12 en 13). Aangesien uie geen haarwortels besit nie (Brewster, 1977) kan die onverwagse hoë optimum P-bemestingspeil toegeskryf word aan die plant se onvermoë om P op te neem. Brewster (1977) het die opbrengsreaksie van uie op P-bemesting bevestig. Eksperiment 2 (10% klei; 62 mg.kg⁻¹ P) dui daarop dat 'n optimum P-peil nie 30 kg P.ha⁻¹ oorskry nie (Tabel 8). Dit was deels die gevolg van 'n groot aantal dubbel bolle by hoë P-peile (Tabel 9). By eksperiment 2 het hoë P-toedienings die persentasie massaverlies van die totale monster verhoog (Tabel 10).

Kalium.

K het 'n duidelike reaksie in eksperiment 1 getoon. Die opbrengs van uie het betekenisvol verhoog namate die toediening van K0 tot K130 verhoog is (Tabel 4). K130 het ook die opbrengs van die grootteklas medium betekenisvol verhoog. Waar geen K bemes is nie, is betekenisvol meer vrot bolle tydens oes gevind. Die persentasie

massaverlies van die grootteklasse groot, medium en klein was baie hoog en meer verrotting het ook sonder K bemesting tydens opberging ontwikkel (Tabel 6 en 7).

P en K interaksies.

In eksperiment 1 het die interaksie tussen P en K 'n invloed op die grootteklasse groot en klein gehad. Hoe hoër die toediening van P, hoe beter was die reaksie wat met die toediening van K verkry is (Figuur 1 en 2). Die interaksie tussen P en K het ook die persentasie onbemarkbare bolle, die aantal dubbel bolle en die aantal piekel bolle beïnvloed. Dit was nie moontlik om 'n duidelike tendens aan te toon nie, behalwe dat 'n toename in die dubbel bolle vir die toename in die persentasie onbemarkbare bolle verantwoordelik was. Dit het ernstige afmetings aangeneem indien die hoë K-peile met die hoogste P-peile gekombineer is (Figuur 3 en 4). Die aantal piekel bolle was by hierdie kombinasie onbeduidend (Figuur 5). Die P en K interaksie het ook 'n invloed op uitloop van uiebolle gehad (Figuur 6, 7 en 8). Die kombinasie P150 met K0 het die hoogste persentasie uitloop tot gevolg gehad. Dit dui daarop dat 'n K-gebrek onder geen omstandighede toegelaat mag word indien uie met 'n goeie rակlewe, soos vir uitvoer nodig is nie, veral nie waar hoë P-peile gebruik word nie.

N en P interaksies.

In eksperiment 1 het die interaksie tussen N en P ook soos die P en K interaksie 'n invloed op die persentasie uitloop gehad. 'n Kombinasie van die hoogste N- en P-peile het die hoogste persentasie uitloop in alle gevalle gelewer (Figuur 9 en 10). Ten einde 'n goeie rակlewe te verseker sal daar dus nie alleen teen K-tekorte by hoë P-peile gewaak moet word nie, maar hoë N-peile sal ook vermy moet word.

N en K interaksies.

In eksperiment 2 was die interaksie tussen N en K moeilik interpreteerbaar. Dit was wel duidelik dat 'n toename in die aantal dubbel bolle vir die toename in onbemarkbare bolle verantwoordelik was (Figuur 13 en 14).

Uit eksperiment 1 is dit duidelik dat daar gewaak moet word teen te hoë N, P en K bemesting op sanderige gronde. Eksperiment 2 en 3 toon ook dat daar gewaak moet word teen hoë N-bemesting op kleigronde. In eksperiment 1 is die optimum N-peil ongeveer 160 kg N.ha^{-1} , met 'n optimum behoefte van ongeveer 130 kg P.ha^{-1} en 200 kg K.ha^{-1} . Op ligter klei gronde, soos in eksperiment 2 (10 – 15% klei), is die optimum N-peil $<125 \text{ kg N.ha}^{-1}$, met 'n optimum behoefte van $<45 \text{ kg P.ha}^{-1}$ en $<135 \text{ kg K.ha}^{-1}$. Op swaarder klei gronde, soos in eksperiment 3 (15 – 20% klei), is die optimum N-peil ongeveer 130 kg N.ha^{-1} , met 'n optimum van ongeveer 90 kg P.ha^{-1} en 75 kg K.ha^{-1} .

LITERATUURVERWYSINGS

BREWSTER, J.L., 1977. The physiology of the onion. Plantation crops. *Horticultural Abstracts*. 47, 103 – 112.

BREWSTER, J.L., 1994. In: J.L. Brewster (ed), Onions and other vegetable *Alliums*. CAB International, Cambridge University Press, UK. p 63 – 94.

HARTT, C.E., 1969. Effect of potassium deficiency upon translocation of ^{14}C in attached blades and entire plants of sugercane. *Plant Physiol.* 44, 1461 - 1469.

HARTT, C.E., 1970. Effect of potassium deficiency upon the translocation of ^{14}C in detached blades of sugercane. *Plant Physiol.* 45, 183 - 187.

HASSAN, M.A., 1984. Effects of frequency of irrigation and fertilizer nitrogen on yield and quality of onions (*Allium cepa*) in the arid tropics. *Acta Horticulturae*. 143, 341 – 346.

HEADER, H.E., MENGEL, K. & FORSTER, H., 1973. The effect of potassium on translocation of photosynthates and yield pattern of potato plants. *J. Sci. Fd Agric.* 24, 1479 - 1487.

HSIAO, T.C., HAGEMAN, R.H. & TYNER, E.H., 1970. Effects of potassium nutrition on protein and total free amino acids in maize. *Crop Sci.* 10, 78 - 82.

JACKSON, D.C., 1977. Bemesting van uie. Publikasie E1/1977. Navorsingsinstituut vir Tuinbou, Pretoria.

LAUGHLIN, J.C., 1989. Nutritional effects on onion (*Allium cepa* L.) yield and quality. *Acta Horticulturae*. 247, 211 – 215.

MENGEL, K., 1979. Influence of exogenous factors on the quality and chemical composition of vegetables. *Acta Horticulturae*. 93, 133 - 151.

SAS INSTITUTE INC., 1990. SAS user's guide, Version 6, 4th ed. Volume 1 & 2, Cary, NC.

SCULLEY, N.J., PARKER, M.W. & BORTHWICK, H.A., 1945. Interaction of nitrogen nutrition and photoperiod as expressed in bulbing and flower stalk development on onion. *Bot. Gaz.* 107, 52 - 61.

Hoofstuk 5

Invloed van N-peil en N-toedieningsmetode op die opbrengs en kwaliteit van uie

Uittreksel

In die Wes-Kaap word daar jaarliks ongeveer 2500 ha uie (*Allium cepa* L.) geplant. In hierdie streek is die intermediêre-daglengte-cultivar Caledon Globe die mees populêre cultivar wat geplant word. Die Wes-Kaap is geografies goed geleë vir die uitvoer van uie. Uitvoere vind hoofsaaklik per skip plaas. As gevolg van die lang reis is uie van goeie kwaliteit dus nodig om te verseker dat die invoerder 'n goeie produk kry. 'n Veldproef is in Oktober 1997 te Stellenbosch geplant. Die pH van die grond was 6.2, P (Bray1) en K vlakke was 40 en 60 mg.kg⁻¹ respektiewelik en is tydens planttyd met 96 kg P.ha⁻¹ en 180 kg K.ha⁻¹ aangevul. Stikstof behandelings is toegedien teen 90, 140, 190 en 240 kg N.ha⁻¹. Vier toedieningsmetodes is vir die toediening van N gebruik. Behandeling is faktoriaal (4 x 4) in 'n bloklose proefontwerp met 3 herhalings gerangskik. Bemerkbare- en onbemerkbare bolle is tydens oes geselekteer. Gewigsverlies is oor 'n periode van 6 maande in opberging bepaal en stoorafwykings ge-evalueer. Daar moet gewaak word teen die oormatige gebruik van N. Hoë vlakke van N het meer dubbel bolle tot gevolg en verhoog ook die persentasie bolle wat uitloop en tydens opberging verrot. Lae N-vlakke stimuleer blomvorming en kleiner bolle is verkry. Die optimum N-peil, vir die toestand waaronder die proef uitgevoer is, was ongeveer 115 kg N.ha⁻¹. Die toedieningsmetode het die opbrengs en kwaliteit van uie tot 'n geringe mate beïnvloed. Waar al die N binne vier weke na uitplant toegedien is, was die opbrengs van bemerkbare mediumgrootte bolle laer as waar 60% van die N tussen 4 en 7 weke na plant voorsien is. Vroeër N-toedienings het egter geneig om die rակlewe van die bolle te bevoordeel.

Sleutelwoorde: *Allium cepa*, uitvoere, kwaliteit, stikstof, peil, toedieningsmetode

INLEIDING

Die bestuur van bemesting by die produksie van uie is veral op sand- en sanderige leemgronde kritiek. Die nitraatvorm van stikstof is onmiddelik beskikbaar en loog maklik in sanderige gronde. Om plante aktief te laat groei word daar voorgestel dat stikstofbemesting herhaaldelik deur die groeiseisoen toegedien word (Brewster, 1977; Brewster & Butler, 1989). Oorbemesting vroeg in die groeiseisoen moet vermy word, wat welige bogroei mag stimuleer en wat bolrypwording kan vertraag (Batal *et al.*, 1994). Batal *et al.* (1994) het gevind dat toediening van 33% stikstof in die vroeë groeistadium (eerste 3 maande na saai) en 66% in die laat groeistadium (4 maande wat daarop volg) opbrengs van uie betekenisvol verhoog.

Groente met vegetatiewe stoororgane akkumuleer eers fotosintate in hul blare en translokeer dit dan na die stoororgane. Dit geld vir beet, wortels, radyse, aartappels en uie. Die kwaliteit van groente met vegetatiewe stoororgane hang grootliks af van die graad waarmee die stoororgaan se selle met stoormateriaal gevul is (Mengel, 1979). Mengel (1979) het gevind dat hoë vlakke van nitraat die ontwikkeling van aartappelknolle onderdruk. Nitraat bevoordeel die groei van blare en stingels bo die ontwikkeling van stoororgane. Hoë vlakke van nitraat benadeel dus die opvul van stoorweefsel met koolhidrate. Sulke stoorweefsel bly in 'n onvolwasse toestand en is dus van lae kwaliteit.

Strydom (1965) het gevind dat hoë N-vlakke op die saadbed aanleiding gee tot groter saailinge wat meer geneig is om te blom (saadkoppe). Joubert (1975) het ook gevind dat die stadium waarin hoë N-vlakke voorkom, belangrik is. Paterson, Blackhurst & Siddiqui (1960) het gerapporteer dat hoë N-vlakke die blompersentasie in oorwinterende uie verlaag. In teenstelling hiermee vind Stuart & Griffin (1946) en Brewster (1983) dat lae N-vlakke plante stimuleer om te blom. Daar is ook aangetoon dat hoë peile van N-bemesting, veral laat in die groeiseisoen, die voorkoms van dubbel bolle verhoog (Hassan, 1984). Jackson (1977) vermeld dat oormatige N-bemesting rypwording vertraag, dik nekke veroorsaak en blomvorming indusseer en dat dit noodsaaklik is om

die korrekte bemestingsriglyne te volg om sodoende die beste kwaliteit uie op die mark te lewer.

Die Wes-Kaap besit groot potensiaal vir die uitvoer van uie. Aangesien daar nie in Suid-Afrika vasgestelde riglyne vir N bemesting van intermediêre-daglengte-ue is nie, is dit van groot belang om bemestingsriglyne daar te stel om te verseker dat 'n hoë opbrengs van goeie kwaliteit geproduseer word. In hierdie studie word die invloed wat N-peil en toedieningsmetode op die bemarkbare opbrengs, grootteklasse, onbemarkbare grade en kwaliteit van uie het, ondersoek.

MATERIAAL EN METODE

'n N bemestingsproef is op 7 Oktober 1997 op Stellenbosch (Elsenburg) geplant. Vier stikstofvlakke (Tabel 1) en vier toedieningsmetodes (Tabel 2) is faktoriaal in 'n gerandomiseerde bloklose proefontwerp, met 3 herhalings, gerangskik. Die perseelgrootte was 6m². Die intermediêre-daglengte-cultivar Caledon Globe is gebruik. Voor uitplanting is grondmonsters geneem en ontleed (Tabel 3). Bemestingsvlakke is volgens die grondontleding bepaal. Stikstof is in die vorm van kalksteen-ammonium-nitrat (KAN 28) toegedien, fosfaat in die vorm van enkel-superfosfaat (Supers 10.5) en kalium in die vorm van kaliumsulfat. Die kunsmis is ongeveer 5 cm diep ingewerk. Die bemestingsprogram word in Tabel 4 weergegee. Die saailinge is teen 'n digtheid van 550 000 plantjies per hektaar geplant. Ongeveer 500mm water is toegedien, met reënval ingesluit. Die gemiddelde minimum en maksimum temperatuur oor die groeiperiode was respektiewelik 12 °C en 25 °C. Op 9 Januarie 1998 is die uie opgetrek en in windrye geplaas om droog te word. Ongeveer 4 weke na oes is lowwe afgeknip, die bolle gegraadeer en in opberging geplaas. Met gradering is dubbel-, saad-, vrot- en piekelbolle (<35mm) as onbemarkbaar beskou. Slegs 1^{ste} graad uie is as bemarkbaar behou en in die grootteklasse ekstra groot (>90mm), groot (70 – 90mm), medium (50 – 70mm) en klein (35 – 50mm) gegraadeer. Hierdie grootte klasse is geweeg en die opbrengs vir elke perseel bepaal. Slegs die grootteklasse groot en medium is opgeberg. Die grootteklas ekstra groot is by groot gevoeg. Gedurende die 6 maande periode van opberging is die uie twee maal

gesorteer. Alle opbergingsdefekte is aangeteken voordat die betrokke bolle weggegooi is. Na opberging is die bolle weer geweeg om finale opbrengs en massaverlies te bepaal. Op 31 Julie 1998 is die opbergingsproef getermineer. SAS (1990) is gebruik om die statistiese ontleding van die proef te doen. Die varansie analises word in Aanhangsel 4 (Tabel 13 – 16) aangebied.

Tabel 1 N, P en K bemestingsvlakke ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) van uie

Element	Stikstof	Fosfaat	Kalium
Bemestingsvlak	90	96	180
	140	96	180
	190	96	180
	240	96	180

Tabel 2 N toedieningsmetodes (as persentasie van totale hoeveelheid N)

Na plant	2 weke	4 weke	7 weke
Toedien 1	20	20	20
Toedien 2	40	20	0
Toedien 3	0	40	20
Toedien 4	0	20	40

Tabel 3 Resultate van grondontleding

Grondtipe	Weerstand (ohms)	pH (KCl)	P (Bray1) $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$	K $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$	Ca me %	Mg me%	Na $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$
10% klei <30% sand	2680	6.2	40	60	2.08	0.73	17

Tabel 4 Bemestingsprogram (persentasie van totale hoeveelheid)

	Met plant	Na plant		
		2 weke	4 weke	7 weke
<i>Stikstof</i>	40	(Volgens	toedieningsmetode,	Tabel 2)
<i>Fosfaat</i>	100	-	-	-
<i>Kalium</i>	75	-	25	-

RESULTATE

Bemerkbare opbrengs tydens oes.

Die N-peil en N-toedieningsmetode het geen effek op die opbrengs van uie gehad nie (Tabel 5).

Tabel 5 Invloed van N-peil en N-toedieningsmetode op die bemerkbare opbrengs ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) van uie en ook op die opbrengs ($\text{kg} \cdot 6\text{m}^{-2}$) van die bemerkbare grade tydens oes

Faktor	Opbrengs ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)	Ekstra groot ($\text{kg} \cdot 6\text{m}^{-2}$)	Groot ($\text{kg} \cdot 6\text{m}^{-2}$)	Medium ($\text{kg} \cdot 6\text{m}^{-2}$)	Klein ($\text{kg} \cdot 6\text{m}^{-2}$)
N90	65800 a	0.6900 b	19.690 b	17.8933 a	1.2067 a
N140	69931 a	1.5717 a	24.013 a	15.5300 b	0.8433 b
N190	69753 a	1.6283 a	24.845 a	14.6683 b	0.7100 b
N240	66619 a	1.4267 a	23.985 a	13.8533 b	0.7067 b
<i>KBV (5%)</i>	<i>NB</i>	<i>0.6238</i>	<i>2.8159</i>	<i>1.9241</i>	<i>0.2858</i>
Toedien 1	70003 a	1.4500 a	23.443 a	16.2550 a	0.8533 a
Toedien 2	64711 a	1.4533 a	22.970 a	13.5067 b	0.8967 a
Toedien 3	69347 a	1.3383 a	23.628 a	15.7667 a	0.8750 a
Toedien 4	68042 a	1.0750 a	22.492 a	16.4167 a	0.8417 a
<i>KBV (5%)</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>1.9241</i>	<i>NB</i>
<i>KV (%)</i>	<i>9.61</i>	<i>56.44</i>	<i>14.64</i>	<i>14.94</i>	<i>39.65</i>

Gemiddeldes gevolg deur dieselfde letter verskil nie by die 5% toetspeil nie.

Bemerkbare grootteklasse tydens oes.

Die vlak van N bemesting het 'n betekenisvolle effek op die grootteklasse met oes gehad (Tabel 5). Die laagste N-peil (N90) het 'n betekenisvol laer opbrengs in die grootteklasse ekstra groot en groot gelewer, maar ook 'n betekenisvol hoër opbrengs in die grootteklasse medium en klein tot gevolg gehad. By al die grootteklasse is daar nie 'n betekenisvolle verskil tussen die drie hoogste N-peile (N140, N190 en N240) nie. Die toedieningsmetode van N het slegs 'n invloed op die grootteklas medium gehad (Tabel 1). Toedieningsmetode 2 het 'n betekenisvol laer opbrengs gehad as die ander behandelings. Die ander toedieningsmetodes verskil nie betekenisvol van mekaar nie.

Tabel 6 Invloed van N-peil en N-toedieningsmetode op die persentasie onbemarkbare uie en die aantal dubbel-, saad-, vrot- en piekel bolle tydens oes

Faktor	Massa onbemark(%)	Dubbel bolle (aantal)	Saad bolle (aantal)	Vrot bolle (aantal)	Piekel bolle (aantal)
N90	25.720 c	43.417 c	31.750 a	5.500 b	4.417 a
N140	28.266 bc	56.083 b	21.333 b	6.833 ab	2.333 a
N190	29.996 ab	65.083 ab	14.000 c	9.250 ab	2.833 a
N240	33.449 a	72.333 a	12.583 c	13.50 a	3.000 a
<i>KBV (5%)</i>	<i>4.2457</i>	<i>10.894</i>	<i>6.812</i>	<i>7.8285</i>	<i>NB</i>
Toedien 1	29.197 ab	64.500 a	17.667 a	8.250 a	2.417 a
Toedien 2	32.182 a	61.333 a	21.833 a	12.75 a	3.750 a
Toedien 3	28.333 ab	56.333 a	20.667 a	7.000 a	3.167 a
Toedien 4	27.719 b	54.750 a	19.500 a	7.083 a	3.250 a
<i>KBV (5%)</i>	<i>4.2457</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>
<i>KV (%)</i>	<i>17.39</i>	<i>22.12</i>	<i>41.13</i>	<i>107.33</i>	<i>84.10</i>

Gemiddeldes gevolg deur dieselfde letter verskil nie by die 5% toetspeil nie.

Onbemarkbare grade tydens oes.

Die vlak van N bemesting het die persentasie onbemarkbare bolle betekenisvol beïnvloed (Tabel 6). N240 het 'n betekenisvol hoër persentasie onbemarkbare bolle as N90 en N140 gelewer. Toedieningsmetode 2 het 'n betekenisvol hoër persentasie onbemarkbare bolle as toedieningsmetode 4 gelewer. Die vlak van N bemesting het die aantal dubbel-, saad-

en vrot bolle betekenisvol beïnvloed (Tabel 6). N240 het betekenisvol meer dubbel bolle as N90 en N140 gelewer. N90 het die laagste getal dubbel bolle gehad, maar het betekenisvol meer saad bolle gelewer as N140, N190 en N240. N240 het betekenisvol meer vrot bolle as N90 gelewer. N90 het die laagste aantal vrot bolle gehad. Die vlak van N bemesting het geen betekenisvolle effek op die aantal piekel bolle gehad nie. Die toedieningsmetode het geen betekenisvolle effek op die aantal dubbel-, saad-, vrot- en piekel bolle gehad nie (Tabel 6).

Tabel 7 Invloed van N-peil en N-toedieningsmetode op die persentasie massaverlies en –uitloop van die bemarkbare grade na opberging

Faktor	Persentasie massaverlies		Persentasie uitloop	
	<i>Groot</i>	<i>Medium</i>	<i>Groot</i>	<i>Medium</i>
N90	32.825 b	23.468 c	22.325 c	16.685 c
N140	39.753 b	33.717 b	32.078 b	25.386 b
N190	49.598 a	43.609 a	39.437 a	35.677 a
N240	53.706 a	49.763 a	44.026 a	42.606 a
<i>KBV (5%)</i>	<i>7.03</i>	<i>8.0028</i>	<i>6.4444</i>	<i>8.6594</i>
Toedien 1	46.058 a	35.751 a	38.758 a	27.518 a
Toedien 2	41.384 a	38.598 a	30.641 b	30.413 a
Toedien 3	44.369 a	37.880 a	34.515 ab	30.952 a
Toedien 4	44.072 a	38.328 a	33.953 ab	31.471 a
<i>KBV (5%)</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>6.4444</i>	<i>NB</i>
<i>KV (%)</i>	<i>19.23</i>	<i>25.57</i>	<i>22.48</i>	<i>34.61</i>

Gemiddeldes gevolg deur dieselfde letter verskil nie by die 5% toetspeil nie.

Kwaliteitstoetse.

Die vlak van N bemesting het die persentasie massaverlies en die persentasie uitloop van die grootteklasse groot en medium beïnvloed, maar die persentasie vrot het slegs op die groot bolle verskil (Tabel 7 en 8). By die grootteklas groot het N190 en N240 'n betekenisvol hoër persentasie massaverlies as N90 en N140 gelewer. By die grootteklas medium het N190 en N240 ook 'n betekenisvol hoër persentasie massaverlies as N90 en N140 gehad. In albei grootteklasse het N90 die laagste persentasie massaverlies gelewer.

Tabel 8 Invloed van N-peil en N-toedieningsmetode op die persentasie vrot van die bemarkbare grade en die persentasie vrot, -uitloop en -massaverlies van die totale monster

Faktor	Persentasie vrot			Totale monster	
	<i>Groot</i>	<i>Medium</i>	<i>Uitloop(%)</i>	<i>Vrot(%)</i>	<i>Massaverlies(%)</i>
N90	4.740 ab	1.0417 a	13.808 c	3.559 b	28.372 c
N140	3.083 b	1.1633 a	21.138 b	3.745 b	37.340 b
N190	4.953 ab	1.8275 a	27.325 a	5.292 ab	47.579 a
N240	6.312 a	2.4550 a	29.494 a	7.233 a	52.428 a
<i>KBV (5%)</i>	<i>2.5718</i>	<i>NB</i>	<i>5.3182</i>	<i>3.2756</i>	<i>6.4851</i>
Toedien 1	4.179 a	1.7442 a	23.489 a	4.513 a	41.965 a
Toedien 2	5.318 a	1.2317 a	20.670 a	6.302 a	40.175 a
Toedien 3	4.357 a	1.2458 a	23.607 a	4.173 a	41.736 a
Toedien 4	5.233 a	2.2658 a	24.000 a	4.841 a	41.843 a
<i>KBV (5%)</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>	<i>NB</i>
<i>KV (%)</i>	<i>64.81</i>	<i>108.84</i>	<i>27.88</i>	<i>79.46</i>	<i>18.82</i>

Gemiddeldes gevolg deur dieselfde letter verskil nie by die 5% toetspeil nie.

By die grootteklasse groot en medium het N190 en N240 'n betekenisvol hoër persentasie uitloop as N90 en N140 gehad. In albei grootteklasse het N90 die laagste persentasie uitloop gelewer. By die grootteklas groot het N240 'n betekenisvol hoër persentasie vrot as N140 gelewer. Die toedieningsmetode van N het slegs 'n betekenisvolle effek op die persentasie uitloop van die groot bolle gehad (Tabel 7). Toedieningsmetode 2 het 'n betekenisvol laer persentasie uitloop as toedieningsmetode 1 gelewer. Die toedieningsmetode van N het geen betekenisvolle effek op massaverlies en verrotting by die grootteklasse groot en medium gehad nie. Die vlak van N bemesting het 'n betekenisvolle effek op die persentasie uitloop, -vrot en -massaverlies van die totale monster gehad (Tabel 8). N190 en N240 het 'n betekenisvol hoër persentasie uitloop as N90 en N140 gehad. N240 het ook 'n betekenisvol hoër persentasie vrot as N90 en N140 gehad. N190 en N240 het 'n betekenisvol hoër persentasie massaverlies as N90 en N140 gelewer. Die laagste persentasie uitloop, -vrot en -massaverlies van die totale monster is

met die laagste N-peil (N90) gelewer. Die toedieningsmetode van N het geen effek op die persentasie uitloop, -vrot en -massaverlies van die totale monster gehad nie.

BESPREKING EN GEVOLGTREKKINGS

Batal *et al.*, (1994) se bevinding, dat 'n verhoging in N-vlak die voorkoms van ekstra groot bolle van 7 tot 10% verhoog het, is deur hierdie ondersoek ondersteun. 'n Verhoging in N-peile vanaf 90 tot 240 kg N.ha⁻¹, het nie die bemarkbare opbrengs verhoog nie, maar die hoeveelheid groot bolle ten koste van klein bolletjies verhoog (Tabel 1). Alhoewel die bemarkbare opbrengs nie met hoër N-peile verhoog het nie, het die massa onbemarkbare bolle wel toegeneem, hoofsaaklik weens toenames in die aantal dubbel bolle en vrot bolle (Tabel 6). Hassan (1984) het ook gerapporteer dat swaar N bemesting, veral laat in die groeiseisoen, die voorkoms van dubbel bolle verhoog. Die aantal saad bolle het egter afgeneem met toenemende N-peile (Tabel 6). Dit is in ooreenkoms met die resultate van Stuart & Griffin (1946) en Paterson, Blackhurst & Siddiqui (1960) wat ook gevind het dat hoë N-vlakke die voorkoms van blomme verlaag.

Hoë N-peile het die persentasie massaverlies, tydens 'n 6 maande opbergingsperiode, van die grootteklasse groot en medium, sowel as op 'n gemengde monster betekenisvol verhoog (Tabel 7 en 8). Dit ondersteun die bewering van Mengel (1979), dat die kwaliteit van stoororgane deur hoë N-peile verswak word. Die laagste N-peil (N90) het die laagste persentasie massaverlies, -uitloop en -vrot van die totale monster gelewer (Tabel 8).

Alhoewel ander navorsers opbrengs (Batal *et al.*, 1994) en kwaliteit met N-toedieningsmetodes kon manipuleer, het dit in hierdie ondersoek geen noemenswaardige invloed op die opbrengs of kwaliteit van uie gehad nie. 'n Redelike belangrike verskil was egter tussen toedienings 2 en 4 waarneembaar. Met toediening 2 is die meeste N vroeg (binne 4 weke na uitplant) toegedien. Met toedieningsmetode 4 is 60% van die totale N-peil eers tussen 4 en 7 weke na uitplant toegedien. Die later N-toediening het betekenisvol meer bemarkbare medium bolle (Tabel 5) en minder onbemarkbare bolle (Tabel 6) gelewer. Daar was egter slegs 'n geringe opbrengsverhoging van 64,7 tot 68,0

ton.ha⁻¹ gevind. Die laat N-toediening het geneig om massaverlies en die omvang van verrotting tydens opberging nadelig te beïnvloed (Tabel 7).

Uit die eksperiment is dit dus duidelik dat daar gewaak moet word teen die oormatige gebruik van N. Hoë vlakke van N het meer dubbel bolle tot gevolg en verhoog ook die persentasie bolle wat tydens opberging uitloop en vrot word. Aan die ander kant het lae N-vlakke blomvorming gestimuleer en kleiner bolle is verkry. Die optimum N-peil, vir die toestande waaronder die proef uitgevoer is, was ongeveer 115 kg N.ha⁻¹. Voorlopig is die standaard N-toedieningsmetode (toedieningsmetode 1) nog aanvaarbaar vir gebruik.

LITERATUURVERWYSINGS

BATAL, K.M., BONDARI, K., GRANBERRY, D.M. & MULLINIX, B.G., 1994. Effects of source rate and frequency of N application on yield, marketable grades and rot incidence of sweet onion (Granex 33). *J. Hort. Sci.* 69, 1043 - 1051.

BREWSTER, J.L., 1977. The physiology of the onion. Plantation crops. *Horticultural Abstracts*. Volume 47, 103 - 112.

BREWSTER, J.L., 1983. The effects of photoperiod, nitrogen nutrition and temperature on inflorescence initiation and development in onions (*Allium cepa* L.) *Ann. Bot.* 51, 429 - 440.

BREWSTER, J.L. & BUTLER, H.A., 1989. Effects of nitrogen supply on bulb development in onion (*Allium cepa* L.). *J. Exp. Bot.* 40, 1155 - 1162.

HASSAN, M.A., 1984. Effects of frequency of irrigation and fertilizer nitrogen on yield and quality of onions (*Allium cepa* L.) in the arid tropics. *Acta Horticulturae*. 143, 341 - 346.

JACKSON, D.C., 1977. Bemesting van uie. Publikasie E1/1977. Navorsingsinstituut vir Tuinbou, Pretoria.

JOUBERT, T.G. la G., 1975. D.I. Onions - how to grow the crop. No. D. 1/1975 in die series: The cultivation of vegetables in South Africa. Departement van Landbou Tegnieuse Dienste, Pretoria.

MENGEL, K., 1979. Influence of exogenous factors on the quality and chemical composition of vegetables. *Acta Horticulturae*. 93, 133 - 151.

PATERSON, D.R., BLACKHURST, H.T. & SIDDIQUI, S.H., 1960. Some effects of nitrogen and phosphoric acid on premature seedstalk development, yield and composition of three onion varieties. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 76, 460 – 467.

SAS INSTITUTE INC., 1990. SAS user's guide, Version 6, 4th ed. Volume 1 & 2, Cary, NC.

STRYDOM, E., 1965. The effect of transplant size on the occurrence of bolters and split bulbs of onions (*Allium cepa*) *S. Afr. J. Agr. Sci.* 8, 33 – 42.

STUART, N.W. & GRIFFIN, D.M., 1946. The influence of nitrogen nutrition on onion seed production in the green house. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 48, 398 – 402.

AANHANGSEL 1

Tabel 1 Variansie analiese van die bemarkbare opbrengs ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) van uie en ook op die opbrengs ($\text{kg}\cdot 7,8\text{m}^{-2}$) van die bemarkbare grade tydens oes

<i>Bron</i>	<i>Vg</i>	<i>Opbrengs</i> <i>P</i>	<i>Ekstra groot</i> <i>P</i>	<i>Groot</i> <i>P</i>	<i>Medium</i> <i>P</i>	<i>Klein</i> <i>P</i>
N	2	0.0018	0.8936	0.0017	0.0206	0.4394
P	3	0.0001	0.2323	0.0001	0.0001	0.0001
NP	6	0.4666	0.9013	0.1850	0.1008	0.1457
K	3	0.0030	0.4810	0.0001	0.2049	0.0001
NK	6	0.9410	0.8506	0.4123	0.9882	0.0607
PK	9	0.4184	0.7407	0.0063	0.8824	0.0006
NPK	18	0.2945	0.4455	0.2759	0.5973	0.3161
<i>FOUT</i>	45					
<i>KV (%)</i>		15.65	312.59	25.17	22.28	13.17

Tabel 2 Variansie analiese van persentasie onbemarkbare uie en die aantal dubbel-, saad-, vrot- en piekel bolle tydens oes

<i>Bron</i>	<i>Vg</i>	<i>Massa</i> <i>onbemark(%)</i> <i>P</i>	<i>Dubbel bolle</i> <i>P</i>	<i>Saad bolle</i> <i>P</i>	<i>Vrot bolle</i> <i>P</i>	<i>Piekel bolle</i> <i>P</i>
N	2	0.0001	0.0242	0.0263	0.8724	0.0050
P	3	0.0001	0.0001	0.0046	0.0542	0.0001
NP	6	0.6709	0.1198	0.1658	0.5283	0.1927
K	3	0.0905	0.0789	0.1194	0.0129	0.0178
NK	6	0.2434	0.4244	0.5284	0.9013	0.7431
PK	9	0.0052	0.0097	0.3689	0.1299	0.0304
NPK	18	0.0069	0.2320	0.6025	0.2957	0.0058
<i>FOUT</i>	45					
<i>KV (%)</i>		27.46	48.69	228.11	116.17	45.46

Tabel 3 Variansie analiese van persentasie massaverlies en -uitloop van die bemerkbare grade na opberging

<i>Bron</i>	<i>Vg</i>	<i>Persentasie massaverlies</i>			<i>Persentasie uitloop</i>		
		<i>Groot</i>	<i>Medium</i>	<i>Klein</i>	<i>Groot</i>	<i>Medium</i>	<i>Klein</i>
		<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>
N	2	0.6509	0.1752	0.6145	0.0557	0.0027	0.0001
P	3	0.2619	0.8334	0.1137	0.0036	0.0001	0.0002
NP	6	0.7797	0.2573	0.4658	0.3640	0.0001	0.0001
K	3	0.0214	0.0252	0.0084	0.0004	0.0001	0.0001
NK	6	0.7441	0.9827	0.4318	0.6684	0.0670	0.3297
PK	9	0.5727	0.4498	0.8105	0.0102	0.0001	0.0001
NPK	18	0.6445	0.4054	0.1980	0.9271	0.0024	0.0196
FOUT	45						
KV (%)		80.95	76.86	58.83	183.0	116.16	121.56

Tabel 4 Variansie analiese van persentasie vrot van die bemerkbare grade en die persentasie vrot, -uitloop en -massaverlies van die totale monster

<i>Bron</i>	<i>vg</i>	<i>Persentasie vrot</i>			<i>Totale monstere</i>		
		<i>Groot</i>	<i>Medium</i>	<i>Klein</i>	<i>Uitloop(%)</i>	<i>Vrot(%)</i>	<i>Massa- verlies(%)</i>
		<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>
N	2	0.6391	0.6376	0.4507	0.0002	0.9116	0.1962
P	3	0.5333	0.9840	0.8070	0.0001	0.7819	0.6273
NP	6	0.6269	0.3513	0.5364	0.0001	0.4586	0.4026
K	3	0.0780	0.3981	0.0329	0.0001	0.1092	0.0036
NK	6	0.8482	0.8882	0.7147	0.1277	0.8352	0.9019
PK	9	0.7580	0.5238	0.7595	0.0001	0.8333	0.7395
NPK	18	0.4259	0.4165	0.3326	0.0151	0.4039	0.3111
FOUT	45						
KV (%)		189.54	195.27	206.56	96.28	167.66	61.48

AANHANGSEL 2

Tabel 5 Variansie analiese van die bemerkbare opbrengs ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) van uie en ook op die opbrengs ($\text{kg}\cdot 4\text{m}^{-2}$) van die bemerkbare grade tydens oes

<i>Bron</i>	<i>Vg</i>	<i>Opbrengs</i> <i>P</i>	<i>Ekstra groot</i> <i>P</i>	<i>Groot</i> <i>P</i>	<i>Medium</i> <i>P</i>	<i>Klein</i> <i>P</i>
N	2	0.8908	0.1575	0.7229	0.9494	0.3547
P	3	0.0398	0.0564	0.0483	0.0001	0.0073
NP	6	0.6163	0.0845	0.6457	0.8550	0.9833
K	3	0.7416	0.0952	0.2524	0.2297	0.0557
NK	6	0.3675	0.0685	0.6294	0.3795	0.1544
PK	9	0.8922	0.1025	0.5503	0.1048	0.3351
NPK	18	0.5497	0.0754	0.2426	0.5538	0.2499
<i>FOUT</i>	45					
<i>KV (%)</i>		13.91	80.71	23.30	22.17	70.13

Tabel 6 Variansie analiese van persentasie onbemarkbare uie en die aantal dubbel-, saad-, vrot- en piekel bolle tydens oes

<i>Bron</i>	<i>Vg</i>	<i>Massa</i> <i>onbemark(%)</i> <i>P</i>	<i>Dubbel bolle</i> <i>P</i>	<i>Saad bolle</i> <i>P</i>	<i>Vrot bolle</i> <i>P</i>	<i>Piekel bolle</i> <i>P</i>
N	2	0.9708	0.9710	0.3707	0.2986	0.0731
P	3	0.0001	0.0001	0.5774	0.7845	0.4163
NP	6	0.3245	0.3584	0.7004	0.5746	0.4629
K	3	0.0182	0.0287	0.2924	0.3104	0.6570
NK	6	0.0085	0.0357	0.9369	0.6078	0.6883
PK	9	0.1394	0.2996	0.8475	0.2350	0.7164
NPK	18	0.6455	0.6321	0.5174	0.7031	0.1594
<i>FOUT</i>	45					
<i>KV (%)</i>		24.08	29.22	83.32	87.75	78.90

Tabel 7 Variansie analiese van persentasie massaverlies en –uitloop van die bemerkbare grade na opberging

<i>Bron</i>	<i>vg</i>	<i>Persentasie massaverlies</i>		<i>Persentasie uitloop</i>	
		<i>Groot</i>	<i>Medium</i>	<i>Groot</i>	<i>Medium</i>
		<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>
N	2	0.0001	0.0001	0.0008	0.0001
P	3	0.1170	0.1726	0.4026	0.2583
NP	6	0.6204	0.3426	0.5453	0.4319
K	3	0.7527	0.3389	0.8394	0.2922
NK	6	0.6954	0.9981	0.7348	0.9870
PK	9	0.4965	0.6069	0.5441	0.3133
NPK	18	0.9667	0.9008	0.8731	0.8549
FOUT	45				
KV (%)		23.87	29.54	32.61	35.84

Tabel 8 Variansie analiese van persentasie vrot van die bemerkbare grade en die persentasie vrot, -uitloop en –massaverlies van die totale monster

<i>Bron</i>	<i>Vg</i>	<i>Persentasie vrot</i>			<i>Totale monster</i>	
		<i>Groot</i>	<i>Medium</i>	<i>Uitloop(%)</i>	<i>Vrot(%)</i>	<i>Massaverlies(%)</i>
		<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>
N	2	0.0437	0.2283	0.0003	0.0274	0.0001
P	3	0.2039	0.7118	0.7797	0.9486	0.0864
NP	6	0.7163	0.5197	0.5857	0.5377	0.4091
K	3	0.8102	0.1281	0.4453	0.5063	0.6237
NK	6	0.2507	0.9130	0.5830	0.7309	0.9100
PK	9	0.8768	0.9640	0.4568	0.5401	0.5347
NPK	18	0.4459	0.3328	0.7706	0.8264	0.9612
FOUT	45					
KV (%)		68.29	102.33	34.25	54.15	23.33

AANHANGSEL 3

Tabel 9 Variansie analiese van die bemerkbare opbrengs ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) van uie en ook op die opbrengs ($\text{kg}\cdot 4\text{m}^{-2}$) van die bemerkbare grade tydens oes

<i>Bron</i>	<i>Vg</i>	<i>Opbrengs</i>	<i>Ekstra groot</i>	<i>Groot</i>	<i>Medium</i>	<i>Klein</i>
		<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>
N	2	0.0089	0.3674	0.0742	0.0121	0.2641
P	3	0.0004	0.0102	0.0001	0.4485	0.0019
NP	6	0.4976	0.1789	0.4964	0.5419	0.7838
K	3	0.4439	0.3071	0.4223	0.8328	0.3444
NK	6	0.1455	0.0569	0.1633	0.3659	0.3260
PK	9	0.3399	0.8596	0.7089	0.3119	0.5467
NPK	18	0.2267	0.0237	0.2497	0.8739	0.8820
FOUT	45					
KV (%)		12.60	129.60	31.91	13.15	47.35

Tabel 10 Variansie analiese van persentasie onbemarkbare uie en die aantal dubbel-, saad-, vrot- en piekel bolle tydens oes

<i>Bron</i>	<i>Vg</i>	<i>Massa</i>	<i>Dubbel bolle</i>	<i>Saad bolle</i>	<i>Vrot bolle</i>	<i>Piekel bolle</i>
		<i>onbemark(%)</i>				
		<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>
N	2	0.0023	0.2120	0.4225	0.0038	0.7840
P	3	0.8318	0.0001	0.5726	0.0114	0.0629
NP	6	0.2216	0.2165	0.8275	0.4731	0.2912
K	3	0.2509	0.1829	0.5726	0.3878	0.9069
NK	6	0.5333	0.5767	0.5779	0.1975	0.0773
PK	9	0.9902	0.4785	0.0658	0.9891	0.4782
NPK	18	0.0830	0.0621	0.8472	0.0709	0.8449
FOUT	45					
KV (%)		34.17	62.55	195.96	39.78	87.73

Tabel 11 Variansie analiese van persentasie massaverlies en -uitloop van die bemarkbare grade na opberging

<i>Bron</i>	<i>vg</i>	<i>Persentasie massaverlies</i>		<i>Persentasie uitloop</i>	
		<i>Groot</i>	<i>Medium</i>	<i>Groot</i>	<i>Medium</i>
		<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>
N	2	0.4348	0.0447	0.7766	0.0012
P	3	0.2652	0.4338	0.4115	0.4657
NP	6	0.7014	0.2220	0.2869	0.5347
K	3	0.7818	0.6892	0.8216	0.6107
NK	6	0.8076	0.7093	0.0263	0.8649
PK	9	0.0688	0.7620	0.3062	0.9043
NPK	18	0.4101	0.4633	0.3631	0.6762
FOUT	45				
KV (%)		24.47	19.12	45.40	33.36

Tabel 12 Variansie analiese van persentasie vrot van die bemarkbare grade en die persentasie vrot, -uitloop en -massaverlies van die totale monster

<i>Bron</i>	<i>Vg</i>	<i>Persentasie vrot</i>			<i>Totale monster</i>	
		<i>Groot</i>	<i>Medium</i>	<i>Uitloop(%)</i>	<i>Vrot(%)</i>	<i>Massaverlies(%)</i>
		<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>
N	2	0.6052	0.5590	0.1437	0.2920	0.1277
P	3	0.7571	0.0661	0.2401	0.0723	0.3670
NP	6	0.6609	0.7541	0.3607	0.7866	0.5495
K	3	0.2386	0.4420	0.3325	0.7140	0.8214
NK	6	0.6356	0.9615	0.8139	0.8766	0.7712
PK	9	0.4777	0.6786	0.6529	0.9823	0.2188
NPK	18	0.7285	0.6310	0.9380	0.2490	0.8984
FOUT	45					
KV (%)		52.34	41.58	34.20	29.72	17.65

AANHANGSEL 4

Tabel 13 Variansie analiese van die bemerkbare opbrengs ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) van uie en ook op die opbrengs ($\text{kg}\cdot\text{6m}^{-2}$) van die bemerkbare grade tydens oes

<i>Bron</i>	<i>Vg</i>	<i>Opbrengs</i> <i>P</i>	<i>Ekstra groot</i> <i>P</i>	<i>Groot</i> <i>P</i>	<i>Medium</i> <i>P</i>	<i>Klein</i> <i>P</i>
N-peil	3	0.3021	0.0154	0.0031	0.0011	0.0032
Toedien	3	0.2188	0.5748	0.8452	0.0147	0.9804
Peil*Toedien	9	0.4913	0.0693	0.1728	0.7635	0.3575
FOUT	32					
KV (%)		9.61	56.44	14.64	14.94	39.65

Tabel 14 Variansie analiese van persentasie onbemarkbare uie en die aantal dubbel-, saad-, vrot- en piekel bolle tydens oes

<i>Bron</i>	<i>Vg</i>	<i>Massa</i> <i>onbemark(%)</i> <i>P</i>	<i>Dubbel bolle</i> <i>P</i>	<i>Saad bolle</i> <i>P</i>	<i>Vrot bolle</i> <i>P</i>	<i>Piekel bolle</i> <i>P</i>
N-peil	3	0.0068	0.0001	0.0001	0.1926	0.2702
Toedien	3	0.1669	0.2568	0.6423	0.4068	0.6723
Peil*Toedien	9	0.5315	0.6619	0.1210	0.8822	0.7275
FOUT	32					
KV (%)		17.39	22.12	41.13	107.33	84.10

Tabel 15 Variansie analiese van persentasie massaverlies en -uitloop van die bemarkbare grade na opberging

<i>Bron</i>	<i>vg</i>	<i>Persentasie massaverlies</i>		<i>Persentasie uitloop</i>	
		<i>Groot</i>	<i>Medium</i>	<i>Groot</i>	<i>Medium</i>
		<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>
N-peil	3	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Toedien	3	0.6025	0.8841	0.1050	0.7926
Peil*Toedien	9	0.9584	0.1659	0.6379	0.3565
<i>FOUT</i>	32				
<i>KV (%)</i>		<i>19.23</i>	<i>25.57</i>	<i>22.48</i>	<i>34.61</i>

Tabel 16 Variansie analiese van persentasie vrot van die bemarkbare grade en die persentasie vrot, -uitloop en -massaverlies van die totale monster

<i>Bron</i>	<i>vg</i>	<i>Persentasie vrot</i>			<i>Totale monster</i>	
		<i>Groot</i>	<i>Medium</i>	<i>Uitloop(%)</i>	<i>Vrot(%)</i>	<i>Massaverlies(%)</i>
		<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>
N-peil	3	0.1075	0.1980	0.0001	0.1019	0.0001
Toedien	3	0.7313	0.4382	0.5667	0.5713	0.9354
Peil*Toedien	9	0.7749	0.9759	0.3963	0.8982	0.7407
<i>FOUT</i>	32					
<i>KV (%)</i>		<i>64.81</i>	<i>108.84</i>	<i>27.88</i>	<i>79.46</i>	<i>18.82</i>