

**DIE INVLOED VAN BEMESTING EN LOWERBESTUUR OP DIE
KALIUMINHOUD EN pH VAN CABERNET SAP EN WYN**

G.P. ENGELBRECHT

**Tesis ingelewer ter gedeeltelike voldoening
aan die vereistes vir die graad van
MAGISTER IN NATUURWETENSKAPPE IN LANDBOU
aan die Universiteit van Stellenbosch**



**STUDIELEIERS: MNR. D. SAAYMAN
 PROF. M. FEY**

**STELLENBOSCH
Maart 2002**

VERKLARING

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

OPSOMMING

In 'n poging om die pH van sap en wyn te verlaag, is die effek van verskillende bemesting- en lowerbestuursfaktore in 'n veldproef geëvalueer. Bemesting het bestaan uit geen, CaSO_4 , Ca(OH)_2 en MgSO_4 toediennings. Lowerbestuur was: suier tot twee lote per draer, tip, vertikale lootpositionering, verwydering van sylote en geel blare in trossone (Lower 1); suier tot drie lote per draer, top en vertikale lootpositionering (Lower 2); top en vertikale lootpositionering met geen suier nie (Lower 3). Die veldproef is op twee plase n.l. Meerlus en Kersfontein, in die Paardeberg omgewing uitgevoer. Die wingerd by Meerlus was Cabernet franc/R99 met 'n hoë lowerdigtheid en goeie wortelverspreiding, wat op 'n sandleemgrond van graniet oorsprong met 'n lae ondergrond-pH en hoë K-inhoud gevestig is. Die wingerd by Kersfontein het bestaan uit Cabernet Sauvignon/101-14 Mgt met 'n laer lowerdigtheid en swakker wortelverspreiding, wat op 'n sandleemgrond van graniet oorsprong met 'n deurgaans lae grond-pH en baie hoë K-inhoud gevestig is.

Bemesting het geen betekenisvolle invloed op die K-inhoud van sap en wyn gehad nie. By Meerlus het Ca- en Mg-bemesting egter die pH van sap betekenisvol verlaag. In teenstelling hiermee het Mg-bemesting die sap-pH by Kersfontein betekenisvol verhoog. Bemesting het verder geen betekenisvolle invloed op die pH van wyn gehad nie. Lower 3 het die K-inhoud van sap by Meerlus betekenisvol verlaag in vergelyking met Lower 1 en Lower 2. By Kersfontein was die K-inhoud van sap by Lower 1 betekenisvol laer as by Lower 2 en Lower 3. Teenoor Lower 1 en Lower 3 het Lower 2 'n betekenisvol hoër sap-pH by Meerlus tot gevolg gehad. Lowerbehandelings het egter geen betekenisvolle invloed op die pH van wyn gehad nie.

Die moontlikheid bestaan dus om die sap-pH van Cabernet franc/R99 op granietgrond betekenisvol m.b.v. Ca- en Mg-bemesting te verlaag. Aangesien Ca(OH)_2 - en MgSO_4 -

bemesting die rypheidsgraad van Cabernet Sauvignon/101-14 Mgt se druiwe betekenisvol verhoog het, was dit onmoontlik om die effek van bemesting op sap-pH by Kersfontein te evalueer. Die algemene verskynsel dat 'n hoë lowerdigtheid tot hoë pH's in sap en wyn lei, is nie in die proef ondervind nie. Die lae lowerdigtheid van die kontrole persele en die verskil in rypheidsgraad tussen lowerbehandelings kan moontlik as rede hiervoor aangevoer word.

SUMMARY

In an attempt to reduce the pH of juice and wine, different fertiliser applications and canopy management practices were evaluated in a field trial. Fertiliser treatments consisted of no, CaSO_4 , Ca(OH)_2 , and MgSO_4 fertilisation. Canopy management was as follows: suckering (leaving only two shoots per bearer), tipping, vertical shoot positioning and removal of lateral shoots and yellow leaves in the bunch zone (Canopy 1); suckering (leaving three shoots per bearer), vertical shoot positioning as well as topping (Canopy 2); vertical shoot positioning and topping (Canopy 3). The field trial was conducted in the Paardeberg region on the farms Meerlus and Kersfontein. The vineyard at Meerlus was Cabernet franc/R99 with a high canopy density and a good root distribution, established on a sandy loam soil of granite origin, with a low subsoil pH and a high K content. The vineyard at Kersfontein was Cabernet Sauvignon/101-14 Mgt with a lower canopy density and a less extensive root distribution, also established on a sandy loam soil of granite origin, but with a low top- and subsoil pH and a higher K content.

Fertilisation had no significant influence on the K content of juice and wine. Fertilisation with Ca and Mg reduced the pH of juice significantly in the case of Meerlus. In contrast, Mg fertilisation increased the pH of juice significantly at Kersfontein. Lastly, fertilisation had no significant effect on the pH of the wine. The K content of the juice at Meerlus was significantly reduced by Canopy 3 in comparison with Canopy 1 and 2. However, in contrast with Canopy 1 and 3, Canopy 2 significantly increased the pH of juice at Meerlus. The K content of the juice at Kersfontein was significantly reduced by Canopy 1, compared to Canopy 2 and 3, with no significant effect on the pH of the juice. Canopy management had no significant effect on wine pH.

It appears to be possible to reduce the pH of juice in the case of Cabernet franc/99R, situated on granite soils, by means of Ca and Mg fertilisation. Because Ca(OH)_2 and MgSO_4 fertilisation increased the maturity of Cabernet Sauvignon/101-14 Mgt grapes, it was impossible to evaluate the effect of fertilisation on the pH of juice at Kersfontein. The general phenomenon that a high canopy density results in a high pH of juice and wine, was not observed in this field trial. The possible reasons for this were the low canopy density of the control plots, as well as the difference in maturity between canopy management treatments.

DANKBETUIGINGS

Ek wil graag my dank en waardering uitspreek teenoor die volgende persone:

- **Mnr Saayman, as studieleier, vir sy leiding en waardevolle insette.**
- **Prof. Fey, vir sy bereidwilligheid om op kort kennisgewing as studieleier op te tree.**
- **Mnr. Ellis, vir al die waardevolle insette wat hy gelewer het.**
- **Willem de Clerq, vir sy waardevolle raad gedurende my navorsing.**
- **Prof. Archer, vir al sy leiding met my veldproewe.**
- **Matt Gordon, vir al die analyses.**
- **Nathmie Latief, vir sy harde werk in die veld en laboratorium.**
- **My vrou, Louise, vir al haar ondersteuning en opofferings tydens my studies.**
- **My ouers en skoonouers, vir al hul ondersteuning en motivering gedurende my studies.**

INHOUDSOPGAWE

VERKLARING	i
OPSOMMING	ii
SUMMARY	iv
DANKBETUIGINGS	vi
1. INLEIDING	1
2. LITERATUUROORSIG	3
2.1 INLEIDING	3
2.2 DIE ROL VAN KALIUM IN DIE FISIOLOGIE VAN DIE WINGERD- STOK	3
2.2.1 Fotosintese	4
2.2.2 Meristematiese groei	4
2.2.3 Waterstatus van die plant	5
2.2.4 Aktivering van ensieme	5
2.2.5 Translokasie van assimilate	6
2.2.6 Algemeen	6
2.3 DIE OPNAME EN TRANSLOKASIE VAN KALIUM	7
2.3.1 Die opname van kalium deur plantwortels	7
2.3.2 Die translokasie van kalium in die plant	10
2.4 DIE VERWANTSKAP TUSSEN KALIUM EN pH	13
2.5 DIE INVLOED VAN BEMESTING OP DIE pH VAN SAP EN WYN	14
2.5.1 Stikstofbemesting	15

2.5.2	Fosfaatbemesting	16
2.5.3	Kaliumbemesting	16
2.5.4	Kalsiumbemesting	19
2.5.5	Magnesiumbemesting	21
2.6	DIE INVLOED VAN LOWERBESTUUR OP DIE pH VAN SAP EN WYN	22
2.6.1	Lootuitdunning	24
2.6.2	Tip en Top	24
2.6.3	Blaaruitdunning	25
2.6.4	Sylootverwydering	26
2.6.5	Lootposisionering	27
2.6.6	Kombinasies	27
2.7	SAMEVATTING	28
3.	DIE INVLOED VAN BEMESTING EN LOWERBESTUUR OP DIE PRESTASIE VAN VITIS VINIFERA L. CVS. CABERNET SAUVIGNON EN CABERNET FRANC	30
3.1	UITTREKSEL	30
3.2	INLEIDING	31
3.3	MATERIAAL EN METODEDES	31
3.3.1	Eksperimentele uitleg	31
3.3.2	Behandelings	32
3.3.3	Monsterneming	34
3.3.3.1	Grondmonsters	34
3.3.3.2	Plantmonsters	35
3.3.3.3	Lowermetings	35
3.3.4	Statistiese Analise	36
3.4	RESULTATE EN BESPREKINGS	36

3.4.1	Bemesting	36
3.4.1.1	Grondreaksie	36
3.4.1.2	Wingerdprestasie	42
3.4.2	Lowerbestuur	51
3.5	GEVOLGTREKKINGS	54
4.	DIE INVLOED VAN BEMESTING EN LOWERBESTUUR OP DIE KWALITEIT VAN SAP EN WYN VAN <i>VITIS VINIFERA</i> L. CVS. CABERNET SAUVIGNON EN CABERNET FRANC	56
4.1	UITTREKSEL	56
4.2	INLEIDING	57
4.3	MATERIAAL EN METODEDES	58
4.3.1	Plantmonsters	58
4.3.2	Statistiese analise	58
4.4	RESULTATE EN BESPREGINGS	59
4.4.1	Bemesting	61
4.4.2	Lowerbestuur	73
4.5	GEVOLGTREKKINGS	77
5.	GEVOLGTREKKING	79
6.	VERWYSINGS	81
7.	BYLAES	95
A	Proefuitleg op Meerlus	96
B	Proefuitleg op Kersfontein	97
C	Rou data soos ingesamel tydens navorsing	98

1 INLEIDING

Volgens Boulton (1980a) is pH 'n belangrike maatstaf vir die suurheid van sap en wyn. Hiermee saam is pH ook een van die belangrikste faktore wat die kwaliteit van sap en wyn bepaal (Boulton, 1980a). Reg oor die wêreld in warm en koue wynboustreke word daar egter in die laaste twee dekades 'n probleem met te hoë pH's van wyne ondervind (Ruhl, Fuda & Treeby, 1992; Jackson & Lombard, 1993; Etourneaud, 1996; Daverede & Garcia, 2000).

In die Wes-Kaap word die probleem veral op gronde van graniet oorsprong ondervind (A. Teubes, K.W.V., Paarl, RSA, persoonlike mededeling, 1998). Wooldridge (1985) het met Italiaanse raaigras op granietgronde 'n luukse K-verbruik ondervind, wat tot abnormale hoë vlakke van K in die weefsel van die plante gelei het. Aangesien hoë vlakke van K in die sap en wyn moontlik tot hoë sap- en wyn-pH's kan lei (Boulton, 1980a), kan hoë wyn-pH's tot 'n mate op granietgronde verwag word.

Nadele verbonde aan hoë pH's van wyne is dat dit die relatiewe aktiwiteit van ongewenste bakterieë in wyn verhoog, die kleurintensiteit van rooiwyne verlaag, die vry SO₂ inhoud van wyne verlaag en die vermoë van wyne om te verouder beperk (Jackson & Lombard, 1993). Volgens Somers (1971) en Champagnol (1994) sal die pH van wyn ook die kleurstabiliteit en organoleptiese genot daarvan bepaal. Wyne met 'n hoë pH is ook baie meer vatbaar vir oksidasie en biologiese bederf (Somers, 1977). Die pH van wyn speel ook 'n belangrike rol in die mate waartoe kaliumbitartraat presipitasie plaasvind (Berg & Keefer, 1958).

Reg oor die wêreld word daar dus gepoog om die pH's van wyne tot meer aanvaarbare vlakke te verlaag (Etourneaud, 1996; Daverede & Garcia, 2000). Vanuit 'n kwaliteit oogpunt is wynekundige oplossings nie altyd gewens nie en daar word dus gepoog om 'n oplossing in die wingerd te vind. Die verband wat bestaan tussen die graad van uitruiling (GVU) en pH

van sap en wyn bied 'n moontlike oplossing vir die probleem. Hierdeur kan die pH van sap en wyn moontlik verlaag word deur die GVU, waarvan K 'n deel uitmaak, te verlaag. Die graad van uitruiling word as volg gedefinieer: $\text{graad van uitruiling} = \frac{[K] + [Na]}{[H]_T + [K] + [Na]}$, waar $[K]$ en $[Na]$ die konsentrasie is van K en Na in sap of wyn, uitgedruk in mol dm^{-3} ; $[H]_T$ die titreerbare H (tot by pH 7) in sap of wyn is, uitgedruk in mol dm^{-3} ; $[H]_T + [K] + [Na]$ die totale suurheid is (Boulton, 1980a).

Volgens Boulton (1980a) word die pH van sap en wyn egter nie net deur die GVU, maar ook deur die balans tussen wynsteensuur (WSS) en appelsuur (AS) bepaal. Kalium en Na gaan die selle van korrels binne d.m.v. 'n direkte uitruiling vir H afkomstig van organiese sure (Boulton, 1980b). Die opname daarvan sal 'n hoër GVU en sodoende ook 'n hoër pH veroorsaak, indien die totale suurheid en die WSS:AS verhouding konstant bly (Boulton, 1980a). Dit is dus teoreties moontlik om 'n laer pH in sap en wyn te bewerkstellig deur die opname van K en Na in die korrels te beperk. Aangesien die meganisme waarvolgens K deur korrelselle opgeneem word 'n voorkeur vir K bo Na toon (Boulton, 1980a), sal daar in hierdie ondersoek hoofsaaklik op die manipulasie van die K-konsentrasie van sap en wyn gekonsentreer word.

Relevante literatuur wat handel oor K en die pH van sap en wyn sal in die volgende hoofstuk bespreek word. Daarna word die resultate van 'n veldproef in die Paardeberg omgewing op Cabernet Sauvignon/101-14 Mgt en Cabernet franc/99R wat op granietgronde gevestig is, bespreek. Eerstens sal die effek van verskillende bemesting- en lowerbestuursfaktore op wingerdprestasie bespreek word, waarna 'n bespreking volg oor die effek van die behandelings op sap- en wynkwaliteit. In die besprekings sal die moontlikheid dus ondersoek word om d.m.v. verskillende bemesting- en lowerbestuursfaktore die pH van sap en wyn te verlaag.

2 LITERATUUROORSIG

2.1 INLEIDING

Kalium (K) is vir meer as 100 jaar al bekend as 'n essensiële element vir plante (Winkler *et al.*, 1974) en word as die belangrikste metaalkatoom vir die wingerdstok beskou (Bouard & Pouget, 1971, soos in Saayman, 1981, gerapporteer). Daar is egter klaarblyklik 'n verband tussen die K-inhoud en pH van sap en wyn (Rankine *et al.*, 1971; Somers, 1977; Boulton, 1980a; Boulton, 1980b; Boulton, 1980c; Champagnol, 1994). Alhoewel Boulton (1980a) nie 'n direkte verband tussen die K-inhoud en pH van sap en wyn bevind het nie, kan die pH van sap en wyn moontlik verlaag word deur die K-inhoud van druiwe te verlaag.

In hierdie literatuuroorsig word die moontlike effek van bemesting en lowerbestuur op die K-inhoud en pH van sap en wyn geëvalueer. Daar word gekyk na die moontlike rol wat K in die fisiologie van die wingerdstok speel, asook na die opname en translokasie van K deur plante. Die moontlike verband tussen die K-inhoud en pH van sap en wyn word ook verder ondersoek.

2.2 DIE ROL VAN KALIUM IN DIE FISIOLOGIE VAN DIE WINGERDSTOK

Kalium maak nie deel uit van enige organiese komponente nie (Bouard & Pouget, 1971, soos in Saayman, 1981, gerapporteer), maar speel 'n belangrike rol in biochemiese, fisiologiese en biofisiese prosesse in die plant (Lindhauer, 1985). Volgens Clarkson & Hanson (1980) het K, wat baie mobiel in die plant is, hoofsaaklik die volgende drie funksies in die plant :

- K is die kation wat by voorkeur vir die neutralisering van lading gebruik word.
- K is die aktiveerder van baie ensieme.
- K is die belangrikste anorganiese osmotiese aktiewe substans in nie-soutliewende plante

Hierdie drie funksies is gedeeltelik met mekaar verbind en vorm deel van belangrike

prosesse in die plant (Lindhauer, 1985).

2.2.1 Fotosintese

Kalium het nie 'n direkte invloed op die omskakeling van sonligenergie na chemiese energie nie, maar bevorder die sintese van ensieme betrokke by fotosintese (Mengel & Kirkby, 1987a). Kalium verlaag ook die weerstand van huidmondjies en mesofilselle teen CO_2 diffusie en is die basis van 'n hoë fotosintese tempo. Optimale K voeding in die plant sal dus die potensiaal van die plant om te fotosinteer, bevorder (Lindhauer, 1985).

2.2.2 Meristematiese groei

Volgens Lindhauer (1985) is een van die belangrike funksies van K in die plant die neutralisasie van lading. Die adenosientrifosfatase ensiem (ATP-ase) in die plasmalemma van meristematiese selle split H_2O in OH en H m.b.v. ATP (Mengel, 1985). Die H word in die apoplast gestort, terwyl die OH in die sitoplasma na appelsuur omgesit word (Smith & Raven, 1979). Die versuring van die apoplast is egter 'n voorvereiste vir meristematiese groei (Mengel, 1985) en word deur die aanwesigheid van K bevorder (Marrè, 1979). Volgens Mengel (1985) word K deur die negatief gelaaiete sel aangetrek en beweeg dit vanuit die apoplast na die sitoplasma. Sodoende verlaag K die elektropotensiaal tussen die sitoplasma en die apoplast wat die uitskeiding van H bevorder. Ander katione soos Na, Mg en Ca kan dieselfde effek op die uitskeiding van H hê, maar aangesien dit in laer hoeveelhede deur die plant opgeneem word, is dit egter minder effektief.

Delmas (1971), soos in Etourneaud (1996) gerapporteer, het bevind dat 'n toename in K-voeding beide loot- en wortelgroei betekenisvol verhoog. Dit stem ooreen met navorsing deur Conradie & Saayman (1989a) wat toon dat K-bemesting 'n betekenisvolle verhoging in lootmassa veroorsaak. Die moontlikheid bestaan dat die positiewe effek wat K op meristematiese groei het, een van die redes is waarom K-bemesting loot- en wortelgroei kan bevorder.

2.2.3 Waterstatus van die plant

Die opname van K deur die selle en die sintese van organiese anione in die selle dien as osmoties aktiewe opgeloste stowwe (osmotika) wat die waterstatus van die plant kan beïnvloed. Die akkumulاسie van osmotika in die selle sal die waterpotensiaal in die selle verlaag, wat die opname van water deur die wortels en retensie van water deur die blare bevorder (Mengel, 1985). Aangesien K die wortelgroei van wingerd bevorder (Delmas, 1971, soos in Etourneaud, 1996, gerapporteer), kan dit ook die grondvolume wat deur die plant benut word vergroot en sodoende die opname van water bevorder (Lindhauer, 1985). Voldoende K in plante sal ook die verlies van water deur transpirasie beperk. Voldoende K sal dus die ekonomiese gebruik (Mengel, 1985) en opname van water bevorder (Lindhauer, 1985).

2.2.4 Aktivering van ensieme

Mengel (1977), soos deur Lindhauer (1985) gerapporteer, het bevind dat meer as 60 ensieme wat by plantmetabolisme betrokke is, K vir aktivering benodig. Ammonium (NH_4) en Rb kan ook in sekere gevalle as aktiveerders dien, maar hierdie ione is egter toksies vir plante in die konsentrasies wat vir hierdie aktiwiteit benodig word (Mengel & Kirkby, 1987a).

Daar is bevind dat die aktiwiteit van die ensiem nitraatreduktase, wat verantwoordelik is vir die reduksie van nitraat na nitriet, nadelig deur 'n lae K-status van plante beïnvloed word. Dit is egter nie 'n direkte effek van lae K-voeding nie, maar eerder a.g.v. 'n tekort aan energie (Mengel & Kirkby, 1987a).

Volgens Smart (1987) toon ongepubliseerde data van Smart, Smith & Smith ook daarop dat 'n verlaging in die aktiwiteit van nitraatreduktase a.g.v. oorskaduwing, tot die akkumulاسie van K in die lower van wingerd kan lei. Die akkumulاسie van K in die lower kan dan tot 'n verhoging in die K-inhoud en pH van druiwe lei.

2.2.5 Translokasie van assimilate

Volgens Lang (1983) word sukrose in die floëem van plante vervoer deur 'n turgorgradiënt wat deur K veroorsaak word. Dit stem ooreen met bevindings dat K die translokasie van assimilate in die plant bevorder (Mengel & Kirkby, 1987a). Volgens Etourneaud (1996) is die rol wat K in die vervoer van suikers speel, die rede waarom korrels van *Vitis vinifera* 'n hoë K konsentrasie besit.

2.2.6 Algemeen

Een van die belangrike funksies van K in die plant is die neutralisering van lading (Clarkson & Hanson, 1980). Volgens Iland & Coombe (1988) neutraliseer K die lading van anorganiese en organiese anione in die doppe van druiwekorrels. Die rol van K in die vlesige gedeelte van korrels is egter onbekend (Iland & Coombe, 1988).

Etourneaud (1996) het egter bevind dat K wynsteensuur (WSS) in die korrel kan versout om sodoende kaliumbitartraat en dikaliumtartraat te vorm. Dit stem ooreen met navorsing deur Boulton (1980b) wat ook bevind het dat K organiese sure in die korrel kan versout. Volgens hierdie outeur gaan K die selle van korrels binne deur 'n direkte uitruiling vir H afkomstig van organiese sure. Deur middel van die uitruiling tussen K en H word die organiese sure in die korrel dus versout. Hierdie versouting van organiese sure in die korrels kan 'n moontlike verhoging in sap en wyn pH bewerkstellig, wat sodoende 'n nadelige invloed op die kwaliteit van sap en wyn kan hê.

Etourneaud (1996) het ook bevind dat K 'n invloed op appelsuursintese het. Volgens die outeur sal 'n laakse K-voeding appelsuursintese (AS-sintese) stimuleer. Dit stem ooreen met die resultate van verskeie outeurs wat bevind het dat verhoogde K-voeding die AS-inhoud van sap en wyn kan verhoog (Conradie & Saayman, 1989b; Ruhl, 1989; Ruhl *et al.*, 1992). In teenstelling hiermee het Hale (1977) egter geen verband tussen K-voeding en AS-sintese gevind nie. Volgens die outeur sal 'n hoë K-konsentrasie in die korrel wel die degradasie van

AS beperk en sodoende die AS-inhoud van korrels verhoog. Die vermoë van verskillende wingerdkultivars om AS te sintetiseer, verskil egter van mekaar en daarom sal kultivars verskillend op K-bemesting reageer (Etourneaud, 1996).

Volgens Etourneaud (1996) het K 'n minimale effek op die wynsteensuurinhoud van druive. Champagnol (1994) het bevind dat K-bemesting die WSS-inhoud van korrels kan verlaag, verhoog of geen verandering veroorsaak nie, afhangende van die kultivar. Die spesifieke meganismes wat verantwoordelik is vir die invloed van K op die WSS-inhoud van druive, is egter nog onduidelik.

Alhoewel K dus 'n baie belangrike rol in die fisiologie van die wingerdstok vervul, kan 'n te hoë akkumulاسie van die kation in druive 'n nadelige invloed op die kwaliteit van sap en wyn bewerkstellig.

2.3 DIE OPNAME EN TRANSLOKASIE VAN KALIUM

Een van die hoof eienskappe van K is die hoë tempo waarteen dit deur plantweefsel opgeneem kan word. Dit word hoofsaaklik toegeskryf aan die hoë deurlaatbaarheid wat plantmembrane teenoor K besit (Mengel & Kirkby, 1987b). Kalium kan egter beide aktief en passief deur plantselle opgeneem word (Mengel & Kirkby, 1987b; Maathuis & Sanders, 1996).

2.3.1 Die opname van kalium deur plantwortels

Die wortelstelsel van die wingerdstok, met sy groot absorberende oppervlakte en 'n opname periode van ongeveer sewe maande, is by uitstek aangepas vir die opname van voedingstowwe (Winkler *et al.*, 1974). As gevolg van die relatiewe hoë K-behoefte van wingerd (3 kg ton⁻¹ produksie) moet groot hoeveelhede K gedurende die seisoen, deur wingerdwortels opgeneem word (Conradie, 1997).

Volgens Mengel (1985) word K hoofsaaklik gedurende die vegetatiewe groeistadium en tot 'n mindere mate gedurende die reprodktiewe groeistadium van plante opgeneem. Navorsing deur Conradie (1981) op Chenin blanc/99R in 'n sandkultuur, toon dat die opname van K vanaf drie weke na bot tot vier tot vyf weke na oes plaasvind. Die akkumulاسie van K in die wingerdstok toon 'n stelselmatige toename met 'n afname in die tempo van opname net voor oes. Amirdzanov (1970), soos in Conradie (1981) gerapporteer, het bevind dat die absorpsiesiklus van K twee absorpsie pieke toon, een in die begin en een aan die einde van druif ontwikkeling.

Kalium in die grondoplossing kan d.m.v. 'n aktiewe of 'n passiewe proses deur plantwortels opgeneem word (Mengel & Kirkby, 1987b; Ruhl, 1992; Maathuis & Sanders, 1996). Volgens Maathuis & Sanders (1996) bepaal die K-konsentrasie in die grondoplossing, wat direk in kontak met die plantwortels is, of K aktief of passief deur plantwortels opgeneem word. 'n K-konsentrasie van tussen 0.3-1 mmol dm⁻³ word as grenswaarde beskou (Maathuis & Sanders, 1996). Aktiewe opname is dominant by laer konsentrasies, terwyl passiewe opname dominant by hoër konsentrasies is. Hierdie grenswaardes vergelyk goed met die resultate van Ruhl (1992) vir twee onderstokkultivars. Hierdie outeur stel voor dat aktiewe opname van K onder 0.5 mmol dm⁻³ en passiewe opname bo 1 mmol dm⁻³ dominant sal wees.

Volgens Asher & Ozanne (1963) is die K-konsentrasie in die grondoplossing van 'n wye verskeidenheid gronde tussen 0.05-10 mmol dm⁻³. Die opname van K deur plantwortels, tesame met die beperkte mobiliteit van K in die grond, kan egter 'n uitputtingsone rondom die worteloppervlakte vorm (Maathuis & Sanders, 1996). Die K-konsentrasie in die uitputtingsone kan 30-45% laer wees as die K-konsentrasie in die res van die grondoplossing, indien laasgenoemde tussen 0.5-1 mmol dm⁻³ is (Drew & Nye, 1969). Met laer K-konsentrasies in die grondoplossing kan die afname so veel as 50% wees (Newman *et al.*, 1987). Die groter van die afname sal egter afhang van die diffusiekoëffisiënt van K in

die grond, die tipe grond en die absorpsie van K deur die wortels (Drew & Nye, 1969). As gevolg van die vorming van 'n uitputtingsone rondom wortels, neem plante in die meeste gronde K in die mikromolêre gebied op (Maathuis & Sanders, 1996).

Daar bestaan verskillende teorieë omtrent die meganisme waarvolgens K aktief deur plantwortels opgeneem kan word. Volgens Boulton (1980b) word monovalente katione by wingerd m.b.v. die ATP-ase ensiem aktief opgeneem. Die ensiem het egter 'n voorkeur vir K bo ander monovalente katione. Volgens hierdie outeur is die ensiem membraangebonde en kom in die plasmalemma van wortel-, blaar- en korrelselle voor. Die ATP-ase ensiem ruil gevolglik drie protone vir drie monovalente katione uit, vir elke mol ATP wat gehidroliseer word (Boulton, 1980b).

Maathuis & Sanders (1996) stel 'n aktiewe opname van K by plante voor wat 'n hoë affiniteit vir K het. Hierdie outeurs het by koring en *Arabidopsis thaliana* bewys dat die hoë affiniteit K-opname saam met H, op 'n een tot een verhouding plaasvind (K/H-simport). Hierdie K/H-simport word aangedryf deur 'n trans-membraan protongradiënt wat deur ATP-ase bewerkstellig word. Die protongradiënt word deur ATP-ase in die plasmalemma bewerkstellig deur H uit die sel uit te pomp (protonpomp), met ATP as energiebron (Mengel & Kirkby, 1987b).

Kalium kan ook passief deur plantwortels opgeneem word (Mengel & Kirkby, 1987b; Maathuis & Sanders, 1996; Ruhl, 1992). Volgens Mengel & Kirkby (1987b) besit alle lewende plantselle 'n negatiewe lading. Katione soos K word deur die negatiewe lading aangetrek en kan moontlik die plantselle binnedring, om sodoende die membraanpotensiaal te neutraliseer. Volgens Maathuis & Sanders (1996) sal K die plantselle m.b.v. K-selektiewe ionkanale binnedring. Die ionkanale is deur hierdie outeurs by *Arabidopsis thaliana* geïdentifiseer. Die passiewe opname van K besit egter 'n lae affiniteit vir K bo ander katione.

Onderstokkultivars van wingerd verskil in hul vermoë om onder verskillende toestande K op te neem (Ruhl, 1992). Freedom toon slegs onder toestande van passiewe K-opname 'n hoër totale K-opname as 140 Ruggeri. Die verskil in totale K-opname tussen hierdie onderstokkultivars word aan 'n meer effektiewe meganisme by 140 Ruggeri toegeskryf, om K-opname onder toestande van passiewe opname te beperk.

Volgens Conradie (1997) is die K-behoefte van wingerd redelik hoog (3 kg ton⁻¹ produksie), maar ten spyte hiervan kom K-tekorte nie algemeen in Suid-Afrika voor nie (Saayman, 1981). Dit wil dus voorkom of die meganisme van K-opname oor 'n wye reeks van omstandighede redelik effektief kan funksioneer.

2.3.2 Die translokasie van kalium in die plant

Die hoë K-deurlaatbaarheid van plantmembrane, maak van K een van die mees beweeglike elemente in die plant (Mengel & Kirkby, 1987b). Die translokasie van K in plante neem toe met 'n afname in vegetatiewe groei (Mengel, 1985). 'n Hoë mate van K-translokasie vind na deurslaan na verskillende organe plaas, wat gewoonlik met 'n afname in vegetatiewe groei gepaard gaan (Conradie, 1981; Creasy, Price & Lombard, 1993; Champagnol, 1994).

Die translokasie van monovalente katione vind vanaf die wortels via bulkvloei na die buitenste membrane van blaar- en korrelselle plaas, waar dit m.b.v. ATP-ase deur die selle opgeneem word (Boulton, 1980b). Williams, Biscay & Smith (1987) het bevind dat die akkumulasie van K in trosse na deurslaan stadium hoofsaaklik vanaf die grond en nie vanaf gestoorde K in blare afkomstig is nie. Volgens Creasy *et al.* (1993) word die verandering in K-inhoud van korrels gewoonlik met floëem transport geassosieer. Morrison & Nobel (1990) stel voor dat die beweging van K vanaf die grond na die trosse tydens rypwording nie direk via die xileem geskied nie, maar wel via die xileem na die blare en dan via die floëem na die trosse. Conradie (1981) en Champagnol (1986) het ook bevind dat die K-inhoud van korrels gedeeltelik van blare, lote en wortels afkomstig is. Hierdie bevinding word ondersteun deur

die feit dat xileem translokasie na die korrel net voor deurslaan stadium onderbreek word (Creasy *et al.*, 1993).

Adenosientrifosfatase in die plasmalemma van die selle maak die translokasie van K en Na oor membrane, in ruil vir interne protone afkomstig van organiese sure, moontlik (Boulton, 1980c). Die ATP-ase ensiem het egter 'n voorkeur vir K bo Na, en ruil drie protone vir drie monovalente katione uit, vir elke mol ATP wat gehidroliseer word (Boulton, 1980b). Die vlakke van ATP in die sitoplasma van die selle word as substraat beskou en het 'n primêre invloed op die translokasie, met temperatuur wat 'n sekondêre rol speel. As gevolg van 'n hoër beskikbaarheid van ATP in korrelselle, kan K teen 'n vinniger tempo as by loot-, bladsteel- en bladskyfweefsel opgeneem word (Boulton, 1980c).

Volgens Garcia *et al.* (2001) kan K ook vanaf ou bladskywe na jong bladskywe, met 'n meer aktiewe metabolisme, getranslokeer word. Conradie (1981) het bevind dat 'n betekenisvolle hoeveelheid K wat na oes opgeneem word, in die permanente dele van die wingerdstok gestoor word. Daar word dan van die gestoorde K in die wortels gebruik om aan die K-behoefte van die nuwe groei tydens die eerste 22 dae na bot te voldoen.

Die K-konsentrasie in beide die pulp en doppe neem tydens rypwording toe (Iland & Coombe, 1988). Die K-konsentrasie van veral die doppe neem vinnig toe, met 40% van die totale K in korrels wat tydens rypheid in die doppe voorkom. Freeman & Kliwer (1983) het bevind dat die akkumulاسie van K in die korrels 'n S-vormige patroon volg. Tot by 'n suikerinhoud van ongeveer 10°B neem die K-konsentrasie van korrels vinnig toe, waarna die K-konsentrasie tussen 10 - 17°B stadig toeneem. Hierdie periode word dan opgevolg deur 'n periode van aktiewe akkumulاسie tot en met rypwording.

Volgens Morrison & Nobel (1990) sal die translokasie van K vanaf die blare na die trosse toeneem met 'n toename in lowerdigtheid. Smart *et al.* (1985b) het ook bevind dat

oorskaduwing van die lower tydens deurslaan stadium tot hoër vlakke van K in stingels, bladstele, bladskywe en trosstingels kan lei, wat met hoër vlakke van K in die mos geassosieer word. Die verhoogde K-translokasie na trosse kan moontlik aan 'n verlaging in fitokroom-aangedrewe ensiemreaksie toegeskryf word (Smart, 1987;1988).

Champagnol (1994) het egter bevind dat sterk reënbuie of besproeiing laat in die seisoen die translokasie van K vanaf blare na die trosse kan bevorder. Dit stem ooreen met navorsing deur Freeman & Kliewer (1983), wat getoon het dat waterstres gedurende die laaste gedeelte van rypwording, die akkumulاسie van K in trosse beperk.

Volgens Boulton (1980b) sal 'n afname in die suikerakkumulاسie tempo in korrels laat in die seisoen, die K-opname van korrels bevorder. Champagnol (1994) het ook ondervind dat daar 'n prominente akkumulاسie van K in trosse laat in die seisoen voorkom. Die invloed van temperatuur op die akkumulاسie van K in druive is egter nie heeltemal duidelik nie (Iland, 1989). Alle faktore wat egter die fotosintetiese aktiwiteit van blare beperk, insluitende temperatuur, kan moontlik tot verhoogde K-translokasie vanaf blare na trosse lei. Boulton (1980b) het ook bevind dat lae temperature gedurende die groeiseisoen, wat die translokasie van suiker na korrels beperk, K-opname deur korrels kan bevoordeel.

Die translokasie van K in die wingerdstok sal ook tussen verskillende onderstokkultivars verskil (Ruhl, 1989). Verhoogde K-voeding veroorsaak gewoonlik 'n verhoging in die loot/wortel K-konsentrasie van wingerd. In die geval van 140 Ruggeri en 1103 Paulsen het verhoogde K-voeding egter die loot/wortel K-konsentrasie laat afneem. Dit word dus aanbeveel dat, indien onderstokkultivars geëvalueer word, as 'n metode om die K-konsentrasie en pH van sap en wyn te verlaag, daar van basale blaaranalise en nie van K-opname studies gebruik gemaak word nie.

2.4 DIE VERWANTSKAP TUSSEN KALIUM EN pH

Die invloed van minerale op die titreerbare suur (TS) van sap (Peynaud & Maurie, 1956, soos in Boulton, 1980c, gerapporteer) en wyn (Tarantola, 1932, soos in Boulton, 1980c, gerapporteer) is reeds in vroeë navorsing ondersoek. Daar is egter eers heelwat later na die moontlike invloed van minerale op die pH van sap en wyn ondersoek ingestel (Rankine *et al.*, 1971). Deur gebruik te maak van korrelasiestudies het Wejnar (1971), soos in Boulton (1980a) gerapporteer, 'n liniêre verband tussen die H- en K-konsentrasies van sap en wyn verkry: $[K] = A + B [H]$, waar A en B empiriese konstantes en [K] en [H] die konsentrasie van K en vry H in sap of wyn is. Somers (1977) het egter 'n omgekeerde verwantskap tussen die H- en K-konsentrasies van sap en wyn voorgestel: $[K] = (C + D) / [H]$, waar C en D empiriese konstantes en [K] en [H] die konsentrasie van K en vry H in wyn is. Volgens Boulton (1980c) is die verwantskap tussen K en pH, soos deur Wejnar (1971) (soos in Boulton, 1980a, gerapporteer) en Somers (1977) voorgestel, egter nie van 'n algemene aard nie en gee dit geen aanduiding van die biologiese en fisiologiese redes vir die verskynsel nie.

Boulton (1980a) het bevind dat daar geen direkte verband tussen die K en pH van sap en wyn bestaan nie. Volgens hierdie outeur is die pH en K-konsentrasie van sap en wyn feitlik onafhanklik van mekaar. Dit het dan ook die algemene wanopvatting dat 'n hoë K-konsentrasie ($> 1500 \text{ mg dm}^{-3}$) tot hoë pH's (> 3.5) van sap en wyn kan lei, verkeerd bewys. Die pH van sap en wyn word hoofsaaklik deur die graad van uitruiling (GVU) en die balans tussen wynsteensuur (WSS) en appelsuur (AS) bepaal (Boulton, 1980a). Die graad van uitruiling word as volg gedefinieer: $\text{graad van uitruiling} = ([K] + [Na]) / ([H]_T + [K] + [Na])$, waar [K] en [Na] die konsentrasie is van K en Na in sap of wyn, uitgedruk in mol dm^{-3} ; $[H]_T$ die titreerbare H (tot by pH 7) in sap of wyn is, uitgedruk in mol dm^{-3} ; $[H]_T + [K] + [Na]$ die totale suurheid is.

Natrium en K gaan die selle van korrels binne d.m.v. 'n direkte uitruiling vir H afkomstig van organiese sure (Boulton, 1980b). Die uitruiling word deur die ensiem ATP-ase bewerkstellig

en vind op 'n ladings ekwivalente basis plaas. Die opname van K en Na sal 'n hoër GVU en sodoende ook 'n hoër pH veroorsaak, indien die totale suurheid en die wynsteensuur tot appelsuur (WSS:AS) verhouding konstant bly (Boulton, 1980a). Indien die GVU egter konstant bly en die WSS:AS verhouding neem toe, sal die pH daal aangesien WSS 'n sterker suur as AS is (Boulton, 1980a).

Volgens Champagnol (1994) sal die suur-basis ewewig van sap en wyn afhang van drie hoofkomponente: WSS, K en die appelsuur-melksuur verwantskap. Die suurinhoud van wyn sal hoër wees indien die oorspronklike sap ryker aan sure, laer aan K en die WSS:AS verhouding hoër is. Gevolglik is die pH van sap en wyn 'n funksie van die WSS tot K verhouding (tartraat-indeks). Die pH van sap en wyn sal dus laer wees hoe hoër die tartraat-indeks is.

Dit is dus teoreties moontlik om 'n laer pH in sap en wyn te bewerkstellig deur die opname van K in die korrels te beperk. Bemesting- en lowerbehandelings is twee moontlike bestuursfaktore wat vir hierdie doel gebruik kan word.

2.5 DIE INVLOED VAN BEMESTING OP DIE pH VAN SAP EN WYN

Een van die denkrigtings wat deur navorsers gevolg word is om die K-opname van wingerd te beperk deur verskillende bemestings toe te dien (Ruhl, 1989; Ruhl *et al.*, 1992; Daverede & Garcia, 2000; Gallego, 1999) of deur K-bemesting te beperk (Dundon, Smart & McCarthy, 1984; Ruhl *et al.*, 1992) en sodoende die K-status (soos deur verskillende plantmonster analyses aangedui word) van die wingerdstok te verlaag. Deur die K-status van wingerd te verlaag kan die K-inhoud en sodoende ook die pH van sap en wyn moontlik verlaag word.

Die swak korrelasie wat egter onder sekere omstandighede voorkom tussen die K-inhoud van grond en blaar- en sapmonsters laat egter twyfel oor die effektiwiteit van bemesting om die K-inhoud en pH van sap en wyn te manipuleer (Dundon *et al.*, 1984; Conradie &

Saayman, 1989b; Ruhl *et al.*, 1992). Die feit dat nie net die K-inhoud nie, maar ook die GVU (wat K insluit) sowel as die WSS:AS verhouding die pH van sap en wyn bepaal, kompliseer die invloed van bemesting op pH van sap en wyn nog verder.

2.5.1 Stikstofbemesting

Stikstof (N) is die element wat met sterk groeikrag verbind word en kan sodoende die blaaroppervlakte tot oesmassa verhouding verander, humiditeit verhoog en die ligintensiteit in die lower verlaag (Jackson & Lombard, 1993). Dit is dus nie altyd moontlik om te bepaal of die invloed van N-bemesting op sapsamestelling direk of indirek is nie. Volgens Etourneaud (1996) beïnvloed N-bemesting hoofsaaklik die WSS:AS verhouding van sap. Stikstofbemesting sal dus die WSS:AS verhouding verlaag, TS-inhoud verhoog en die pH van die mos verlaag. Dit sal egter die wyn-pH verhoog indien appel-melksuurgisting plaasvind. Ruhl *et al.* (1992) het bevind dat N-bemesting die pH en AS-inhoud van sap van Cabernet Sauvignon, Riesling en Chardonnay betekenisvol verhoog. Stikstofbemesting het egter slegs in die geval van Cabernet Sauvignon die K-inhoud en WSS-inhoud van sap betekenisvol verhoog.

In teenstelling hiermee het Conradie & Saayman (1989b) egter bevind dat N-bemesting geen invloed op die K-inhoud van blare het nie. Dit het ook geen invloed op die pH en TS- en K-inhoud van sap gehad nie.

Volgens Ruhl (1989) het NO_3 -bemesting, in vergelyking met NH_4 -bemesting, die K-inhoud van die stam en wortels van wingerd betekenisvol verhoog. Hierdie verskil was moontlik a.g.v. die kompetisie tussen die opname van K en NH_4 . Ammoniumbemesting het egter geen invloed op die pH en K-inhoud van die sap gehad nie en kan dus nie met sukses gebruik word om die K-inhoud van korrels en sap te verlaag nie.

2.5.2 Fosfaatbemesting

Conradie & Saayman (1989b) het bevind dat langtermyn P-bemesting die K-konsentrasie van bladstele en -skywe betekenisvol verlaag, wat moontlik op 'n K/P-antagonisme dui. Fosfaatbemesting het egter geen betekenisvolle invloed op die K-konsentrasie en pH van mos gehad nie. Bravdo & Hepner (1987) het wel 'n verlaging in wyn-K in reaksie op P-bemesting gevind. Die verlaging in wyn-K het egter nie tot 'n verlaging in wyn-pH gelei nie.

2.5.3 Kaliumbemesting

Volgens Daverede & Garcia (2000) is die moontlike direkte invloed van K-bemesting op wyn-pH baie kontroversiëel, aangesien die resultate wat deur verskillende outeurs onder 'n verskeidenheid van omstandighede verkry is, in baie gevalle teenstrydig met mekaar is.

Verskeie outeurs het bevind dat K-bemesting die K-status van wingerd (soos deur verskillende blaaranalise aangedui word) betekenisvol verhoog het (Morris, Cawthon & Fleming, 1980; Morris, Sims & Cawthon, 1983; Dundon *et al.*, 1984; Conradie & Saayman, 1989b; Ruhl, 1989; Ruhl, 1992). Bogoni *et al.* (1995) het ook 'n betekenisvolle positiewe korrelasie tussen die K-status van wingerd en die ekstraheerbare-K van grond gevind.

Dundon *et al.* (1984) het egter op wingerd, wat voldoende aan K voorsien was volgens die K-inhoud van bladstele, bevind dat K-bemesting slegs die K-inhoud van bladstele in een uit drie jare en op een van twee plekke betekenisvol verhoog het. Daar word egter gereeld op wingerde, waar 'n tekort in K voorkom (volgens die K-inhoud van blare), 'n betekenisvolle verhoging in die K-inhoud van blare in reaksie op K-bemesting ondervind. Indien wingerde egter voldoende aan K voorsien is (volgens die K-inhoud van blare) word daar gewoonlik geen betekenisvolle verhoging in die K-inhoud van blare in reaksie op K-bemesting ondervind nie. Hierdie resultate bevestig die teorie van Boulton (1980b), nl. dat die opname van K onafhanklik sal wees van die K-konsentrasie in die grond, solank 'n K-tekort nie voorkom nie (Dundon *et al.*, 1984).

In teenstelling met die resultate van Dundon *et al.* (1984) het Morris *et al.* (1980) en Conradie & Saayman (1989b) egter wel 'n betekenisvolle verhoging in die K-inhoud van blare van wingerd, wat voldoende aan K voorsien was, in reaksie op K bemesting ondervind.

Verskeie outeurs het ook bevind dat K-bemesting die K-inhoud van sap en/of wyn betekenisvol verhoog (Morris *et al.*, 1980; Morris *et al.*, 1983; Conradie & Saayman, 1989b; Ruhl, 1989; Ruhl *et al.*, 1992). Conradie & Saayman (1989b) het egter slegs 'n betekenisvolle verhoging in sap-K in reaksie op K-bemesting ondervind by wingerd waar 'n K-tekort (volgens die K-inhoud van blare) voorgekom het. Dundon *et al.* (1984) het ook slegs in een uit drie jare en op een van twee plekke, by wingerd wat voldoende aan K voorsien was (volgens die K-inhoud van bladstiele), 'n betekenisvolle verhoging in wyn-K in reaksie op K-bemesting ondervind. Volgens Dundon *et al.* (1984) en Conradie & Saayman (1989b) bevestig hierdie resultate ook die teorie van Boulton (1980b), nl. dat die opname van K onafhanklik is van die K-konsentrasie in die grond solank 'n K-tekort nie voorkom nie.

In teenstelling met bogenoemde resultate het Morris *et al.* (1980) en Ruhl (1989) egter wel 'n betekenisvolle verhoging in sap-K by wingerd wat voldoende aan K voorsien was, in reaksie op K bemesting verkry. Die gekompliseerde chemiese reaksies van K in die grond is een van die redes waarom K-bemesting nie konsekwent die K-konsentrasie van sap verhoog nie (Ruhl, 1989). Hierdie reaksies kan planttoeganklike-K en sodoende ook die plantreaksie op K-bemesting beïnvloed.

Morris *et al.* (1980; 1983) het bevind dat K-bemesting die pH van vars en gestoorde sap betekenisvol verhoog. Die verhoging in sap-pH tydens die stoortydperk het ook betekenisvol met K-bemesting verhoog. Kaliumbemesting het die TS-inhoud van vars en gestoorde sap betekenisvol verlaag (Morris *et al.*, 1983) en ook die verlaging in die TS-inhoud tydens die stoortydperk van sap betekenisvol verhoog (Morris *et al.*, 1980).

Conradie & Saayman (1989b) het ook 'n betekenisvolle verhoging in die pH en TS-inhoud van sap in reaksie op K-bemesting ondervind. Hierdie verhoging in die TS-inhoud kan aan 'n verhoging in die AS-inhoud van sap toegeskryf word. Die betekenisvolle hoër sap-pH word aan die hoër K-inhoud en/of 'n hoër AS:WSS verhouding van mos toegeskryf. Kaliumbemesting het egter slegs op wingerd waar 'n tekort aan K-voeding voorkom (volgens die K-inhoud van blare) die pH van mos verhoog. Die afleiding kan dus gemaak word dat dit moeilik sal wees om die pH van sap d.m.v. K-bemesting te manipuleer, indien 'n K-tekort nie voorkom nie (Dundon *et al.*, 1984; Conradie & Saayman, 1989b).

In teenstelling hiermee het Ruhl (1989) egter bevind dat K-bemesting die pH, AS- en K-konsentrasie van sap van wingerde, wat voldoende aan K voorsien was (volgens die K-inhoud van blare), verhoog het. Volgens Champagnol (1994) is die vlak van K-voeding, soos deur die K-inhoud van blare aangedui, 'n belangrike faktor wat die pH van sap en wyn kan bepaal, indien 'n perseel met 'n K-gebrek met 'n perseel met 'n oormaat K-voeding met mekaar vergelyk word. 'n Verskil van tussen 0.3-0.4 van 'n pH eenheid kan tussen sodanige persele gemeet word. Indien gemiddelde voedingsvlakke egter met mekaar vergelyk word, is die effek van K-voeding meer beperk.

Ruhl *et al.* (1992) het bevind dat K-bemesting die sap-pH van een uit drie kultivars betekenisvol verhoog. Die verhoging het gepaard gegaan met 'n betekenisvolle verhoging in die K-, AS-konsentrasie en 'n betekenisvolle verlaging in die WSS-konsentrasie van sap. Dit is in ooreenstemming met resultate van Champagnol (1994) wat beweer dat die invloed van K-voeding op die suurinhoud van mos en wyn sal verskil na gelang van cultivar, plek en oesjaar. Volgens Etourneaud (1996) sal verhoogde K-opname die sap- en wynsamestelling soos volg beïnvloed: die AS-inhoud verhoog; die WSS-inhoud verlaag, verhoog of geen verandering veroorsaak nie (afhangende van die cultivar); die pH van sap en wyn verhoog.

Champagnol (1994) het bevind dat K-bemesting ook 'n meer prominente invloed op wyn- as

op sapsamestelling het. Dit kan toegeskryf word aan die bydrae wat doppe en stingels maak tot verryking van die vloeistoffase aan K.

2.5.4 Kalsiumbemesting

Volgens Mengel & Kirkby (1987a) kan die verhoging in konsentrasie van 'n spesifieke ioonspesie in die voedingsoplossing, die konsentrasie van 'n ander ioonspesie in die plant verlaag. Hierdie proses is bekend as 'n kation antagonisme en alhoewel die katioonsamestelling in die plant verander, bly die som van katione onveranderd. As gevolg van die hoë kationuitruilkapasiteit van wortels van tweesaadlobbiges (soos bv. wingerd), in vergelyking met grasse en graangewasse, word die opname van divalente katione (soos bv. Ca en Mg) teenoor monovalente katione (soos bv. K) by tweesaadlobbige plante bevoordeel (Burger, 1985). Die moontlikheid om die opname van K d.m.v. 'n K/Ca of K/Mg antagonisme te beperk, is dus waarskynlik sterker by tweesaadlobbige plante soos wingerd.

Maathuis & Sanders (1996) het egter bevind dat aktiewe K-opname by hoër plante 'n hoër selektiwiteit vir K het, in vergelyking met passiewe K-opname. Die afleiding word dus gemaak dat die moontlikheid van 'n K/Ca antagonisme sal toeneem met 'n toename in passiewe K-opname. Epstein (1973) het dan ook bewys dat 'n hoë eksterne Ca konsentrasie die passiewe opname van K kan beperk. Die feit dat K hoofsaaklik aktief onder normale veldkondisies opgeneem word, kan moontlik die effektiwiteit van 'n K/Ca antagonisme beperk.

Kalsiumbemesting, toegedien as CaCl_2 , het 'n verlaging in die K-inhoud van blare van wingerd wat hidroponies verbou is, veroorsaak (Garcia *et al.*, 1999). Hierdie verlaging in die K-inhoud van blare is aan 'n moontlike K/Ca antagonisme toegeskryf. Navorsing deur Daverede & Garcia (2000) op wingerd wat hidroponies verbou is, het 'n betekenisvolle verlaging in die K-, AS-konsentrasie en pH van sap getoon met die toediening van 'n oormaat Ca, as CaCl_2 , tot die voedingsoplossing. Hierdie betekenisvolle verlaging in die K-

konsentrasie van sap het ook a.g.v. 'n K/Ca antagonisme plaasgevind. Volgens die outeurs bestaan die moontlikheid dus dat bekalking (as 'n vorm van Ca-bemesting) gebruik kan word om wyn-pH op lae-pH gronde te verlaag (Daverede & Garcia, 2000).

Navorsing deur beide Garcia *et al.* (1999) en Daverede & Garcia (2000) is egter onder hidroponiese toestande gedoen. Die moontlikheid bestaan dat die hidroponiese omstandighede passiewe K-opname en sodoende ook die moontlikheid van 'n K/Ca antagonisme kon verhoog het. Dit is dus onseker of 'n geïnduseerde K/Ca antagonisme onder normale omstandighede in 'n veldproef die pH van sap en wyn kan beïnvloed.

Gallego (1999) het vir vier verskillende grondtipes gevind dat, alhoewel bekalking die K-inhoud van blare op al vier grondtipes verlaag het, die verlaging nie betekenisvol was nie. Bekalking het egter wel 'n betekenisvolle verlaging in die K-konsentrasie en 'n betekenisvolle verhoging in die WSS-konsentrasie van sap veroorsaak. Alhoewel bekalking op al vier die verskillende grondtipes die pH van sap verlaag en die TS- en AS-inhoud daarvan verhoog het, was die verandering in sapsamestelling egter nie betekenisvol nie. Bekalking het ook die K-konsentrasie van wyn betekenisvol verlaag. Verder het bekalking op al vier die verskillende grondtipes die pH van wyn verlaag en die TS- en WSS-inhoud daarvan verhoog, maar die verandering in wynsamestelling was egter ook nie betekenisvol nie. Die betekenisvolle verlaging in die K-konsentrasie van sap en wyn in reaksie op bekalking is aan 'n K/Ca antagonisme toegeskryf.

Alhoewel Gallego (1999) beweer dat 'n K/Ca antagonisme vir die verlaging in die K-konsentrasie van sap en wyn verantwoordelik was, kon die verhoging in grond-pH ook 'n invloed op K-opname gehad het. 'n Verhoging in grond-pH kan, afhangende van die dominante kleimineraal, die KUK van gronde verhoog (Brady & Weil, 2000). Die uitruilbare Al van gronde sal ook verlaag met 'n toename in grond-pH (Thomas & Hipp, 1968). Beide hierdie twee faktore sal die K-konsentrasie in die grondoplossing verlaag weens die relatief

sterker adsorpsie van K (Thomas & Hipp, 1968; Brady & Weil, 2000) en kan sodoende moontlik die opname van K deur plantworels verlaag (Mengel & Kirkby, 1987b).

Yokotsuka *et al.* (1999) het ook in 'n veldproef ondersoek ingestel na die invloed van kalksteen en oesterskulp, toegedien op grond met 'n $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$ van 6.1, op die pH en die TS-inhoud van sap. Kalksteentoedienings tot 'n grond- $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$ van 8 het die TS-inhoud van Cabernet Sauvignon se sap slegs in een van die twee jare betekenisvol verlaag. In die geval van Merlot het beide kalksteen- en oesterskulptoedienings (lg. tot 'n grond- $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$ van 7) die TS-inhoud van sap in een van die twee jare betekenisvol verlaag. Beide kalksteen en oesterskulp het egter geen betekenisvolle invloed op die sap-pH gehad nie. Volgens Yokotsuka *et al.* (1999) bewys dit dat daar geen direkte verband tussen grond- en sap-pH bestaan nie.

Bekalking kan ook K-opname verhoog, aangesien dit die wortelmasse van plante kan verhoog (Thomas & Hipp, 1968). Conradie (1983) het egter bevind dat die effek van bekalking op die totale wortelmasse van wingerd sal afhang van die onderstokkultivar, die grond-pH voor bekalking en die pH-verhoging wat bewerkstellig is. Die onderstokkultivars USVIT 8-7 en 99 Richter se wortelgroei is nadelig deur bekalking tot 'n grond- $\text{pH}_{(\text{KCl})}$ van 6.0 beïnvloed, in vergelyking met die kontrole behandeling (grond-pH van 4.1). Hierdie twee onderstokkultivars is egter beide goed aangepas vir gronde met 'n lae pH. Die onderstokkultivars Rupestris du Lot, SO4, 44-53 Malegue en 101-14 Mgt, wat swak aangepas is vir gronde met 'n lae pH, se wortelgroei is egter positief deur bekalking tot 'n grond- $\text{pH}_{(\text{KCl})}$ van 6.0 beïnvloed.

2.5.5 Magnesiumbemesting

'n Toename in Mg-bemesting kan die K-inhoud van plante verlaag d.m.v. 'n K/Mg antagonisme (Mengel & Kirkby, 1987a). Loué, Gaynard & Morard (1987), soos in Ruhl *et al.* (1992) gerapporteer, het ook bevind dat Mg die opname van K kan beperk. 'n Magnesium

geïnduseerde K-tekort (K/Mg antagonisme) is egter nog nie in Suid-Afrikaanse wingerde geïdentifiseer nie (Conradie & Saayman, 1989b). Die teenoorgestelde tendens, waar K-bemesting 'n Mg-tekort induseer, kom wel algemeen in blaarontledings voor (Morris *et al.*, 1980; Conradie & Saayman, 1989b; Conradie, 1994; Garcia *et al.*, 1999).

Ruhl *et al.* (1992) het 'n betekenisvolle verlaging in wyn-pH van Chardonnay in reaksie op $MgSO_4$ -bemesting ondervind. Hierdie verlaging was egter nie a.g.v. 'n K/Mg antagonisme nie, aangesien daar geen betekenisvolle verskille in die K-inhoud van die wyne voorgekom het nie.

2.6 DIE INVLOED VAN LOWERBESTUUR OP DIE pH VAN SAP EN WYN

Baie navorsing is al op die effek van lowerbestuur op die pH van sap en wyn gedoen. Dit is egter nie altyd maklik om die effek van lowerbestuur op sap- en wynsamestelling te interpreteer nie, aangesien lowerbestuur nie net die mikroklimaat van wingerd nie, maar ook verskillende aspekte van die fisiologie van die stok kan beïnvloed (Smart, Shaulis & Lemon, 1982).

Volgens Smart (1987) kan sonlig die samestelling van duiwe d.m.v. 'n fotosintetiese, termiese en fitokroom effek beïnvloed. Volgens hierdie outeur neem die rooi tot ver-rooi golflengte verhouding (R:VR) van straling in digte lowers af. Hierdie afname veroorsaak dat fitokroom ('n proteïenagtige fotonreseptor) hoofsaaklik in die onaktiewe fitokroom-rooi (FR) en nie in sy aktiewe fitokroom-ver-rooi (FFR) vorm voorkom nie (Smart, 1987).

Ensieme wat druifsamestelling kan beïnvloed en negatief deur so 'n afname in aktiewe fitokroom (FFR) beïnvloed sal word, is PEP-karboksilase (wat belangrik is vir AS-sintese), malaat-dehidrogenase en die malaat-ensiem (wat AS afbreek) (Ruffner, Hawker & Hale, 1976) asook fenielalanien-ammonia-liase (PAL, 'n belangrike ensiem vir fenol - en antosianien sintese) (Schopfer, 1972). Ensieme wat moontlik ook deur fitokroom beheer

word, is invertase (wat sukrose in die korrel hidroliseer) en nitraatreduktase.

Volgens Smart (1987) dui ongepubliseerde data van Smart, Smith & Smith daarop dat die verlaging in die aktiwiteit van die ensiem nitraatreduktase a.g.v. oorskaduwing, tot die akkumulاسie van K in die lower van wingerd kan lei. Die akkumulاسie van K kan dan tot 'n hoër K-inhoud en pH van druiwe lei (Smart, 1987). Verskeie outeurs het ook bevind dat die verhoging in K-konsentrasie van trosse a.g.v. die oorskaduwing van blare hoofsaaklik aan die verhoogde K-translokاسie na trosse toegeskryf kan word (Smart *et al.*, 1985a; Kliewer & Bledsoe, 1987; Iland, 1989; Morrison & Nobel, 1990). Dit stem ooreen met navorsing deur Smart (1982) en Smart *et al.* (1985b), wat ook bevind het dat skadu blare die hoofbron van K toevoer na trosse tydens rypwording is. Iland (1989) het egter bevind dat alle faktore wat die fotosintetiese aktiwiteit van blare beperk, insluitende temperatuur, moontlik tot verhoogde K-translokاسie vanaf blare na trosse kan lei.

Verhoogde oorskaduwing van blare kan ook tot 'n verhoging in die AS metabolisme en 'n verlaging in die WSS metabolisme lei (Kliewer, 1982; Smart, 1982; Smart *et al.*, 1985a; Bledsoe, Kliewer & Marois, 1988). Dit is in ooreenstemming met navorsing deur Archer & Strauss (1989) wat getoon het dat 'n toename in lowerdigtheid tot 'n hoër AS-konsentrasie en 'n laer WSS-konsentrasie van sap kan lei. Die hoër TS van die persele met 'n hoër lowerdigtheid is aan 'n hoër AS-konsentrasie van sap toegeskryf. In teenstelling hiermee het verskeie outeurs egter bevind dat oorskaduwing van trosse tot 'n verlaging in AS metabolisme kan lei (Smart, 1982; Smart *et al.*, 1985a; Kliewer & Bledsoe, 1987; Bledsoe *et al.*, 1988; Iland, 1989).

Alhoewel van die resultate teenstrydig met mekaar is, wil dit tog voorkom of oorskaduwing van die lower, sap en wyn met 'n hoër pH produseer. Daar bestaan egter verskillende lowerbestuursfaktore wat gebruik kan word om 'n lower met 'n optimale lowerdigtheid te vorm en sodoende oorskaduwing te beperk. Volgens Van Breda (1996) bestaan lowerbestuur uit

ses praktyke, waarvan lootuitdunning, tip, top, lootposisionering en blaaruitdunning mees algemeen gebruik word, met sylootverwydering wat tot 'n mindere mate uitgevoer word.

2.6.1 Lootuitdunning

Lootuitdunning (suier) is die verwydering van oortollige lote vroeg in die seisoen op 'n 10-15 cm lootlengte. Die doel hiermee is om 'n lower met 'n gewenste lowerdigtheid te vorm (Van Breda, 1996). Verskeie outeurs het dan ook bevind dat suier die verhoging in K-konsentrasie en pH van sap en wyn beperk (Smart, 1982; Smart & Coombe, 1983).

Alhoewel suier tot twee tot drie lote per draer die gemiddelde suikerkonsentrasie van sap oor 'n tydperk van drie seisoene betekenisvol verhoog het, het dit geen betekenisvolle invloed op die gemiddelde pH, TS en K-konsentrasie van sap gehad nie (Van Breda, 1996). Die suier van yl wingerde kan egter ook 'n negatiewe invloed op druifsamestelling hê, aangesien dit die effektiewe blaaroppervlakte van wingerd kan verminder.

2.6.2 Tip en Top

Die tip van lote word beskryf as die verwydering van slegs die voorste twee tot vyf cm van die groeipunt van matig groeiende lote, terwyl top die verwydering van die voorste 15 tot 25 cm van sterk groeiende lote is (Archer & Beukes, 1983). Volgens Van Breda (1996) bestaan daar egter baie persepsieverskille wat betref die terme tip en top, asook t.o.v. die lengtes van apikale lootgedeeltes wat by beide praktyke verwyder behoort te word.

Daar bestaan verder verskillende menings oor die doel van tip en top. Hier sal daar egter op die invloed van tip en top op sap- en wynsamestelling gekonsentreer word. Volgens Malan (1935) kan tip en/of top aangewend word om 'n ewewig tussen groei en drag te bewerkstellig. Dit is van kardinale belang dat ontwikkelende druiwetrosse genoegsame voedingstowwe ontvang en tip en top kan dus 'n positiewe bydrae lewer tot die ontwikkeling van druiwetrosse en sodoende optimale druifsamestelling bevorder (Archer & Beukes, 1983).

Van Breda (1996) het bevind dat die top van lote tussen korrelset en deurslaan stadium, op 'n lootlengte van ongeveer een meter, geen betekenisvolle invloed op die gemiddelde suiker-, K-konsentrasie, TS en pH van sap oor 'n tydperk van drie seisoene het nie. Volgens Solari *et al.* (1988) het die top van lote by die 12 de internode, 25 dae na blom, die TS- en AS-inhoud van sap verhoog, terwyl dit geen invloed op die WSS-inhoud van sap gehad het nie. Die top van lote het ook die K-inhoud en pH van sap effens verlaag.

Kliewer & Bledsoe (1987) het bevind dat die top van lote by die 15 de nodium vier tot ses weke na blom, die suiker-, K-konsentrasie en pH van sap verlaag. Indien die behandelings egter by dieselfde suikerkonsentrasie met mekaar vergelyk word, het getopte persele se sap 'n hoër K-konsentrasie besit, met geen verskil in die TS en pH van sap tussen behandelings nie. Gemiddelde waardes oor twee seisoene toon ook dat die top van lote die suikerkonsentrasie van sap verlaag het, met geen invloed op die TS-, AS- en K-inhoud en pH van sap nie (Kliewer & Bledsoe, 1987).

Uit die voorafgaande kan dus afgelei word dat die onoordeelkundige top van lote ook 'n negatiewe invloed op sapsamestelling kan hê. Die oormatige top van lote kan die effektiewe blaaroppervlakte van wingerd verlaag, met 'n moontlike nadelige invloed op sapsamestelling.

2.6.3 Blaaruitdunning

Blaaruitdunning behels die verwydering van geel, oorskadude en fotosinteties onaktiewe blare tussen ertjiekorrel- en deurslaan stadium (Van Breda, 1996). Oordeelkundige blaaruitdunning kan die mikroklimaat in die lower verbeter en sodoende ook die optimale rywording van trosse en wynkwaliteit bevorder (Hunter, 1991; Hunter & Visser, 1990).

Fotosintetiese foton vloeytempo word beskryf as die golflengte in lig wat deur plante vir fotosintese gebruik kan word (Smart, 1987). Kliewer *et al.* (1988), soos in Jackson & Lombard (1993) gerapporteer, het bevind dat die verwydering van blare met 'n lae

fotosintetiese foton vloeitempo (FFVT) die suikerinhoud van sap sal verhoog en die TS- K- en AS-inhoud en pH sal verlaag. Indien blare en die trossone egter 'n hoë FFVT besit, het blaaruitdunning geen invloed op sapsamestelling gehad nie. In ooreenstemming hiermee het Williams *et al.* (1987) ook geen verlaging in die K-konsentrasie van duiwe bevind in reaksie op die verwydering van 30% skadublare nie.

Van Breda (1996) het bevind dat die uitdunning van blare in die trossone aan die binnekant van die lower tussen ertjekorrel- en deurslaan stadium, die gemiddelde TS oor 'n tydperk van drie seisoene betekenisvol verlaag het. Blaaruitdunning het egter geen betekenisvolle invloed op die gemiddelde suiker- en K-konsentrasie en pH van sap gehad nie. Volgens Hunter (1991) het die verwydering van 33% en 66% van blare geen invloed op die suikerinhoud en TS van duiwe nie. Die groeistadium waartydens blaaruitdunning toegepas is, het ook geen invloed op die suikerinhoud van duiwe gehad nie, terwyl die TS geneig het om hoër te wees hoe vroeër blaaruitdunning toegepas is. Alhoewel die AS-inhoud laer en die WSS-inhoud hoër geneig het a.g.v. blaaruitdunning, was daar geen betekenisvolle verskil in AS- en WSS-inhoud en pH van sap tydens rypheid nie. Van Breda (1996) is van mening dat die groeikrag van die wingerd die strafheid en tyd van blaaruitdunning bepaal, aangesien onoordeelkundige blaaruitdunning 'n negatiewe invloed op sapsamestelling kan hê.

2.6.4 Sylootverwydering

Volgens Van Breda (1996) behels sylootverwydering die verwydering van sylote in die trossone om sodoende beligting en deurligting in die lower te verbeter. Indien sterkgroeiende lote gedurende die seisoen getip en/of getop word, kan dit sylootgroei bevorder. Die uitbreek van sylote onder sulke omstandighede kan dan voordelig vir druifsamestelling wees (Hunter & Visser, 1990). Van Breda (1996) het egter bevind dat die verwydering van sylote in die trossone tussen ertjekorrel- en deurslaan stadium, geen betekenisvolle invloed op die gemiddelde suiker- en K-konsentrasie, TS en pH van sap oor 'n tydperk van drie seisoene het nie.

Sylote wat nie in die trossone voorkom nie en voldoende stralingsenergie ontvang, kan egter 'n positiewe bydrae tot die totale fotosintetiese kapasiteit van die wingerdstok lewer (Candolfi-Vasconcelos & Koblet, 1990). Onder sulke omstandighede kan sylote die produksie van sap en wyn met 'n lae pH en K-konsentrasie bevorder. Candolfi-Vasconcelos & Koblet (1990) en Hunter & Visser (1990) beveel dus aan dat sylote slegs in die trossone verwyder moet word, aangesien sylote bo die trossone, wat effektief aan stralingsenergie blootgestel is, 'n positiewe bydrae tot sap- en wynsamestelling kan maak.

2.6.5 Lootposisionering

Lootposisionering is die plasing van lote, hoofsaaklik in 'n vertikale posisie, met behulp van loofdrade (Smart, 1991). Die doel hiervan is om lote optimaal aan stralingsenergie bloot te stel (Van Breda, 1996).

Van Breda (1996) het bevind dat vertikale lootposisionering elke 14 dae, die gemiddelde suiker- en K-konsentrasie van sap, oor 'n tydperk van drie seisoene, betekenisvol verlaag het. Lootposisionering het die gemiddelde TS van sap verhoog, met geen effek op die gemiddelde pH van sap nie. Die vertikale posisionering van lote by geil groeiende wingerde, sonder enige addisionele lowerbehandelings, kan egter oorskaduwing van die lower veroorsaak. Volgens Smart (1985) en Smart *et al.* (1985a) kan hierdie oorskaduwing 'n nadelige invloed op sap en wyn samestelling hê. In die geval van geil groeiende stokke, word lootposisionering dus nie aanbeveel nie (Van Breda, 1996).

2.6.6 Kombinasies

In die praktyk word daar dikwels van 'n kombinasie van lowerbehandelings gebruik gemaak om 'n sekere gehalte sap en wyn te verseker. Van Breda (1996) het die invloed van die lowerbehandeling kombinasies suier, top, blaaruitdunning en sylootverwydering, asook suier, top en blaaruitdunning, op sapsamestelling ondersoek. Beide lowerbehandeling

kombinasies het 'n verhoging in die TS van sap veroorsaak. Die behandelings het egter geen invloed op die suiker- en K-konsentrasie en pH van sap gehad nie.

Reynolds & Wardle (1989) het die invloed van uitdunning tot een tros per loot, top van lote tot 15 blare per loot, bespuiting van lote met paklobutrasol om sylootontwikkeling te inhibeer en blaaruitdunning (die verwydering van twee tot drie blare per loot), op sapsamestelling ondersoek. Hierdie kombinasie van lowerbehandelings het die suikerinhoud van korrels slegs in die eerste twee van drie seisoene verhoog. Die lowerbehandeling kombinasie het ook gedurende die eerste seisoen die korrels se TS verlaag en die pH verhoog, terwyl dit gedurende die tweede seisoen die pH verlaag het.

2.7 SAMEVATTING

Uit die voorafgaande bespreking kan daar afgelei word dat dit onder sekere omstandighede wel moontlik is om die pH van sap en wyn te verlaag deur gebruik te maak van verskillende bemesting- en lowerbehandelings. Die sukses wat deur verskeie navorsers m.b.v. Ca- en Mg-bemesting behaal is, is veral bemoedigend. Dit is egter duidelik dat bemesting nie onder alle omstandighede die pH en K-inhoud van sap en wyn met sukses sal verlaag nie. Verdere navorsing word op hierdie gebied benodig om sodoende meer insig te verkry omtrent die moontlike invloed van bemesting op die pH van sap en wyn. Wat navorsing betref omtrent die invloed van lowerbestuur op die pH van sap en wyn, bestaan daar egter ook 'n tekort aan inligting wat handel oor die gekombineerde effek van verskillende bemesting- en lowerbehandelings op die pH van sap en wyn.

Die swak korrelasie wat soms voorgekom het tussen die K-inhoud van die grond en die K-inhoud van duiwe, sowel as tussen die K-status van die wingerdstok en die K-inhoud van duiwe, is waarskynlik onderliggend tot die soms gebrekkige effektiwiteit van lowerbestuur en bemesting om die pH en K-inhoud van sap en wyn te verlaag. Die feit dat die pH van sap en wyn nie net deur die K-inhoud, maar ook deur die AS:WSS verhouding en die TS van sap en

wyn beïnvloed word, kompliseer die invloed van verskillende bemesting- en lowerbehandelings op die pH van sap en wyn nog verder. In verdere navorsing sal die effek van verskillende bemesting- en lowerbehandelings op die AS:WSS verhouding en TS van sap en wyn dus ook evalueer moet word.

3 Die Invloed van Bemesting en Lowerbestuur op die Prestasie van *Vitis vinifera* L. cvs. Cabernet Sauvignon en Cabernet franc

G.P. Engelbrecht

Departement Grondkunde, Universiteit van Stellenbosch, Privaatsak X1, Matieland, 7602, Republiek van Suid-Afrika

3.1 UITTREKSEL

In 'n poging om die pH van sap en wyn te verlaag, is die effek van CaSO_4 , Ca(OH)_2 en MgSO_4 grondtoedienings, asook verskillende lowerbestuurspraktyke op wingerdprestasie bestudeer. Lowerbestuur was: suier tot twee lote per draer, tip, verwydering van sylote en geel blare in trossone (Lower 1); suier tot drie lote per draer en top (Lower 2); top met geen suier nie (Lower 3). Die proef is uitgevoer op twee plase, nl. Meerlus (Cabernet franc/R99 met 'n hoë lowerdigtheid en goeie wortelverspreiding, wat op 'n sandleemgrond van graniet oorsprong met 'n lae ondergrond-pH en hoë K-inhoud gevestig is) en Kersfontein (Cabernet Sauvignon/101-14 Mgt met 'n laer lowerdigtheid en swakke wortelverspreiding, wat op 'n sandleemgrond van graniet oorsprong met 'n deurgaans lae grond-pH en baie hoë K-inhoud gevestig is). Kalsium- en Mg-bemesting het die sap-pH van Cabernet franc/99R betekenisvol verlaag, terwyl Mg-bemesting die sap-pH van Cabernet Sauvignon/101-14 Mgt betekenisvol verhoog het. Slegs Ca(OH)_2 - en MgSO_4 -bemesting kon daarin slaag om die suikerinhoud van Cabernet Sauvignon/101-14 Mgt se sap betekenisvol te verhoog. Kalsiumhidroksied- en MgSO_4 -bemesting kon dus onder die toestande van die veldproef met sukses gebruik word om die suikerinhoud van Cabernet Sauvignon/101-14 Mgt se sap te verhoog. Die moontlikheid bestaan ook om die sap-pH van Cabernet franc/99R onder die toestande van die veldproef m.b.v. Ca- en Mg-bemesting te verlaag. Lower 1 het 'n betekenisvol laer oesmassa en aantal trosse per stok en betekenisvol hoër trosmassa, korrelmassa (by Cabernet Sauvignon/101-14 Mgt) en suikerinhoud van sap (by Cabernet franc/99R) as Lower 3 besit. Teenoor Lower 1 en Lower 3 het Lower 2 'n betekenisvol hoër sap-pH (by Cabernet franc/99R) tot gevolg gehad. Lower 1 kon onder die toestande van die proef met sukses gebruik word om die suikerinhoud van Cabernet franc/99R se sap te verhoog.

Sleutelwoorde: Bemesting, lowerbestuur, wingerdprestasie, kalium, pH

3.2 INLEIDING

Die effek van bemesting op die prestasie van wingerd is al deur verskeie outeurs nagevors (Somers, 1975; Conradie & Saayman, 1989a; Conradie & Saayman, 1989b; Ruhl *et al.*, 1992; Jackson & Lombard, 1993; Champagnol, 1994; Etourneaud, 1996; Gallego, 1999; Daverede & Garcia, 2000). Daar is ook reeds baie navorsing gedoen op die invloed van lowerbestuur op wingerdprestasie (Reynolds, Pool & Mattick, 1985; Smart, 1985; Smart *et al.*, 1985a; Crippen & Morrison, 1986; Kliewer & Bledsoe, 1987; Smart, 1988; Smart, Smith & Winchester, 1988; Archer & Strauss, 1989; Morrison & Noble, 1990; Smart *et al.*, 1990; Hunter, 1991). Daar is egter 'n tekort aan navorsing wat handel oor die gekombineerde effek van verskillende bemesting- en lowerbestuursfaktore op wingerdprestasie.

Een van die elemente van wingerdprestasie is die kwaliteit van sap en wyn wat deur die wingerdstok geproduseer word. Volgens Boulton (1980a) is pH een van die belangrikste faktore wat die kwaliteit van sap en wyn bepaal. Soos reeds in Afdeling 1 bespreek is word daar egter, wêreldwyd en ook in die Wes-Kaap, 'n probleem met te hoë pH's van wyne ondervind.

In hierdie ondersoek is die effek van verskillende bemesting- en lowerbestuursfaktore op die prestasie van Cabernet Sauvignon en Cabernet franc en die pH van sap op gronde van graniet oorsprong bestudeer. Die doel met hierdie ondersoek was om die moontlikheid te ondersoek om d.m.v. verskillende grondtoedienings en lowerbestuurspraktyke wingerdprestasie te verbeter deur die pH van sap en wyn te verlaag.

3.3 MATERIAAL EN METODEDES

3.3.1 Eksperimentele uitleg

'n Veldproef is gedoen op twee plase, Meerlus en Kersfontein, in die Paardeberg omgewing, Paarl, RSA. Volgens Siegfried (1993) vorm Paardeberg deel van die Malmesbury Batoliet, wat uit ses verskillende graniete en 'n kwartsporfiergang bestaan. Die plase is dan ook

gekies a.g.v. die hoë waarskynlikheid dat die moedermateriaal van die gronde graniet was. Op Meerlus is 'n 5-jaar-oue *Vitis vinifera* L. var. Cabernet franc wingerd, geënt op 99 Richter (*Vitis Berlandieri* var. Las Sorres x *Vitis rupestris* var. du Lot) gebruik. Die plantwydte was 2.7 x 1.2 m, met 'n drie-draad Peroldstelsel, soos deur Zeeman (1981) beskryf. Op Kersfontein is 'n 5-jaar-oue *Vitis vinifera* L. var. Cabernet Sauvignon wingerd, geënt op 101-14 Mgt. (*Vitis riparia* x *Vitis rupestris*) gebruik. Die plantspasiëring was 3 x 1.2 m, ook met 'n drie-draad Perold opleistelsel, wat met nog 'n stel parallelle loofdrade 30 cm bo die eerste stel loofdrade verleng is. Twee profielgate elk op Meerlus en Kersfontein is gebruik vir klassifikasie van die gronde volgens die Suid-Afrikaanse Taksonomiese Sisteem (Grondklassifikasiewerkgroep, 1991), waarvan die algemene eienskappe in Tabel 3.1 opgesom word.

Die veldproef was 'n ewekansige blokontwerp met 12 faktorale behandelingskombinasies en twee herhalings. Die behandelings het ingesluit drie lowerdigthede en vier bemesting toedienings. Elke perseel het bestaan uit 'n vakkie van ses stokke waarvan die middelste vier stokke as proef- en monsterstokke gebruik is. Bogenoemde veldproef is gelyktydig op die twee plase Meerlus en Kersfontein herhaal.

3.3.2 Behandelings

Bemesting was 5 t ha^{-1} $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ en ekwivalente hoeveelhede $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, met 'n kontrole behandeling waar geen bemesting toegedien is nie. Die bemestinghandelings is eenmalig gedurende Februarie 1998 (twee weke voor oes) toegedien. Bemesting is eweredig oor die perseeloppervlakte gestrooi en met grawe tot op 'n diepte van 10 cm ingewerk, waarna 20 mm besproeiing toegedien is.

Die drie lowerbehandelings van die 1997/98 en 1998/99 seisoene was soos volg: Lower 1: Lootuitdunning tot twee lote per draer (Meerlus 15 lote m^{-1} en Kersfontein 13 lote m^{-1}) net voor deurslaan in die 1997/98 seisoen en op 150 mm lootlengte in die 1998/99 seisoen.

Tabel 3.1. Algemene eienskappe van gronde op twee plase (Meerlus en Kersfontein) in die Paardeberg omgewing.

Plaas	Profiel-gat nr	Grond-vorm	Eienskappe van horisonte			Wortelver-spreiding ¹	Opmerkings
			A	B1	B2 / C		
Meerlus	1	Oakleaf	Diepte 0-400 mm, orties, gebleik, 6% klei, grofsand, 20% fyn gruis,	Diepte 400-1150 mm, geel-bruin neokutannies (neig na ape-daal), 9% klei, 90% fyn + growwe gruis + harde plintiet	Diepte 1150 + mm, geel-bruin, neokutannies, 60% klei, 40% fyn gruis	A-horison = 3/4 B-horison = 9 C-horison = 0	Neig na Clovelly, mengdol tot 1100 mm,
Meerlus	2	Tukulu	Diepte 0-300 mm, orties, gebleik, 10% klei, grofsand, 40% fyn gruis	Diepte 300-1050 mm, geel-bruin, neokutannies, 25% klei, 85% fyn + growwe gruis	Diepte 1050 + mm, 56% klei, sagte plintiet, enkele harde plintiet klonte	A-horison = 5 B-horison = 7 C-horison = 0	Mengdol tot 1100 mm
Kersfontein	1	Oakleaf	Diepte 0-300 mm, orties, gebleik, 13% klei, grofsand	Diepte 300-650 mm, geel-bruin, neokutannies, 34% klei, relieke plintiet vlekke	Diepte 650 + mm, geel-bruin, neokutannies (neig na ape-daal), 26% klei, 30% fyn gruis	A-horison = 1 B-horison = 5 C-horison = 3	Mengdol tot 700 mm
Kersfontein	2	Oakleaf	Diepte 0-300 mm, orties, gebleik, 16% klei, grofsand	Diepte 300-650 mm, geel-bruin, neokutannies, 34% klei, relieke plintiet vlekke	Diepte 650 + mm, geel-bruin neokutannies (neig na ape-daal), 24% klei, 30% fyn gruis	A-horison = 1 B-horison = 5 C-horison = 3	Mengdol tot 700 mm

¹ Wortelverspreiding is visueel beoordeel op 'n skaal van 0 tot 10, met 0 wat geen wortels en 10 wat 'n goeie wortelverspreiding verteenwoordig

Lote van Lower 1 is ook deur die seisoen vertikaal geposisioneer en getip (die verwydering van die voorste vyf sentimeter van groeipunte) soos nodig. Aktiefgroeiende lote is weekliks op 'n hooflootlengte van 900 mm getip. Die eerste tipbehandeling is in die 1997/98 seisoen na deurslaan en in die 1998/99 seisoen na blom toegepas. Sylote is net voor deurslaan in die trossone verwyder terwyl enige geel blare in die trossone na deurslaan verwyder is. Lower 2: Lootuitdunning tot drie lote per draer (Meerlus 17 lote m^{-1} en Kersfontein 15 lote m^{-1}) op dieselfde stadium as by Lower 1, asook vertikale posisionering (deur die seisoen) en top (die afsny van lote tot 'n hooflootlengte van 900 mm) van lote net voor deurslaan. Lower 3: Vertikale posisionering van lote (Meerlus en Kersfontein 24 lote m^{-1}) en top van lote net voor deurslaan tot 'n hooflootlengte van 900 mm.

3.3.3 Monsterneming

3.3.3.1 Grondmonsters

Grondmonsters is in 1997/98 vir elke perseel oor 0-30 cm, 30-60 cm en 60-90 cm dieptes met 'n Veihmeyer grondboor net voor bemesting geneem. Monsters het bestaan uit vier sub-monsters wat geneem is tussen proefstok een en twee en weer tussen proefstok drie en vier aan weerskante van die wingerdry. Een jaar na bemesting (1998/99 groeiseisoen) is grondmonsters weer op dieselfde wyse geneem. Grondmonsters is ook geneem (1999/00) van die drie horisonte (A, B en C) van die vier profielgate.

Die grondmonsters van die 1997/98 en 1998/1999 groeiseisoen is geanaliseer vir $pH_{(KCl)}$ (1M KCl), $pH_{(H_2O)}$ (watersversadigde pasta), weerstand (watersversadigde pasta met "US Bureau of Soils" weerstandskoppie), ekstraheerbare katione (0.2M NH_4OAc , pH 7) (The Non-Affiliated Soil Analysis Work Committee, 1990) en ekstraheerbare suurheid by pH 7 (Eksteen, 1969). Die grondmonsters van die 1998/99 groeiseisoen is ook vir ekstraheerbare fosfor (1 % sitroensuur) geanaliseer (The Non-Affiliated Soil Analysis Work Committee, 1990). Deeltjiegrootte ontledings is volgens die pipet metode (The Non-Affiliated Soil Analysis Work Committee, 1990) op die profielgatgrondmonsters gedoen. Mineralogiese ontledings is

m.b.v. X-straal diffraksie (XRD) op hierdie grondmonsters se klei- plus fynslikfraksie by die Dept. Geologie, Universiteit Stellenbosch (US), volgens hulle standaard metodes gedoen.

3.3.3.2 Plantmonsters

Aangesien bemesting- en lowerbehandelings vir die eerste keer laat in die 1997/98 seisoen toegedien is, sal die invloed van behandelings op plantmonsters van die 1997/98 seisoen nie bespreek word nie.

Druive wat gedurende die 1998/99 seisoen geoes is, is geweeg en die aantal trosse per perseel is getel. Twee korrelmonsters (A en B) van 150 korrels elk is ook ewekansig van elke perseel geneem. Korrelmonsters is geweeg voor dit by 15 °C met die hand m.b.v. 'n Nytal-doek (nr. 12XXX-112) gepers is. Die sapvolume is gemeet en die sap verder geanaliseer deur gebruik te maak van standaard prosedures (Iland, Ewart & Sitters, 1993), soos gebruik deur die Dept. Wingerd- en Wynkunde, US. Titreerbare suur (TS) is egter by pH 7 bepaal. As gevolg van 'n foutiewe meetinstrument kan die waardes vir TS van sap by Meerlus nie weergegee word nie. Die res van die korrels, na dit gepers is (prut), is geweeg en by 80 °C gedroog. Korrelmonster B is op dieselfde wyse as korrelmonster A gehanteer, behalwe vir dopkontak wat behels het dat die korrels met die hand gebreek is en die sap toegelaat is om vir 24 uur by 15 °C in kontak met die prut te bly (dopkontak-sap), waarna die sap van die res van die korrels geskei is, soos vir korrelmonster A. Die sap is by 5 °C met *Actistab* as preserveermiddel gestoor.

3.3.3.3 Lowermetings

Lowergehalte metings (lowerdigtheid en lootlengtes) is a.g.v. tegniese probleme eers gedurende die 1999/00 groeiseisoen na deurslaan gedoen (behandelings is steeds toegepas). Lowerdigtheid is m.b.v. die punt kwadraat metode (Smart, 1988) en ligmetings gemeet. Stralingsenergie (ligmetings) is met behulp van 'n LI-COR 191 SA "Line Quantum Sensor", wat in die trossone horisontaal in lyn met die kordon geplaas is, na deurslaan

geneem. Drie metings per perseel is tussen 9h00 en 11h00 gedoen en weer tussen 15h00 en 17h00. Een buitelesing per perseel op trossone hoogte is ook geneem (volson lesing). Totale lengte per loot (hoofloot- plus sylootlengte) van agt, ewekansig gekose lote, is per perseel na deurslaan gemeet.

3.3.4 Statistiese analise

Levene se toets en die F-toets is uitgevoer om te toets of die fout variansie van elke veranderlike vir die twee plase van vergelykbare grootte is (John & Quenouille, 1977). In gevalle waar dit homogeen was, is 'n gekombineerde variansie-analise uitgevoer. Die data van die twee plase is in 'n ANOVA met SAS 6.12 ontleed (SAS, 1990). Die Shapiro-Wilk toets is gedoen vir nie-normaliteit (Shapiro & Wilk, 1965). Student se t-toets is gebruik om die kleinste betekenisvolle verskil (KBV) by 5% en 10% betekenispeile te bereken (Snedecor & Cochran, 1967). Vir grondontledingsdata (ekstraheerbare fosfor uitgesluit) is voor bemesting ontledings as kovariante gebruik.

Die Pearson-koëffisiënte van korrelasie is bereken deur van "Data Analysis Microsoft Excel 1997" gebruik te maak.

3.4 RESULTATE EN BESPREKINGS

3.4.1 Bemesting

3.4.1.1 Grondreaksie

Soos verwag het $\text{Ca}(\text{OH})_2$ beide die $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$ en $\text{pH}_{(\text{KCl})}$ van die 0-30 cm grondlaag betekenisvol verhoog (Tabel 3.2). Alhoewel $\text{Ca}(\text{OH})_2$ volgens Kotze & Joubert (1978) die mees beweeglikste bekalkingstof is, het dit in hierdie ondersoek slegs die pH van die 0-30 cm grondlaag betekenisvol verhoog. Dit stem ooreen met navorsing deur Kotze & Deist (1975) wat toon dat die effek van $\text{Ca}(\text{OH})_2$ op pH hoofsaaklik tot die toedieningsdiepte beperk is. Kalsiumsulfaat het die $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$ van die 0-30 cm grondlaag verlaag.

Tabel 3.2. Die invloed van verskillende bemestingbehandelings op die pH en elektriese weerstand (R_s) van grond vanaf twee plase (Meerlus en Kersfontein) in die Paardeberg omgewing, een jaar na toediening.

Hoofeffekte	Beh.		Meerlus	Kersf.	Beh. ¹ Gem.	Meerlus	Kersf.	Beh. ¹ Gem.	Meerlus	Kersf.	Beh. ¹ Gem.
		Diepte (cm)	$pH_{(H_2O)}$			$pH_{(KCl)}$			R_s (ohms)		
Bemesting	Kontrole	0-30	5.67	5.52	5.60 b	5.11	4.71	4.91 b	2346	1488	1917 a
	CaSO ₄		5.31	5.27	5.29 c	5.09	4.60	4.85 b	795	1064	929 c
	Ca(OH) ₂		6.41	6.01	6.21 a	6.08	5.45	5.77 a	1745	1849	1797 ab
	MgSO ₄		5.68	5.33	5.50 bc	5.21	4.56	4.88 b	1609	1288	1448 b
Plaas	Gem. ²		5.99 a	5.31 b	5.65	5.51 a	4.70 b	5.11	1624 a	1422 a	1523
Bemesting	Kontrole	30-60	5.39	5.36	5.37 a	4.75	4.79	4.77 a	1586	1506	1546 a
	CaSO ₄		5.22	5.21	5.21 a	4.84	4.67	4.76 a	1043	859	951 b
	Ca(OH) ₂		5.37	5.29	5.33 a	4.88	4.52	4.70 a	1695	1681	1688 a
	MgSO ₄		5.25	5.36	5.30 a	4.80	4.67	4.73 a	963	722	842 b
Plaas	Gem. ²		5.32 a	5.29 a	5.31	4.79 a	4.69 a	4.74	1232 a	1191 a	1212
Bemesting	Kontrole	60-90	4.86	5.54	5.20 a	4.24	4.82	4.53 a	1616	1703	1660 a
	CaSO ₄		5.12	5.39	5.26 a	4.35	4.62	4.49 a	1130	1131	1131 b
	Ca(OH) ₂		4.98	5.42	5.20 a	4.36	4.65	4.51 a	1608	1569	1588 a
	MgSO ₄		4.85	5.60	5.23 a	4.38	4.72	4.55 a	791	745	768 c
Plaas	Gem. ²		4.90 b	5.55 a	5.23	4.11 b	4.92 a	4.52	1286 a	1257 a	1272

¹ Behandelinggemiddeldes vir dieselfde gemete eienskap en diepte, gevolg deur dieselfde letters, verskil nie betekenisvol nie by $P = 0.05$.

² Plaasgemiddeldes vir dieselfde gemete eienskap en diepte, gevolg deur dieselfde letters, verskil nie betekenisvol nie by $P = 0.05$.

Dit kan moontlik toegeskryf word aan 'n hoër soutkonsentrasie in die grondoplossing, soos deur die betekenisvolle laer R_s aangedui word (Tabel 3.2). Dit is bekend dat 'n toegevoegde sout waterstof ione vanaf die grondkolloïed kan verplaas om sodoende die grond-pH te verlaag (Mengel & Kirkby, 1987a).

Volgens Tabel 3.3 was die betekenisvolle verhoging wat CaSO_4 en Ca(OH)_2 op ekstraheerbare Ca het, beperk tot die 0-30 cm grondlaag. Daarteenoor het MgSO_4 egter 'n betekenisvolle verhoging in ekstraheerbare Mg bewerkstellig tot in die 60-90 cm grondlaag van Kersfontein (Tabel 3.3). Van die moontlike redes vir die verskil tussen die Mg- en Ca-bewegings, is die hoë oplosbaarheid van MgSO_4 teenoor die van CaSO_4 en Ca(OH)_2 (Hodgman, 1950) en die swakker adsorpsie van Mg aan die grondkolloïede, in vergelyking met Ca (Mengel & Kirkby, 1987a). Beide die twee faktore sal daartoe bydra dat Mg meer beweeglik as Ca in die grond is. Dit is egter onbekend waarom MgSO_4 slegs by Kersfontein die ekstraheerbare Mg van die 60-90 cm horison betekenisvol kon verhoog het.

Wat K betref kon slegs MgSO_4 die ekstraheerbare K van die 0-30 cm grondlaag by Kersfontein betekenisvol verlaag (Tabel 3.3). Volgens Mengel & Kirkby (1987a) sal 'n hoë konsentrasie van voedingstowwe in die grondoplossing die loging daarvan bevorder. Die verlaging het moontlik plaasgevind deurdat Mg, K op die grondkolloïed verplaas het om sodoende die konsentrasie van K in die grondoplossing en die loging van K te verhoog. Die verhoogde loging van K het dus gelei tot 'n betekenisvolle verlaging in ekstraheerbare K van die 0-30 cm grondlaag. Die afname in loging van katione met 'n toename in diepte a.g.v. 'n hoër klei-inhoud (Mengel & Kirkby, 1987a), kan as rede dien waarom MgSO_4 slegs die ekstraheerbare K van die 0-30 cm grondlaag by Kersfontein betekenisvol kon verlaag het. Die K-inhoud van die 0-30 cm grondlaag by Kersfontein was egter nog steeds bo die breë norm, wat normaalweg as optimaal vir wingerdverbouing beskou word, van 4% K-versadiging (Tabel 3.4).

Tabel 3.3. Die invloed van verskillende bemestingbehandelings op die ekstraheerbare katione van grond vanaf twee plase (Meerlus en Kersfontein) in die Paardeberg omgewing, een jaar na toediening.

Hoofeffekte	Beh.	Meerlus	Kersf.	Beh. ¹ Gem.	Meerlus	Kersf.	Beh. ¹ Gem.	Meerlus	Kersf.	Beh. ¹ Gem.	Meerlus	Kersf.	Beh. ¹ Gem.		
		Ca			Mg ^{2,3}			K ²			Na				
		(cmol _c kg ⁻¹)													
		Diepte (cm)													
Bemesting	Kontrole	0-30	1.41	1.34	1.37 b	0.45 b	0.45 bc	0.45	0.25 c	0.36 a	0.30	0.05	0.06	0.06 a	
	CaSO ₄		2.46	2.00	2.23 a	0.30 cd	0.20 d	0.25	0.27 bc	0.31 ab	0.29	0.04	0.04	0.04 bc	
	Ca(OH) ₂		2.60	2.17	2.39 a	0.38 bc	0.32 bcd	0.35	0.25 c	0.32 ab	0.29	0.04	0.05	0.05 ab	
	MgSO ₄		1.17	0.94	1.05 c	1.07 a	1.17 a	1.12	0.26 c	0.28 bc	0.27	0.02	0.04	0.03 c	
Plaas	Gem. ⁴		2.00 a	1.52 b	1.76	0.55	0.54	0.55	0.25 b	0.32 a	0.29	0.03 b	0.05 a	0.04	
Bemesting	Kontrole	30-60	2.13	1.93	2.03 a	0.55 c	0.53 c	0.54	0.19 a	0.25 a	0.23	0.08	0.09	0.09 a	
	CaSO ₄		1.83	2.03	1.93 a	0.54 c	0.58 c	0.56	0.22 a	0.30 a	0.26	0.09	0.09	0.09 a	
	Ca(OH) ₂		1.77	1.59	1.68 a	0.48 c	0.47 c	0.47	0.19 a	0.29 a	0.24	0.08	0.08	0.08 ab	
	MgSO ₄		1.50	1.35	1.43 a	1.08 b	1.60 a	1.34	0.18 a	0.28 a	0.23	0.06	0.05	0.05 b	
Plaas	Gem. ⁴		1.75 a	1.78 a	1.77	0.66	0.80	0.73	0.20 b	0.28 a	0.24	0.08 a	0.08 a	0.08	
Bemesting	Kontrole	60-90	1.47	1.51	1.49 a	1.22 abc	0.95 cd	1.08	0.18 a	0.19 a	0.19	0.16	0.11	0.14 a	
	CaSO ₄		1.62	1.57	1.59 a	1.04 bcd	0.95 cd	0.99	0.18 a	0.19 a	0.19	0.14	0.12	0.13 a	
	Ca(OH) ₂		1.74	1.65	1.56 a	0.97 bcd	0.85 d	0.91	0.19 a	0.19 a	0.19	0.14	0.11	0.13 a	
	MgSO ₄		1.55	1.81	1.68 a	1.24 ab	1.49 a	1.37	0.17 a	0.20 a	0.18	0.13	0.12	0.12 a	
Plaas	Gem. ⁴		1.44 b	1.72 a	1.58	1.12	1.06	1.09	0.18 a	0.19 a	0.19	0.15 a	0.11 b	0.13	

¹ Behandelinggemiddeldes vir dieselfde gemete eienskap en diepte, gevolg deur dieselfde letters, verskil nie betekenisvol nie by P = 0.05.

² Gemiddeldes vir dieselfde diepte, gevolg deur dieselfde letters, verskil nie betekenisvol nie by P = 0.05.

³ As gevolg van die betekenisvolle interaksie tussen hoofeffekte kan plaas- en behandelinggemiddeldes nie statisties met mekaar vergelyk word nie.

⁴ Plaasgemiddeldes vir dieselfde gemete eienskap en diepte, gevolg deur dieselfde letters, verskil nie betekenisvol nie by P = 0.05.

Aangesien die gronde by Meerlus en Kersfontein egter 'n geskiedenis van kalktoediening het, word 'n K-inhoud van 70 - 80 mg kg⁻¹ (0.18-0.21 cmol_ckg⁻¹) as optimaal beskou vir wingerdverbouing op die gronde (Conradie, 1994). Volgens Tabel 3.3 is die K-inhoud van die 0-30 cm en 30-60 cm grondlae van Kersfontein egter bo hierdie norm.

Volgens Thomas & Hipp (1968) sal 'n verlaging in grond-pH die konsentrasie van K in die grondoplossing verhoog. Volgens Mengel & Kirkby (1987a) kan die verhoging van K in die grondoplossing moontlik die loging van hierdie kation bevorder. Die betekenisvol laer grond-pH van Kersfontein se 0-30 cm grondlaag in vergelyking met Meerlus (Tabel 3.2), kan dus moontlik daartoe bydra dat MgSO₄ slegs by Kersfontein, die ekstraheerbare K van die 0-30 cm grondlaag betekenisvol verlaag het (Tabel 3.3).

Volgens Mengel & Kirkby (1987a) is Ca 'n meer effektiewe uitruiler as Mg a.g.v. die kleiner gehidrateerde ioongrootte van Ca. Die gemak waarmee katione mekaar verplaas hang egter ook af van hul relatiewe konsentrasie in die grondoplossing. Aangesien die oplosbaarheid van CaSO₄ en Ca(OH)₂ so laag is, is dit moontlik dat 'n gedeelte van die Ca wat as ekstraheerbaar in Tabel 3.3 genoteer word, as minder oplosbare bemesting in die grond voorkom. Dit wil dus voorkom of die hoër oplosbaarheid van MgSO₄ in vergelyking met die ander bemestingstowwe, veroorsaak dat Mg 'n meer effektiewe uitruiler vir K is as Ca.

Kalsiumhidroksied het nie net die ekstraheerbare Ca nie, maar ook die pH van die 0-30 cm grondlaag betekenisvol verhoog (Tabel 3.2). Die verhoging in pH behoort ook die kationuitruilkapasiteit (KUK) te verhoog (Brady & Weil, 2000), aangesien kaoliniet die dominante kleimineraal is (data nie aangetoon nie), en die uitruilbare Al van die gronde te verlaag (Thomas & Hipp, 1968). Beide hierdie twee faktore sal die K konsentrasie in die grondoplossing (Thomas & Hipp, 1968; Brady & Weil, 2000) en sodoende ook die loging van K verlaag (Mengel & Kirkby, 1987a). Die verplasing van uitruilbare K deur Ca afkomstig van Ca(OH)₂ kan egter sodanige verlaging teenwerk.

Tabel 3.4. Die invloed van verskillende bemestingbehandelings op die ekstraheerbare suurheid, kaliumversadiging en fosfor van grond vanaf twee plase (Meerlus en Kersfontein) in die Paardeberg omgewing, een jaar na toediening.

Hoofeffekte	Beh.	Meerlus	Kersf.	Beh. ¹ Gem.	Meerlus	Kersf.	Beh. ¹ Gem.	Meerlus	Kersf.	Beh. ¹ Gem.	
	Diepte (cm)	H (cmol _c kg ⁻¹)			K-vers. ² (%)			P (mg kg ⁻¹)			
Bemesting	Kontrole	0-30	1.00	1.07	1.03 a	7.91	10.98	9.35	38.4	34.9	36.6 a
	CaSO ₄		0.94	1.09	1.01 a	6.73	8.52	7.59	40.0	34.9	37.4 a
	Ca(OH) ₂		0.45	0.64	0.54 b	6.72	9.14	8.01	35.5	37.3	36.4 a
	MgSO ₄		0.97	1.11	1.04 a	7.45	7.91	7.69	42.2	27.2	34.7 a
Plaas	Gem. ³		0.84 b	0.98 a	0.91	6.81	9.38	8.17	39.0 a	33.6 a	36.3
Bemesting	Kontrole	30-60	1.48	1.22	1.35 a	4.29	6.22	5.42	27.2	20.9	24.1 a
	CaSO ₄		1.16	1.31	1.24 a	5.73	6.96	6.37	25.0	22.0	23.5 a
	Ca(OH) ₂		1.28	1.31	1.29 a	5.00	7.75	6.38	23.0	21.6	22.3 a
	MgSO ₄		1.24	1.20	1.22 a	4.43	6.25	5.39	23.1	18.8	21.0 a
Plaas	Gem. ³		1.29 a	1.26 a	1.28	5.03	6.67	5.85	24.6 a	20.8 b	22.7
Bemesting	Kontrole	60-90	2.05	1.09	1.57 a	3.54	4.94	4.25	17.3	17.4	17.4 a
	CaSO ₄		2.03	1.17	1.60 a	3.59	4.75	4.22	21.3	17.9	19.6 a
	Ca(OH) ₂		1.92	1.17	1.54 a	3.83	4.79	4.39	18.0	18.3	18.1 a
	MgSO ₄		1.86	1.10	1.48 a	3.43	4.24	3.73	16.6	16.3	16.5 a
Plaas	Gem. ³		1.96 a	1.13 b	1.55	3.71	4.51	4.19	18.3 a	17.5 a	17.9

¹ Behandelinggemiddeldes vir dieselfde gemete eienskap en diepte, gevolg deur dieselfde letters, verskil nie betekenisvol nie by P = 0.05.

² Kaliumversadiging word uitgedruk as die persentasie wat ekstraheerbare K van die T-waarde uitmaak (T = basies katione + ekstraheerbare H).

³ Plaasgemiddeldes vir dieselfde gemete eienskap en diepte, gevolg deur dieselfde letters, verskil nie betekenisvol nie by P = 0.05.

Die verhoging in grond-pH het dus saam met die lae oplosbaarheid van $\text{Ca}(\text{OH})_2$ die effektiwiteit van die bemestingstof, om K vanaf die grondkolloïed te verplaas, beperk. Hierdie beperking het moontlik daartoe bygedra dat $\text{Ca}(\text{OH})_2$ nie daarin geslaag het om die ekstraheerbare K van die grondlae betekenisvol te verlaag nie (Tabel 3.3).

Magnesiumsulfaat het die ekstraheerbare Ca en CaSO_4 die ekstraheerbare Mg van die 0-30 cm grondlaag betekenisvol verlaag (Tabel 3.3). Dit wil egter voorkom of die verhoging in grond-pH deur $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Tabel 3.2) die loging van Mg en sodoende verlaging in ekstraheerbare Mg, beperk het (Tabel 3.3). Volgens Mengel & Kirkby (1987a) adsorbeer Na swakker as K aan die grondkolloïed. Dit is moontlik waarom MgSO_4 die ekstraheerbare Na van die 0-30 cm en 30-60 cm grondlae betekenisvol verlaag het. Kalsiumsulfaat het ook die ekstraheerbare Na van die 0-30 cm grondlaag betekenisvol verlaag. Die verhoging in grond-pH deur $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Tabel 3.2) het moontlik ook die loging van Na en sodoende verlaging in ekstraheerbare Na beperk (Tabel 3.3).

In ooreenstemming met 'n betekenisvolle verhoging in grond-pH (Tabel 3.2), het $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ook die ekstraheerbare H van die 0-30 cm grondlaag betekenisvol verlaag (Tabel 3.4). Mengel & Kirkby (1987c) het ook gevind dat, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -bemesting, die vry H-konsentrasie in die grondoplossing verlaag. Bemesting het egter geen betekenisvolle invloed op die P-inhoud van die grond gehad nie.

3.4.1.2 Wingerdprestasie

As gevolg van die beter positiewe korrelasie wat gevind is tussen die K-inhoud van dopkontak-sap en wyn ($\alpha = 0.001$; $r^2 = 0.579$), in vergelyking met sap sonder dopkontak (geen betekenisvolle korrelasie; $r^2 = 0.002$), sal daar in die artikel slegs van dopkontak-sap analyses gebruik gemaak word.

Alhoewel bemesting geen betekenisvolle invloed op lower- (Tabel 3.5) of troseienskappe in vergelyking met die kontrole (Tabel 3.6) gehad het nie, het dit wel sapsamestelling betekenisvol verander (Tabel 3.7).

Volgens Tabel 3.7 het Ca(OH)_2 en MgSO_4 die suikerinhoud by Kersfontein betekenisvol verhoog. In teenstelling hiermee het Ca- en Mg-bemesting by Meerlus geen betekenisvolle effek op suikerinhoud van sap in vergelyking met die kontrole gehad nie. Die resultate stem moontlik ooreen met navorsing deur Ruhl *et al.* (1992), Daverede & Garcia (2000) en Gallego (1999) wat ook geen effek met onderskeidelik MgSO_4 -, CaCl_2 - en CaCO_3 -bemesting op die suikerinhoud van sap gevind het nie. Plantreaksie op CaCl_2 - en CaSO_4 -bemesting kan moontlik met mekaar vergelyk word, aangesien beide 'n neutrale sout is. Volgens Daverede & Garcia (2000) was die Cl-konsentrasies in die bogenoemde geval ook te laag om toksies vir die wingerdstok te wees. Alhoewel Ca(OH)_2 meer reaktief as CaCO_3 is (Mengel & Kirkby, 1987c), kan die plantreaksie op die twee bemestingstowwe ook met mekaar vergelyk word aangesien die grondreaksie op beide dieselfde is.

Volgens Marcelin (1974) word wingerdprestasie nadelig beïnvloed deur grond $\text{pH}'_{\text{(KCl)}}$ van laer as 5. Conradie (1983) het ook bevind dat die onderstokkultivar 99 Richter (die onderstokkultivar by Meerlus) baie meer geskik is vir suur gronde ($\text{pH}_{\text{(KCl)}} < 5$) as 101-14 Mgt (die onderstokkultivar by Kersfontein). Tabel 3.2 toon dat die bogrond-pH van Kersfontein ($\text{pH}_{\text{(KCl)}}$ van 4.70) betekenisvol laer is as die van Meerlus ($\text{pH}_{\text{(KCl)}}$ van 5.51). Volgens Tabel 3.1 is die grond by Kersfontein ook vlakker gemengdol en besit die stokke by Kersfontein gevolglik 'n vlakker wortelstelsel wat swakker verspreid is as by Meerlus. Uit bogenoemde wil dit dan voorkom of die fisiese en chemiese grondeienskappe by Kersfontein minder optimaal is vir wingerdverbouing as in die geval van Meerlus. Daar kan dus verwag word dat, indien bemesting 'n positiewe effek op suikerinhoud van sap het, dit meer prominent in die geval van Kersfontein sal wees. Die spesifieke meganisme betrokke by die verhoging van die suikerinhoud van sap deur Ca(OH)_2 en MgSO_4 (Tabel 3.7) is egter onbekend.

Tabel 3.5. Die invloed van bemesting- en lowerbehandelings op die lowerdigtheid en lootlengte van wingerde op twee plase (Meerlus en Kersfontein) in die Paardeberg omgewing; 1999/00 groeiseisoen.

Hoofeffekte	Beh.	Meerlus	Kersf.	Beh. ¹ Gem.	Meerlus	Kersf.	Beh. ¹ Gem.
				% Volson ²		Tot. lengte loot ⁻¹ (cm)	
Lower	1	17.0	32.6	24.8 a	107.8 bc ³	154.8 a	131.3 ⁴
	2	10.5	16.7	13.6 b	103.9 bc	123.0 b	113.5
	3	7.2	17.1	12.1 b	91.9 c	103.9 bc	97.9
Bemesting	Kontrole	11.2	22.3	16.8 ab	102.8	129.5	116.1 a
	CaSO ₄	12.8	24.9	18.8 a	100.1	112.9	106.5 a
	Ca(OH) ₂	12.3	22.3	17.3 ab	97.5	130.0	113.8 a
	MgSO ₄	10.0	19.0	14.5 b	104.3	136.5	120.4 a
Plaas	Gem. ⁵	11.6 b	22.1 a	16.9	101.2 ⁴	127.2	114.4
				Skadutrosse (%)		BLG	
Lower	1	32	14	23 c	1.3	0.9	1.1 c
	2	48	38	43 b	2.1	1.8	2.0 b
	3	76	76	76 a	3.3	3.3	3.3 a
Bemesting	Kontrole	55	43	48 a	2.1	1.9	2.0 a
	CaSO ₄	46	41	43 a	2.2	1.9	2.0 a
	Ca(OH) ₂	55	41	47 a	2.3	2.1	2.3 a
	MgSO ₄	53	46	49 a	2.3	2.2	2.2 a
Plaas	Gem. ⁵	52 a	42 b	47	2.2 a	2.0 a	2.1

Lower 1: Suier tot twee lote per draer, vertikale posisionering van lote, tip van lote soos nodig en verwydering van geel blare en sylote in trossone

Lower 2: Suier tot drie lote per draer, vertikale posisionering van lote en top van lote voor deurslaan

Lower 3: Vertikale posisionering en top van lote voor deurslaan

¹ Behandelinggemiddeldes vir dieselfde gemete eienskap en hoofeffek, gevolg deur dieselfde letters, verskil nie betekenisvol nie by P = 0.05.

² Volson = 1252 $\mu\text{mol foton m}^{-2} \text{ s}^{-1}$

³ Gemiddeldes vir dieselfde hoofeffek, gevolg deur dieselfde letters, verskil nie betekenisvol nie by P = 0.05.

⁴ As gevolg van die betekenisvolle interaksie tussen hoofeffekte kan behandeling- en plaasgemiddeldes nie statisties met mekaar vergelyk word nie.

⁵ Plaasgemiddeldes vir dieselfde gemete eienskap en hoofeffek, gevolg deur dieselfde letters, verskil nie betekenisvol nie by P = 0.05.

BLG = Blaarlaaggetal

Tabel 3.6. Die invloed van bemesting- en lowerbehandelings op troseienskappe van wingerde op twee plase (Meerlus en Kersfontein) in die Paardeberg omgewing; 1998/99 groeiseisoen.

Hoofeffekte	Beh.	Meerlus	Kersf.	Beh. ¹ Gem.	Meerlus	Kersf.	Beh. ¹ Gem.
		Oesmassa stok ¹ (kg)			Massa tros ⁻¹ (g)		
Lower	1	3.89	2.05	2.97 c	127.1	95.6	111.3 a
	2	5.04	2.22	3.63 b	126.1	94.1	110.1a
	3	5.10	3.18	4.14 a	106.3	77.8	94.1 b
Bemesting	Kontrole	4.77	2.75	3.76 a	119.4	91.9	105.6 a
	CaSO ₄	4.65	2.76	3.71 a	118.7	88.9	103.8 a
	Ca(OH) ₂	4.56	2.24	3.40 a	118.9	87.5	104.6 a
	MgSO ₄	4.73	2.17	3.45 a	122.3	92.4	108.7 a
Plaas	Gem. ²	4.68 a	2.48 b	3.58	119.8 a	90.2 b	105.0
		Aantal trosse stok ¹			Massa korrel ⁻¹ ⁽³⁾ (g)		
Lower	1	31	21	26 c	1.19 a	1.62 a	1.41 ⁴
	2	40	24	32 b	1.24 a	1.63 a	1.44
	3	48	44	46 a	1.23 a	1.45 b	1.34
Bemesting	Kontrole	41	30	35 a	1.23 a	1.51 a	1.37
	CaSO ₄	40	32	36 a	1.24 a	1.59 a	1.42
	Ca(OH) ₂	39	26	33 a	1.22 a	1.59 a	1.41
	MgSO ₄	39	24	32 a	1.18 a	1.57 a	1.38
Plaas	Gem. ²	40 a	26 b	33	1.22 ⁴	1.56	1.39

Lower 1: Suier tot twee lote per draer, vertikale posisionering van lote, tip van lote soos nodig en verwydering van geel blare en sylote in trossone

Lower 2: Suier tot drie lote per draer, vertikale posisionering van lote en top van lote voor deurslaan

Lower 3: Vertikale posisionering en top van lote voor deurslaan

¹ Behandelinggemiddeldes vir dieselfde gemete eienskap en hoofeffek, gevolg deur dieselfde letters, verskil nie betekenisvol nie by P = 0.05.

² Plaasgemiddeldes vir dieselfde gemete eienskap en hoofeffek, gevolg deur dieselfde letters, verskil nie betekenisvol nie by P = 0.05

³ Gemiddeldes vir dieselfde plaas en hoofeffek, gevolg deur dieselfde letters, verskil nie betekenisvol nie by P = 0.05.

⁴ As gevolg van die nie-homogeniteit van variasie tussen plase kan plaas- en behandelinggemiddeldes nie afsonderlik betekenisvol met mekaar vergelyk word nie.

Tabel 3.7. Die invloed van bemesting- en lowerbehandelings op die pH, suurinhoud en suikerinhoud van sap ¹ afkomstig van wingerd op twee plase (Meerlus en Kersfontein) in die Paardeberg omgewing; 98/99 groeiseisoen.

Hoofeffekte	Beh.	Meerlus	Kersf.	Beh. ² Gem.	Meerlus	Kersf.	Beh. ² Gem.	Meerlus	Kersf.	Beh. ² Gem.
		pH ³			Titreerbare suur ³ (g dm ⁻³)			Suiker ³ (°B)		
Lower	1	3.76 b	3.45 a	3.61	- ⁴	7.85 a	-	22.24 a	23.13 a	22.69
	2	3.90 a	3.63 a	3.77	-	6.24 a	-	21.83 b	22.61 a	22.22
	3	3.66 b	3.48 a	3.57	-	7.48 a	-	20.71 c	22.95 a	21.83
Bemesting	Kontrole	3.95 a	3.35 b	3.65	-	7.30 a	-	21.50 ab	22.20 c	21.85
	CaSO ₄	3.78 b	3.43 b	3.61	-	8.14 a	-	21.92 a	22.20 c	22.06
	Ca(OH) ₂	3.70 b	3.55 ab	3.63	-	6.83 a	-	21.60 ab	23.08 b	22.34
	MgSO ₄	3.67 b	3.75 a	3.71	-	6.49 a	-	21.35 b	24.10 a	22.73
Plaas ²	Gem.	3.77	3.52	3.65	-	7.19	-	21.59	22.90	22.24

Lower 1: Suier tot twee lote per draer, vertikale posisionering van lote, tip van lote soos nodig en verwydering van geel blare en sylote in trossone.

Lower 2: Suier tot drie lote per draer, vertikale posisionering van lote en top van lote voor deurslaan.

Lower 3: Vertikale posisionering en top van lote voor deurslaan.

¹ Dopkontak-sap is vir ontledings gebruik.

² As gevolg van die nie-homogeniteit van variasie tussen plase kan plaas- en behandelinggemiddeldes nie statisties met mekaar vergelyk word nie.

³ Gemiddeldes vir dieselfde plaas, gemete eienskap en hoofeffek, gevolg deur dieselfde letters, verskil nie betekenisvol nie by P = 0.10.

⁴ Die TS van Meerlus word nie weergegee nie a.g.v. foutiewe analises.

Slegs by Meerlus het toegediende Ca- en Mg-bemesting die pH van die sap betekenisvol verlaag, terwyl $MgSO_4$ dit by Kersfontein betekenisvol verhoog het (Tabel 3.7). Volgens Boulton (1980a) word die pH van sap en wyn hoofsaaklik deur die WSS:AS verhouding, TS, Na- en K-inhoud daarvan bepaal. Aangesien Ca- en Mg-bemesting by Meerlus geen betekenisvolle invloed op die Na- en K-inhoud van sap getoon het nie (data nie aangetoon nie), word daar aanvaar dat Ca- en Mg-bemesting die sap-pH verlaag het deur die TS (hierdie data is nie vir Meerlus beskikbaar nie) en/of WSS:AS (hierdie data is ook nie beskikbaar nie) verhouding van die sap te verhoog.

Daverede & Garcia (2000) het op wingerd wat hidroponies verbou is, ook 'n betekenisvolle verlaging in sap-pH verkry met die toediening van 'n oormaat Ca as $CaCl_2$ en die verlaging in sap-pH aan 'n K/Ca antagonisme toegeskryf, wat die K-inhoud en sodoende ook die pH van sap betekenisvol verlaag het.

Geen betekenisvolle K/Ca antagonisme het egter by Meerlus se $CaSO_4$ -behandeling voorgekom nie, aangesien daar geen betekenisvolle verlaging in die K-status van die wingerdstok (soos aangedui deur die K-inhoud van bladsteele) en die K-inhoud van sap was nie (data nie aangetoon nie). Dit kan moontlik toegeskryf word aan 'n te lae toegediende Ca-konsentrasie en die feit dat Ca nie goed genoeg met diepte verspreid was nie (Tabel 3.3). Die konsentrasie van K in die grondoplossing kan egter ook 'n invloed op 'n K/Ca antagonisme hê.

Volgens Maathuis & Sanders (1996) het aktiewe opname van K by hoër plante 'n hoër selektiwiteit vir K as in die geval van passiewe opname. Die afleiding word dus gemaak dat die moontlikheid van 'n K/Ca antagonisme sal toeneem met 'n toename in die belangrikheid van passiewe K-opname. Epstein (1973) het dan ook bewys dat 'n hoë eksterne Ca konsentrasie die passiewe opname van K kan beperk. Volgens Maathuis & Sanders (1996) sal passiewe opname dominant wees by hoë eksterne K konsentrasies in die millimolare

gebied, terwyl aktiewe opname dominant sal wees by laer konsentrasies in die mikromolare gebied. As gevolg van die uitputtingsone van K, wat rondom die oppervlakte van wortels vorm, word K in die meeste gronde in die mikromolare konsentrasie gebied opgeneem. Indien dus aanvaar word dat die aktiewe opname van K ook by Meerlus 'n belangrike rol gespeel het, kon dit ook die moontlikheid van 'n K/Ca antagonisme beperk het.

Die voorkoms van 'n K/Ca antagonisme wat deur Daverede & Garcia (2000) beskryf is, kan ook verklaar word, aangesien die belangrikheid van passiewe K-opname moontlik onder hidroponiese toestande sal toeneem en sodoende die moontlikheid van 'n K/Ca antagonisme sal bevorder.

Dit wil dus voorkom of die CaSO_4 -behandeling by Meerlus die sap-pH verlaag het deur die sintese en/of behoud van sekere sure te bevorder. Die rede hiervoor is egter onbekend aangesien dit in teenstelling is met navorsing deur Daverede & Garcia (2000). Hierdie outeurs het bevind dat CaCl_2 -bemesting die appelsuurinhoud (AS-inhoud) van sap betekenisvol verlaag, terwyl dit geen betekenisvolle invloed op TS en wynsteensuurinhoud (WSS-inhoud) van sap het nie.

Gallego (1999) het 'n betekenisvolle verhoging in WSS en verlaging in K-inhoud van sap in reaksie op CaCO_3 -bemesting op vier verskillende grondtipes ondervind. Alhoewel dit nie betekenisvol was nie, is ook 'n verlaging in sap-pH op al vier verskillende grondtipes, ondervind. Gallego (1999) verklaar die verlaging in sap-pH ook aan die hand van 'n K/Ca antagonisme.

Net soos in die geval van die CaSO_4 -behandeling by Meerlus, is dit ook onwaarskynlik dat die betekenisvolle verlaging in sap-pH by Meerlus se Ca(OH)_2 -behandeling aan 'n K/Ca antagonisme toegeskryf kan word deurdad Ca(OH)_2 -bemesting nie tot 'n betekenisvolle verlaging in die K-status van die wingerd en sap-K by Meerlus gelei het nie (data nie

aangetoon nie). Dit is ook onwaarskynlik dat die verhoging in grond-pH die K-konsentrasie van die grondoplossing in so 'n mate kon verlaag het dat dit K-opname beperk het, aangesien die opname van K onafhanklik is van die K-konsentrasie in die grond, solank 'n tekort nie voorkom nie (Boulton, 1980b) of passiewe K-opname nie 'n belangrike rol speel nie (Maathuis & Sanders, 1996). As gevolg van die hoë K-konsentrasie van veral die bo-grond van Meerlus (Tabel 3.3; 3.4) en die feit dat die verhoging in grond-pH slegs tot op 'n 0-30 cm grondlaag beperk is (Tabel 3.2), is dit onwaarskynlik dat K-opname betekenisvol gestrem sou word.

Volgens Thomas & Hipp (1968) kan bekalking ook lei tot 'n verhoging in die opname van K deur plantwortels, aangesien dit die wortelmassa kan verhoog. Conradie (1983) het egter bevind dat die verhoging in grond-pH_(KCl) van 5 tot 6, d.m.v. bekalking die totale wortelmassa van die onderstok 99 Richter betekenisvol verlaag. Dit is egter onwaarskynlik dat Ca(OH)₂ 'n groot invloed op die totale wortelmassa in die proef gehad het, aangesien die betekenisvolle verhoging in grond-pH beperk was tot die 0-30 cm grondlaag en metings slegs een jaar na bemesting geneem is.

Soos in die geval van CaSO₄, wil dit voorkom of Ca(OH)₂ die sap-pH betekenisvol verlaag het deurdat dit die sintese en/of behoud van sekere sure by Meerlus bevorder het. Die rede hiervoor is egter ook onbekend.

Volgens Tabel 3.7 het ook MgSO₄ by Meerlus die sap-pH betekenisvol verlaag. Dit stem ooreen met resultate van Ruhl *et al.* (1992) wat ook 'n betekenisvolle verlaging in wyn-pH van Chardonnay in reaksie op MgSO₄-bemesting ondervind het. Volgens die outeurs was die verlaging te verwagte a.g.v. die voorkoms van 'n moontlike K/Mg antagonisme wat deur Loué, Gaynard & Morard (1987), soos in Ruhl *et al.* (1992) gerapporteer word, by wingerd beskryf is. Die verwagte antagonisme het egter nie voorgekom in die proef van Ruhl *et al.* (1992) nie, aangesien daar geen betekenisvolle verskil in K-inhoud van wyne was nie.

Mengel & Kirkby (1987b) het ook die moontlikheid bespreek dat 'n toename in Mg-bemesting die K-inhoud van plante kan verlaag d.m.v. 'n K/Mg antagonisme. By Meerlus se MgSO_4 -behandeling het geen K/Mg antagonisme voorgekom nie, aangesien daar geen betekenisvolle verlaging in die K-inhoud van sap was nie (data nie aangetoon nie). Volgens Conradie & Saayman (1989a) is 'n Mg geïnduseerde K tekort (K/Mg antagonisme) tot nou toe nog nie in SA in wingerd geïdentifiseer nie. Die teenoorgestelde tendens kom egter algemeen in blaarontledings voor (Conradie, 1994; Garcia *et al.* 1999).

Soos in die geval van CaSO_4 en Ca(OH)_2 wil dit voorkom of MgSO_4 die sintese en/of behoud van sekere sure by Meerlus bevorder het om sodoende 'n betekenisvolle verlaging in sap-pH te bewerkstellig. Die rede vir die invloed van MgSO_4 op die suurinhoud van sap is egter onbekend.

Daar kan op hierdie stadium slegs gespekuleer word waarom Ca- en Mg-bemesting slegs by Meerlus die sap-pH betekenisvol verlaag het en Mg-bemesting dit by Kersfontein betekenisvol verhoog het, aangesien daar te veel verskille tussen Meerlus en Kersfontein voorkom. Navorsing deur Ruhl *et al.* (1992) toon egter dat die invloed van bemesting op wyn-pH tussen kultivars kan verskil, aangesien MgSO_4 -bemesting in 'n proef slegs die wyn-pH van een uit drie kultivars betekenisvol verlaag het. Conradie (1983) het ook bewys dat bekalking die K-inhoud van lote verskillend kan beïnvloed, afhangende van die onderstokkultivar en die verhoging in grond-pH wat bewerkstellig word. Die verwantskap wat bestaan tussen die K-inhoud en pH van sap en wyn (Boulton, 1980a), maak dit dus moontlik om die afleiding te maak dat die moontlike effek van bekalking op sap- en wyn-pH sal verskil afhangende van die verhoging in grond-pH en onderstokkultivar.

Volgens Jackson & Lombard (1993) styg die pH en suikerinhoud van sap tydens rypwording gewoonlik parallel met mekaar. Die betekenisvolle hoër suikerinhoud van sap van die Ca(OH)_2 - en MgSO_4 -behandelings by Kersfontein (Tabel 3.7) kan dus moontlike verskille in

sap-pH by Kersfontein verskuil en as verklaring dien vir die betekenisvolle pH-verhoging in die geval van $MgSO_4$.

Die verskil in die reaksie van suikerinhoud op bemesting (Tabel 3.7), onder-, bostokkultivar en bogrond-pH (Tabel 3.2) tussen Meerlus en Kersfontein kan dus moontlik die redes wees waarom sap-pH by die twee plase verskillend gereageer het op Ca- en Mg-bemesting

3.4.2 Lowerbestuur

Soos verwag het loot- (suier), syloot- en blaarverwydering 'n betekenisvolle verlaging in lowerdigtheid, soos deur blaarlaaggetal (BLG) aangedui word, veroorsaak (Tabel 3.5). Stralingsenergie, as fotosintetiese foton vloeitempo (FFVT) gemeet, toon dat 'n blaarlaaggetal (BLG) van 1.1 en 3.3 vir die mees deurligte lower en die digste lower respektiewelik, onderskeidelik 24.8 % volson ($310 \mu\text{mol foton m}^{-2} \text{s}^{-1}$) en 12.1 % volson ($152 \mu\text{mol foton m}^{-2} \text{s}^{-1}$) stralingsenergie in die trossone tot gevolg gehad het (die volsonlesing was $1252 \mu\text{mol foton m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Onder hierdie kondisies was die FFVT waardes vir die digste lower egter nog ver bo die kritiese ligkompensasiepunt van $30 \mu\text{mol foton m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (onder hierdie waarde word daar geen netto toename in koolhidrate in die blaar verkry nie) wat deur Archer & Strauss (1989) voorgestel word. Die optimale BLG verskil tussen kultivars en klimate (Smart, 1985) en volgens E. Archer (Dept. Wingerd- en Wynkunde, US, RSA, persoonlike mededeling, 2000) is daar aanduidings dat, in die Paardebergomgewing, 'n BLG van 3-4 optimaal kan wees vir kwaliteit. Dit is dus moontlik dat die negatiewe effek van digte lower op pH (Jackson & Lombard, 1993) nie in die proef waargeneem is nie a.g.v. die reeds lae lowerdigtheid van die nie gesuierde kontrole persele (Lower 3).

Die betekenisvolle verskil in persentasie volson tussen Meerlus en Kersfontein, dui op 'n hoër lowerdigtheid vir Meerlus (Tabel 3.5). Dit kan grootliks toegeskryf word aan 'n hoër gemiddelde aantal lote per lopende meter kordon by Meerlus (19 lote m^{-1}) teenoor Kersfontein (17 lote m^{-1}). Die feit dat R 99 (Meerlus) sterker groeikrag as 101-14 Mgt

(Kersfontein) in die bostokkultivar induseer, kon ook 'n bydrae gelewer het tot die hoër lowerdigtheid by Meerlus, aangesien daar geen verskil in groeikrag tussen die bostokkultivars is nie (Orffer, 1979; Carstens, Burger & Kriel, 1981).

Intensiewe suier van Lower 1 het by Kersfontein 'n sterker groeikrag van lote tot gevolg gehad, soos deur totale lengte per loot weerspieël word (Tabel 3.5). Hierdie bevinding stem ooreen met navorsing deur Zeeman & Archer (1981) wat toon dat die massa per loot sal toeneem (a.g.v. langer en dikker lote) indien die aantal lote per stok verminder word. Die betekenisvolle verskil in totale lengte per loot kan grootliks toegeskryf word aan sylootontwikkeling by die mees deurligte lower, aangesien beide die tip en top behandelings op 'n hooflootlengte van 900 mm uitgevoer is. Alhoewel 'n topbehandeling normaalweg tot 'n groter mate sylootontwikkeling stimuleer (Hoffman & Bettner, 1983) het die vroeë tipbehandeling (twee weke na blom teenoor 'n topbehandeling tydens deurslaan) en die strawwe suier by die mees deurligte lower, meer sylootontwikkeling gestimuleer. Aangesien sylote slegs in die trossone van die mees deurligte lower verwyder is, kon die oorblywende sylote moontlik 'n positiewe bydra tot die effektiewe blaaroppervlakte van die wingerd maak het (Zeeman & Archer, 1981). In die geval van die matig deurligte lower en die digste lower, is soms tot 30 cm van lote deur top verwyder, wat die effektiewe blaaroppervlakte verlaag het, met 'n potensiële nadelige invloed op kwaliteit van sap (Jackson & Lombard, 1993).

Volgens Tabel 3.6 het die tros massa per stok en aantal trosse per stok betekenisvol afgeneem met 'n afname in die aantal lote per stok. Zeeman & Archer (1981) het egter geen betekenisvolle verskille tussen die oes massa van geen suier, suier tot drie lote per draer en suier tot twee lote per draer ondervind nie. Die rede hiervoor was die oeskompensasie wat plaasgevind het a.g.v. die hoër vrugbaarheid van lote van gesuierde behandelings. Alhoewel lowerbehandelings in die proef reeds in die 1997/98 groeiseisoen toegepas is (tydens Desember), was dit moontlik te laat om die vrugbaarheid (aantal trosse per loot) in die

1998/99 groeiseisoen te beïnvloed, aangesien trosiniasie in wingerdoë reeds vanaf November plaasvind (Zeeman & Archer, 1981).

Alhoewel die vrugbaarheid van lote nie deur lowerbehandelings beïnvloed is nie (data nie aangetoon nie), is trosmassa wel beïnvloed. Die aantal trosse per stok het tussen die digste lower en die mees deurligte lower vanaf 46 tot 26 (43 %) afgeneem, terwyl bereken kan word dat oesmassa slegs met 28 % afgeneem het (Tabel 3.6). Troskompensasie het dus plaasgevind, soos ook aangedui deur die betekenisvolle swaarder korrels by Kersfontein se mees deurligte lower. Dit is in ooreenstemming met ander studies wat ook bevind het dat korrelmassa toeneem met 'n afname in lowerdigtheid (Smart *et al.*, 1988; Archer & Strauss, 1989).

Die feit dat 'n betekenisvolle verlaging in korrelmassa slegs by Kersfontein plaasgevind het, kan moontlik daarop dui dat die korrelmassa van Cabernet Sauvignon meer sensitief is vir 'n hoë lowerdigtheid as Cabernet franc.

Toenemende lowerdigtheid en top van persele het die suikerinhoud van sap by Meerlus betekenisvol verlaag (Tabel 3.7). Verskeie navorsers (Kliewer, Linder & Schultz, 1967, Reynolds *et al.*, 1985) het ook bevind dat 'n toename in oorskaduwing van die lower suikerkonsentrasie verlaag. Dit is toegeskryf aan vertraagde rypwording. Volgens Crippen & Morrison (1986) is die vertraagde rypwording hoofsaaklik a.g.v. die oorskaduwing van blare en nie van trosse nie. Die top van lote kan ook vertraagde rypwording bevorder (Kliewer & Bledsoe, 1987) omdat dit die effektiewe blaaroppervlakte verminder (Zeeman & Archer, 1981). Dit is egter onmoontlik om die twee effekte (toename in lowerdigtheid en die tip of top van lote) van mekaar te onderskei.

Kultivarverskille tussen die twee plase en die hoër lowerdigtheid van Meerlus (soos deur % volson aangedui word, Tabel 3.5), is moontlik die rede waarom lowerbehandelings slegs by Meerlus 'n invloed op die suikerinhoud van sap gehad het (Tabel 3.7).

Volgens Tabel 3.7 is die sap-pH van die matig deurligte lower in die geval van Meerlus betekenisvol hoër as die van die ander lowerbehandelings. Dit word algemeen aanvaar dat 'n toename in lowerdigtheid (m.b.v. natuurlike skaduwee) 'n toename in pH veroorsaak (Jackson & Lombard, 1993). 'n Moontlike rede vir die hoër pH van Lower 2 teenoor Lower 3 is dat die digtheid van die digste lower, reeds te laag was om 'n hoë pH in die sap te induseer. Dit word ondersteun deur die siening dat 'n BLG van 3 tot 4 optimaal is vir kwaliteit in die Paardeberg omgewing (E. Archer, Dept. Wingerd- en Wynkunde, US, RSA, persoonlike mededeling, 2000). Volgens Jackson & Lombard (1993) styg die pH en suikerinhoud van sap tydens rypwording gewoonlik parallel met mekaar. Die betekenisvolle laer pH van die digste lower in vergelyking met die matig deurligte lower kan dan moontlik ook toegeskryf word aan 'n betekenisvolle verskil in suikerinhoud tussen die lowerbehandelings (Tabel 3.7). Die hoër pH van Lower 2 teenoor Lower 1 kan egter nie verklaar word nie.

Kultivarverskille tussen die twee plase en die feit dat daar geen betekenisvolle verskille in suikerinhoud tussen lowerbehandelings by Kersfontein voorgekom het nie, is moontlik van die redes waarom lowerbehandelings slegs by Meerlus 'n betekenisvolle invloed op sap-pH gehad het (Tabel 3.7).

3.5 GEVOLGTREKKINGS

Kalsiumhidroksied- en $MgSO_4$ -bemesting kon onder die toestande van die veldproef met sukses gebruik word om die suikerinhoud van Cabernet Sauvignon/101-14 Mgt se sap betekenisvol te verhoog. Verdere navorsing is egter nodig om die spesifieke meganisme wat by hierdie verhoging betrokke is, te identifiseer. Kalsium- en Mg-bemesting kon egter ook

onder die toestande van die veldproef met sukses gebruik word om die sap-pH van Cabernet franc/99R betekenisvol te verlaag. Die rede vir hierdie verlaging is egter nog onbekend.

Verminderde lowerdigtheid kon onder die toestande van die veldproef gebruik word om progressief die suikerinhoud van Cabernet franc/99R se sap te verhoog. Die algemene bevinding dat 'n hoë lowerdigtheid 'n nadelige invloed op wingerdprestasie het, is slegs tot 'n beperkte mate in die veldproef ondervind. Die lae lowerdigtheid van die digste lower en die verskil in rypheidsgraad tussen lowerbehandelings kan as moontlike redes hiervoor aangevoer word.

4 Die Invloed van Bemesting en Lowerbestuur op die Kwaliteit van Sap en Wyn van *Vitis vinifera* L. cvs. Cabernet Sauvignon en Cabernet franc

G.P. Engelbrecht

Departement Grondkunde, Universiteit van Stellenbosch, Privaatsak X1, Matieland, 7602, Republiek van Suid-Afrika

4.1 UITTREKSEL

In 'n poging om die pH van sap en wyn te verlaag, is die effek van CaSO_4 , Ca(OH)_2 en MgSO_4 grondtoedienings, asook lowerbestuurspraktyke op sap- en wynkwaliteit bestudeer. Lowerbestuur was: suier tot twee lote per draer, tip, verwydering van sylote en geel blare in trossone (Lower 1); suier tot drie lote per draer en top (Lower 2); top met geen suier nie (Lower 3). Die proef is uitgevoer op twee plase nl. Meerlus (Cabernet franc/R99 met 'n hoë lowerdigtheid en goeie wortelverspreiding, wat op 'n sandleemgrond van graniet oorsprong met 'n lae ondergrond-pH en hoë K-inhoud gevestig is) en Kersfontein (Cabernet Sauvignon/101-14 Mgt met 'n laer lowerdigtheid en swakker wortelverspreiding, wat op 'n sandleemgrond van graniet oorsprong met 'n deurgaans lae grond-pH en baie hoë K-inhoud gevestig is). By Cabernet franc/99R het Ca- en Mg-bemesting die kleurintensiteit van sap betekenisvol verlaag, terwyl dit in die geval van Cabernet Sauvignon/101-14 Mgt die kleurintensiteit betekenisvol verhoog het. Alhoewel laer pH's in sap by Meerlus m.b.v. Ca- en Mg-bemesting verkry is, is hierdie effek weens dopkontak en K uitruiling tydens gisting nie in die wyn verkry nie. Met die toename in lowerdigtheid en die top van lote van persele by Cabernet franc/99R, het die kleurintensiteit van sap betekenisvol afgeneem. By Cabernet Sauvignon/101-14 Mgt het Lower 3 egter 'n betekenisvolle hoër kleurintensiteit as Lower 1 en Lower 2 besit. Die lae lowerdigtheid van die digste lower en die verskil in rypheidsgraad tussen lowerbehandelings, het moontlik die invloed van lowerbehandelings op sap- en wyn-pH beperk.

Sleutelwoorde: Bemesting, lowerbestuur, wingerd, kalium, pH

4.2 INLEIDING

Die pH van sap en wyn is een van die belangrikste faktore wat die kwaliteit daarvan bepaal (Boulton, 1980a). Soos reeds in Afdeling 1 bespreek is kom die probleem van te hoë pH's van wyne, in die Wes-Kaap, veral op gronde van graniet oorsprong voor. Die rede hiervoor kan moontlik aan 'n luukse K-verbruik deur wingerd op hierdie gronde toegeskryf word.

Een van die denkrigtings wat dus deur navorsers gevolg word is om die K-opname van wingerd te beperk, deur verskillende bemestingstowwe toe te dien (Ruhl, 1989; Ruhl *et al.*, 1992; Daverede & Garcia, 2000; Gallego, 1999) en/of deur K-bemesting te beperk (Dundon *et al.*, 1984; Ruhl *et al.*, 1992). Daardeur kan die K-status van die wingerdstok (soos deur verskillende plantanalise aangedui word) en moontlik ook die K-inhoud en pH van sap en wyn verlaag word (Dundon *et al.*, 1984).

Lowerbestuur kan egter ook gebruik word om die pH van sap en wyn te verlaag. Volgens Archer & Strauss (1989) toon die meeste navorsing dat 'n hoë lowerdigtheid en dus oorskaduwing 'n negatiewe invloed op wynkwaliteit het. Smart (1985), Smart *et al.* (1985b), Archer & Strauss (1989) en Smart *et al.* (1990) het dan ook bevind dat 'n hoë lowerdigtheid tot hoë pH's van sap en wyn kan lei. Die hoë pH's word gewoonlik met hoë K-vlakke in die sap geassosieer (Smart, 1985; Smart *et al.*, 1985b; Smart *et al.*, 1990).

In hierdie ondersoek is die effek van verskillende bemesting- en lowerbestuursfaktore op die kwaliteit van Cabernet Sauvignon en Cabernet franc se sap en wyn, op gronde van graniet oorsprong bestudeer. Die doel met hierdie ondersoek was om die moontlikheid te ondersoek om d.m.v. verskillende grondtoedienings en lowerbestuurspraktyke die kwaliteit van sap en wyn te verbeter deur die pH van sap en wyn te verlaag.

4.3 MATERIAAL EN METODEDES

Die materiaal en metodes is soos in Afdeling 3.3 uiteengeset.

4.3.1 Plantmonsters

Blaarmonsters is gedurende die 1998/1999 seisoen tydens ertjekorrel- en deurslaanstadium geneem. 'n Saamgestelde monster van 32 blare per perseel is regoor die trosposisie aan weerskante van die vertikale lower geneem. Bladstete en bladskywe is onmiddelik na monsterneming van mekaar geskei, waarna blare in 'n opgeblaasde plastieksak in 'n yskas gestoor is.

Blaarmonsters is vir P, K, Ca, Mg en Na ontleed volgens die standaard prosedure van Du Preez, Carstens & Van Wyk (1981), terwyl die totale stikstof (N) van blaarmonsters volgens die standaard Kjeldahl metode van die Dept. Grondkunde, Universiteit Stellenbosch, bepaal is. Kleuranalise van sapmonsters is volgens die metode van Iland *et al.*, (1993) gedoen is.

Vir die maak van wyn is die druiwe van herhalings verpoel en die wyne volgens die standaard metodes vir eksperimentele wyne by die Dept. Wingerd- en Wynkunde, US, gemaak en geanaliseer volgens die metodes beskryf deur Iland *et al.* (1993). Wyne het volledige alkoholiese gisting op die doppe ondergaan, waarna dit gepers, direk daarna oorgetap, blinkgemaak en 50 mg dm⁻³ SO₂ toegedien is om appelmelksuurgisting te voorkom. Sensoriese evaluering van die wyne is ses maande na bottelering m.b.v. 'n standaard 20 punt kaart van die Dept. Wingerd- en Wynkunde, US, deur 'n ervare paneel van elf beoordelaars gedoen.

4.3.2 Statistiese analise

Vir chemiese wynontledingsdata is herhalings verpoel en die statistiese analise van die data is uitgevoer soos in Afdeling 3.3.4 uiteengeset. In die geval van wynproedata is die herhalings ook verpoel en die behandelings is per proër in 'n rangorde geplaas (van 1 tot 24,

waar 24 die beste en 1 die swakste wynkwaliteit voorstel), waarna 'n standaard faktoriale analise van variansie (ANOVA) met SAS 6.12 op die data uitgevoer is, met faktore : 2 plase, 3 lowers en 4 bemestings by 11 beoordelaars. Tukey se t-toets is by 'n 5% betekenispeil uitgevoer om behandelings kombinasies te vergelyk (Snedecor & Cochran, 1967).

4.4 RESULTATE EN BESPREKINGS

Volgens Conradie (1994) is bladstele teoreties 'n beter indikatororgaan as bladskywe. Die nadeel van bladstele is egter dat daar groot variasies in die elementinhoud daarvan in dieselfde wingerd voorkom. Conradie (1994) beveel dus aan dat beide die bladsteel en bladskyf as indikatororgaan van die voedingstatus van wingerde, onder Suid-Afrikaanse kondisies gebruik word. As gevolg van die hoogs betekenisvolle positiewe korrelasie wat egter voorgekom het tussen die K van bladstele tydens ertjekorrelstadium en die K van bladskywe, grond, sap en wyn (Tabel 4.1), word daar in hierdie bespreking slegs die resultate van bladsteelanalises geraporteer.

Volgens Conradie (1994) is blaarmonsters wat tydens deurslaanstadium gemonster is, 'n goeie indikator vir die K-status van die wingerd. Die nadeel is egter dat die blare in sommige gevalle dan al beskadig is (Conradie, 1994) en van die blare is al deur lowerbestuur verwyder (D. Saayman, Distell, Stellenbosch, RSA, persoonlike mededeling, 2001), wat dit bemoeilik om 'n verteenwoordige monster te verkry. Volgens Conradie (1994) is die mees praktiese kompromie vir die meeste elemente om blaarmonsters tydens vrugset (die periode vanaf einde blom tot ertjekorrelstadium) te neem. Blaarmonsters wat tydens ertjekorrelstadium gemonster is, is dan in hierdie studie as indikatororgaan vir die N-, P-, K-, Ca-, Mg-, en Na-voedingstatus van wingerd gebruik.

Garcia *et al.* (1999) het van beide bladstele en bladskywe, wat tydens deurslaan- en oesstadium gemonster is, gebruik gemaak om die voedingstatus van wingerde in Frankryk te beskryf.

Tabel 4.1. Die korrelasiematriks van K-inhoude in plant-, wyn- en grondmonsters van twee plase (Meerlus en Kersfontein) in die Paardeberg omgewing; 1998/99 groeiseisoen.

Monster			Plantmonster								Wyn- monster	Grondmonster		
	Stadium	Beskrywing	Ertjie		Deurslaan		Oes				Na bottelering	Een jaar na bemesting		
			Blaarskyf	Blaarsteel	Blaarskyf	Blaarsteel	Doppe	Doppe (Dopkontak)	Sap	Sap (Dopkontak)	Wyn	Diepte: 0-30 cm	Diepte: 30-60 cm	Diepte: 0-60 cm
Plant- monster	Ertjie	Blaarskyf	1.000											
		Blaarsteel	0.827 ***	1.000										
	Deurslaan	Blaarskyf	0.509 ***	0.568 ***	1.000									
		Blaarsteel	0.692 ***	0.827 ***	0.676 ***	1.000								
	Oes	Prut	0.119	0.166	0.096	0.161	1.000							
		Prut (Dopkontak)	0.347 *	0.412 **	0.206	0.404 **	0.212	1.000						
	Sap	-0.272	-0.046	-0.067	0.074	-0.060	0.093	1.000						
	Sap (Dopkontak)	0.427 **	0.596 ***	0.297 *	0.669 ***	0.152	0.382 **	0.417 **	1.000					
Wyn- monster	Na bottelering	Wyn	0.750 ***	0.862 ***	0.425 **	0.769 ***	0.163	0.427 **	0.043	0.761 ***	1.000			
Grond- monster	Een jaar na bemesting	Diepte: 0-30 cm	0.549 ***	0.591 ***	0.390 **	0.525 ***	0.111	0.177	-0.180	0.253	0.562 ***	1.000		
		Diepte: 30-60 cm	0.524 ***	0.604 ***	0.344 *	0.599 ***	0.269	0.406 **	-0.128	0.392 **	0.626 ***	0.705 ***	1.000	
		Diepte: 0-60 cm	0.580 ***	0.648 ***	0.395 **	0.611 ***	0.212	0.324 *	-0.165	0.355 *	0.646 ***	0.912 ***	0.934 ***	1.000

* Betekenisvol by $P = 0.05$

** Betekenisvol by $P = 0.01$

*** Betekenisvol by $P = 0.001$

Die blaarmonsters is tydens deurslaan stadium regoor die trosposisie geneem, terwyl dit tydens oes-stadium tussen die sesde en sestiende nodium geneem is. Cline & McNeill (1997) beveel egter aan dat slegs bladstele regoor die trosposisie, wat tydens September in Ontario, Kanada, gemonster word, as indikatororgaan vir wingerdvoeding gebruik word. In Oregon, V.S.A., word daar ook van bladstele wat tydens blomtyd gemonster is as indikatororgaan gebruik gemaak (Baham, 1997).

4.4.1 Bemesting

Plaasgemiddeldes vir N, P, K in die geval van Meerlus, Ca in die geval van Kersfontein en Na (Tabel 4.2) van bladstele tydens ertjiekorrel stadium vergelyk goed met norme wat deur Conradie (1994) vir blaarontledings tydens vrugset vasgestel is. Die gemiddelde waarde vir die K van bladstele by Kersfontein was egter bo die maksimum norm van Conradie (1994). Soos reeds in Afdeling 3.4.1.1 aangetoon, was die K-inhoud van Kersfontein se 0-30 cm en 30-60 cm grondlaag ook bo die norm van 70 - 80 mg kg⁻¹ (0.18-0.21 cmol_ckg⁻¹), wat as optimaal vir wingerdverbouing op die gronde beskou word. Die abnormale hoë waardes vir die K van bladstele by Kersfontein, kan dus moontlik aan die oorvoorsiening van K deur die gronde toegeskryf word.

Plaasgemiddeldes vir Ca in die geval van Meerlus en Mg van bladstele, is hoër as die maksimum norm wat deur Conradie (1994) vir bladstele vasgestel is (Tabel 4.2). Volgens Conradie (1981) sal die Ca-konsentrasie in bladstele vanaf blom tot oes toeneem, met 'n redelike stabiele periode tydens die maand na blom. Die Mg-konsentrasie in bladstele verhoog stadig in die begin van die seisoen, met 'n skerp toename gedurende die res van die seisoen. Aangesien blaarmonsters in die proef eers gedurende die einde van vrugset (wat deur Conradie (1994) as monster stadium vir norme van elementinhoud gebruik is) geneem is, kan die hoë waardes van Ca by Meerlus en Mg van bladstele tot 'n mate verwag word (Tabel 4.2).

Tabel 4.2. Die invloed van bemesting- en lowerbehandelings op die elementinhoud van ertjekorrelstadium bladstele, van wingerd op twee plase (Meerlus en Kersfontein) in die Paardeberg omgewing; 98/99 groeiseisoen.

Hoofeffekte	Beh.	N ²			P ²			K ²		
		Meerlus	Kersf.	Beh. ³ Gem.	Meerlus	Kersf.	Beh. ³ Gem.	Meerlus	Kersf.	Beh. ³ Gem.
					(%) ¹					
Lower	1	0.533 b	0.694 a	0.614	0.370 b	0.690 a	0.530	2.15 a	3.49 b	2.82
	2	0.693 a	0.678 a	0.686	0.455 a	0.427 b	0.441	2.24 a	3.79 a	3.02
	3	0.590 ab	0.739 a	0.665	0.401 ab	0.475 b	0.438	2.12 a	3.71 a	2.92
Bemesting	Kontrole	0.605 ab	0.690 a	0.648	0.400 a	0.468 b	0.434	2.14 a	3.79 a	2.97
	CaSO ₄	0.520 b	0.713 a	0.617	0.437 a	0.561 ab	0.499	2.20 a	3.77 a	2.99
	Ca(OH) ₂	0.698 a	0.705 a	0.702	0.372 a	0.642 a	0.507	2.26 a	3.70 a	2.98
	MgSO ₄	0.597 ab	0.705 a	0.651	0.427 a	0.452 b	0.440	2.09 a	3.39 b	2.74
Plaas	Gem. ³	0.605	0.703	0.654	0.409	0.531	0.470	2.17	3.66	2.92
Norme⁴		Min. 0.60	Maks. 0.98		Min. 0.11	Maks. 0.62		Min. 1.00	Maks. 2.90	
Hoofeffekte	Beh.	Ca ²			Mg ⁵			Na ²		
		Meerlus	Kersf.	Beh. ³ Gem.	Meerlus	Kersf.	Beh. ³ Gem.	Meerlus	Kersf.	Beh. ³ Gem.
					(%) ¹					
Lower	1	1.80 a	1.42 a	1.61	1.07 bc	1.21 a	1.14	0.160 a	0.127 a	0.144
	2	1.53 b	1.29 a	1.41	1.01 cd	1.16 ab	1.09	0.151 a	0.141 a	0.146
	3	1.44 b	1.21 b	1.33	0.95 d	1.21 a	1.08	0.129 b	0.138 a	0.134
Bemesting	Kontrole	1.76 a	1.36 a	1.56	0.94 c	1.10 b	1.02	0.165 a	0.136 a	0.151
	CaSO ₄	1.75 a	1.41 a	1.58	0.87 c	1.09 b	0.98	0.147 b	0.147 a	0.147
	Ca(OH) ₂	1.36 b	1.35 a	1.36	1.14 b	1.15 b	1.15	0.128 c	0.139 a	0.134
	MgSO ₄	1.48 b	1.10 b	1.29	1.09 b	1.43 a	1.26	0.146 b	0.119 a	0.133
Plaas	Gem. ³	1.59	1.30	1.45	1.01	1.19	1.10	0.147	0.135	0.141
Norme⁴		Min. 0.60	Maks. 1.40		Min. 0.25	Maks. 0.80		Min. -	Maks. 0.50	

Lower 1: Suier tot twee lote per draer, vertikale posisionering van lote, tip van lote soos nodig en verwydering van geel blare en sylote in trossone.

Lower 2: Suier tot drie lote per draer, vertikale posisionering van lote en top van lote voor deurslaan.

Lower 3: Vertikale posisionering en top van lote voor deurslaan.

¹ Konsentrasies van elemente word as % droëmassa uitgedruk.

² Gemiddeldes vir dieselfde gemete eienskap, plaas en hoofeffek, gevolg deur dieselfde letters, verskil nie betekenisvol nie by P = 0.10.

³ As gevolg van die nie-homogeniteit van variasie tussen plase en interaksie tussen hoofeffekte kan behandeling- en plaasgemiddeldes nie statisties met mekaar vergelyk word nie.

⁴ Conradie (1994)

⁵ Gemiddeldes vir dieselfde hoofeffek, gevolg deur dieselfde letters, verskil nie betekenisvol nie by P = 0.10.

Volgens Tabel 4.2 het bemesting geen betekenisvolle effek op die N, P in die geval van Meerlus, K in die geval van Meerlus en Na in die geval van Kersfontein van bladstele gehad nie.

By Kersfontein het Ca(OH)_2 egter die P van bladstele betekenisvol verhoog. Dit is in teenstelling met navorsing deur Conradie (1983), wie geen toename in die P van wingerdlote in reaksie op bekalking gevind het nie. Volgens Conradie (1983) kan bekalking egter ook 'n moontlike invloed op die wortelmasse van wingerd hê.

Conradie (1983) het bevind dat bekalking die wortelmasse van wingerd met tot 30 % kan verhoog. Volgens Archer (1981) kan alle faktore wat die wortelgroei bevorder ook indirek ionopname bevorder. Die feit dat die betekenisvolle verhoging in grond-pH in die proef slegs tot die 0-30 cm grondlaag beperk was (Tabel 3.2) en eksperimentele metings slegs een jaar na bemesting geneem is, kon egter die moontlike effek van bekalking op wortelmasse en sodoende op die opname van ione (soos byvoorbeeld P) versluier het.

Magnesiumsulfaat het die K van bladstele by Kersfontein betekenisvol verlaag (Tabel 4.2). Die behandeling het egter ook die K van die 0-30 cm grondlaag by Kersfontein betekenisvol verlaag (Tabel 3.3). Volgens Boulton (1980b) is die opname van K egter onafhanklik van die K-inhoud van die grond, mits 'n tekort nie voorkom nie. Dundon *et al.* (1984) het ook bevind dat die effek van K-bemesting op die K van bladstele gewoonlik beperk was tot wingerde waar 'n tekort in K-voeding voorgekom het. In teenstelling hiermee het Morris *et al.*, (1980) en Conradie & Saayman (1989b) wel 'n betekenisvolle verhoging in bladsteel-K ondervind in reaksie op K-bemesting by wingerde waar 'n K-tekort nie voorgekom het nie.

Alhoewel daar in die proef nie 'n tekort in K-voeding volgens Conradie (1994) se bladsteel norme voorgekom het nie (Tabel 4.2), was daar wel 'n betekenisvolle positiewe korrelasie tussen die K van die verskillende grondlae en die K van bladstele (Tabel 4.1). Indien daar

egter na afsonderlike korrelasies vir elke plaas gekyk word, is daar gevind dat daar slegs in die geval van Meerlus 'n betekenisvolle positiewe korrelasie tussen grond-K en bladsteel-K voorgekom het (data nie aangetoon nie), waarskynlik weens die K van Meerlus se 0-30 cm en 30-60 cm grondlae wat betekenisvol laer as die van Kersfontein was (Tabel 3.3). Alhoewel daar dus nie 'n tekort in K-voeding voorgekom het nie, het die laer vlakke van grond-K by Meerlus 'n beter positiewe korrelasie met die K-status van die wingerd getoon.

By Kersfontein was daar 'n betekenisvol negatiewe korrelasie ($P = 0.10$; $r^2 = 0.147$) tussen die Mg van die 0-30 cm grondlaag en die K van bladstele. Volgens Tabel 3.3 het die 0-30 cm grondlaag van die $MgSO_4$ -persele by Kersfontein 'n betekenisvolle hoër Mg-inhoud besit. Dit wil dus voorkom of 'n K/Mg antagonisme moontlik vir die betekenisvolle laer K van bladstele by Kersfontein se $MgSO_4$ -behandeling verantwoordelik was.

Alhoewel daar in Afdeling 3.4.1.2 genoem is dat die moontlikheid van 'n K/Mg antagonisme in die proef beperk is, kon die hoër K van gronde by Kersfontein (Tabel 3.3) moontlik die voorkoms van so 'n antagonisme verhoog het. Dit stem ooreen met die afleiding wat in Afdeling 3.4.1.2 gemaak is, dat die moontlikheid van 'n K/Mg en K/Ca antagonisme sal toeneem met 'n toename in die konsentrasie van K in die grondoplossing.

Volgens Mengel & Kirkby (1987b) kan 'n toename in Mg-bemesting die K-inhoud van plante d.m.v. 'n K/Mg antagonisme verlaag. Soos in Ruhl *et al.* (1992) gerapporteer, het Loué, Gaynard & Morard (1987) ook bevind dat Mg die opname van K kan beperk. 'n Magnesium geïnduseerde K tekort (K/Mg antagonisme) is egter tot nou toe nog nie in Suid-Afrikaanse wingerde geïdentifiseer nie (Conradie & Saayman, 1989). Die teenoorgestelde tendens kom egter algemeen in blaarentledings voor (Morris *et al.*, 1980; Conradie & Saayman, 1989; Conradie, 1994; Garcia *et al.*, 1999).

Volgens Tabel 4.2 het MgSO_4 die Mg in bladstele betekenisvol verhoog. Die verhoging kan tot 'n mate verwag word aangesien MgSO_4 -bemesting die Mg van die gronde by Meerlus en Kersfontein betekenisvol verhoog het (Tabel 3.3). Daar het egter slegs by Kersfontein 'n betekenisvolle positiewe korrelasie ($P = 0.001$; $r^2 = 0.632$) tussen die Mg van die grond (die 0-90 cm grondlaag) en die Mg van bladstele voorgekom. Die betekenisvolle verhoging van Mg in bladstele van die $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -behandeling by Meerlus kan egter nie verklaar word nie.

Dit wil voorkom of daar 'n Ca/Mg antagonisme by bemestingbehandelings voorgekom het, aangesien handelings met 'n betekenisvol hoër Mg in bladstele ook 'n betekenisvol laer Ca tot gevolg gehad het (Tabel 4.2). Daar bestaan ook 'n betekenisvolle negatiewe korrelasie ($P = 0.10$; $r^2 = 0.068$) tussen die Ca van bladstele en die Mg van die 0-90 cm grondlaag. Volgens Mengel & Kirkby (1987b) het Scharrer & Jung (1955) ook gevind dat 'n toename in Mg-bemesting die Ca in sonneblomplante verlaag. Die verlaging in Ca is toegeskryf aan 'n Ca/Mg antagonisme. Garcia *et al.* (1999) het die omgekeerde antagonisme by wingerd ondervind, waar 'n toename in Ca-bemesting die Mg van bladstele betekenisvol verlaag het. Aangesien beide Ca en Mg hoofsaaklik passief opgeneem word (Mengel & Kirkby, 1987b), is die moontlikheid van 'n antagonisme tussen die opname van hierdie twee katione moontlik groter as in die geval tussen K en Mg.

Die betekenisvolle verlaging in bladsteel Ca by Meerlus en Kersfontein in reaksie op MgSO_4 -bemesting (Tabel 4.2), kan moontlik ook gedeeltelik toegeskryf word aan 'n betekenisvolle laer Ca wat dit in die 0-30 cm grondlaag geïnduseer het (Tabel 3.3), vandaar aanduidings van 'n betekenisvolle positiewe korrelasie tussen die Ca van bladstele en die Ca van die 0-30 cm grondlaag by Meerlus en Kersfontein ($P = 0.10$; $r^2 = 0.080$).

Al drie bemestingbehandelings het 'n betekenisvolle verlaging in die Na van bladstele by Meerlus veroorsaak, maar geen sodanige effek by Kersfontein gehad nie (Tabel 4.2). Die moontlikheid bestaan dat 'n Na/Ca of Na/Mg antagonisme by Meerlus die opname van Na

kon beperk het. Daar was egter geen betekenisvolle negatiewe korrelasie tussen die Na van bladstele en die Ca en Mg van die grond by Meerlus nie en ook geen betekenisvolle positiewe korrelasie tussen die Na van bladstele en die Na van die grond by Meerlus nie (data nie aangetoon nie). Die rede vir die betekenisvolle verskille a.g.v. bemestingbehandelings in die Na van bladstele by Meerlus is dus onbekend.

As gevolg van die betekenisvolle positiewe korrelasie wat voorkom tussen die K van dopkontak-sap en wyn (Tabel 4.1) en die verwantskap wat bestaan tussen K en pH van wyn (Boulton, 1980a), word slegs die samestelling van dopkontak-sap bespreek.

Bemesting het geen betekenisvolle effek op die N- en K-inhoud van sap gehad nie (Tabel 4.3). Alhoewel $MgSO_4$ dus die K-status van wingerd by Kersfontein (soos deur bladsteelanalises bepaal) betekenisvol verlaag het (Tabel 4.2) en daar 'n betekenisvolle positiewe korrelasie tussen die K van bladstele en sap was (Tabel 4.1), het daar geen betekenisvolle verlaging in die K van sap by Kersfontein voorgekom nie (Tabel 4.3). Dit is in ooreenstemming met navorsing deur Dundon *et al.*, (1984) en Conradie & Saayman (1989b) wat toon dat daar by wingerde wat optimaal bemes is, geen konsekwente verband tussen die invloed van bemesting op die K-inhoud van blaarmonster en sap bestaan nie.

Volgens Smart *et al.*, (1988) bestaan daar gewoonlik 'n positiewe korrelasie tussen die K en suikerinhoud van sap. Dit stem ooreen met resultate by Kersfontein waar 'n betekenisvolle positiewe korrelasie tussen die suikerinhoud en K van sap voorgekom het ($P = 0.10$; $r^2 = 0.121$). Volgens Tabel 3.7 was die suikerinhoud van sap van Kersfontein se $MgSO_4$ -behandeling betekenisvol hoër. Alhoewel $MgSO_4$ -bemesting dus die K-status van wingerd betekenisvol verlaag het, kon die betekenisvolle verhoging in die suikerinhoud van sap van die behandeling, 'n ooreenstemmende verlaging in die K-inhoud van sap beperk het.

Tabel 4.3. Die invloed van bemesting- en lowerbehandelings op die elementinhoud van oes-stadium sap¹ van wingerd op twee plase (Meerlus en Kersfontein) in die Paardeberg omgewing; 98/99 groeiseisoen.

Hoofeffekte	Beh.	Meerlus	Kersf.	Beh. ³ Gem.	Meerlus	Kersf.	Beh. ³ Gem.	Meerlus	Kersf.	Beh. ³ Gem.
		N ²			K ² (mg dm ⁻³)			Ca ²		
Lower	1	711 c	809 a	760	1800 c	1900 b	1850	44.8 c	57.1 a	51.0
	2	705 c	717 bc	711	1730 c	1990 a	1860	43.4 c	58.4 a	50.9
	3	640 d	771 ab	706	1460 d	2030 a	1745	49.1 b	50.7 b	49.9
Bemesting	Kontrole	670 d	759 ab	715	1690 c	1970 ab	1830	45.8 d	56.1 b	51.0
	CaSO ₄	700 bcd	769 a	735	1650 c	1980 ab	1815	49.8 c	55.0 b	52.4
	Ca(OH) ₂	684 cd	749 abc	717	1640 c	1900 b	1770	44.1 d	59.7 a	51.9
	MgSO ₄	673 d	787 a	730	1670 c	2040 a	1855	43.3 d	50.7 c	47.0
Plaas	Gem. ³	681	766	724	1660	1970	1815	45.8	55.4	50.6
		Mg ²			Na ⁴ (mg dm ⁻³)			K + Na ²		
Lower	1	83 c	107 b	95	13.2 a	70.8 a	42.0	1813 b	1971 a	1892
	2	82 c	112 a	97	11.6 b	63.9 b	37.8	1742 b	2054 a	1898
	3	85 c	110 ab	98	8.9 c	61.6 b	35.3	1469 c	2092 a	1780
Bemesting	Kontrole	81 e	105 bc	93	11.9 a	62.1 b	37.0	1702 b	2032 a	1867
	CaSO ₄	80 e	103 c	92	11.5 ab	61.2 b	36.4	1662 b	2041 a	1851
	Ca(OH) ₂	81 e	109 b	95	11.4 ab	64.3 b	37.9	1651 b	1964 a	1808
	MgSO ₄	91 d	121 a	106	10.2 b	74.2 a	42.2	1680 b	2114 a	1897
Plaas	Gem. ³	83	110	96	11.2	65.4	38.3	1671	2035	1853

Lower 1: Suier tot twee lote per draer, vertikale posisionering van lote, tip van lote soos nodig en verwydering van geel blare en sylote in trossone

Lower 2: Suier tot drie lote per draer, vertikale posisionering van lote en top van lote voor deurslaan

Lower 3: Vertikale posisionering en top van lote voor deurslaan

¹ Sap met 24 uur dopkontak is vir ontledings gebruik behalwe in die geval van N-ontledings waar daar a.g.v. tegniese probleme, van sap met geen dopkontak gebruik gemaak is.

² Gemiddeldes vir dieselfde gemete eienskap en hoofeffekte, gevolg deur dieselfde letters, verskil nie betekenisvol nie by P = 0.10.

³ As gevolg van die nie-homogeniteit van variasie tussen plase en interaksie tussen hoofeffekte kan behandeling- en plaasgemiddeldes nie statisties met mekaar vergelyk word nie.

⁴ Gemiddeldes vir dieselfde gemete eienskap, plaas en hoofeffekte, gevolg deur dieselfde letters, verskil nie betekenisvol nie by P = 0.10.

Kalsiumsulfaat het by Meerlus die Ca van sap betekenisvol verhoog (Tabel 4.3). Dit is in teenstelling is met resultate van Daverede & Garcia (2000), wat geen betekenisvolle invloed van CaCl_2 -bemesting op die Ca van sap gevind het nie.

By Kersfontein weer, het Ca(OH)_2 die Ca van sap betekenisvol verhoog (Tabel 4.3). Dit is egter in teenstelling met navorsing deur Gallego (1999) wat geen invloed van CaCO_3 -bemesting op die Ca van sap gevind het nie. Die betekenisvolle verhoging in grond-pH a.g.v. Ca(OH)_2 -bemesting (Tabel 3.2) kan moontlik verantwoordelik wees vir die betekenisvolle verhoging in sap-Ca. Daar kom 'n betekenisvolle positiewe korrelasie by Kersfontein tussen die $\text{pH}_{(\text{KCl})}$ van die 0-30 cm grondlaag en die Ca van sap voor ($P = 0.05$; $r^2 = 0.189$). Die feit dat CaSO_4 -bemesting geen invloed op die Ca van sap by Kersfontein gehad het nie (Tabel 4.3), ondersteun die siening.

Magnesiumsulfaat het die Ca van sap by Kersfontein betekenisvol verlaag (Tabel 4.3). Dit is in ooreenstemming met 'n betekenisvolle verlaging in die Ca van bladstele (Tabel 4.2). Die betekenisvolle verlaging in die Ca van sap kan moontlik aan 'n Ca/Mg antagonisme en die betekenisvolle verlaging in Ca van die 0-30 cm grondlaag (Tabel 3.3) toegeskryf word.

In ooreenstemming met 'n betekenisvolle verhoging in bladsteel-Mg (Tabel 4.2), het MgSO_4 ook die Mg van sap betekenisvol verhoog (Tabel 4.3).

Volgens Ribéreau-Gayon *et al.* (2000) neem die antosianien-inhoud in doppe vanaf deurslaan stadium tot 'n maksimum toe, waarna dit weer begin afneem. Na gelang van die wingerd en seisoen kan die maksimum saamval met optimum rypheid (soos deur suiker tot suur verhouding bepaal) of voor of na optimum rypheid plaasvind (Ribéreau-Gayon *et al.*, 2000). Die moontlikheid bestaan egter ook dat vir 'n sekere wingerd en seisoen kombinasie die maksimum nooit bereik word nie. Die kleurintensiteit van wyn hang egter nie net van die antosianien-inhoud van doppe af nie, maar ook van die ekstraheerbaarheid van die

antosianiene. Aangesien die ekstraheerbaarheid van antosianiene met rypwording toeneem, sal die kleurintensiteit van rooiwye hoër wees vir optimaal- of effens oor-ryp druiwe. Die betekenisvolle hoër suikerinhoud van sap van die Ca(OH)_2 - en MgSO_4 -behandeling by Kersfontein (Tabel 3.7), kan dus moontlik vir die betekenisvolle hoër kleurintensiteit van hierdie behandelings verantwoordelik wees (Tabel 4.4). Yokotsuka *et al.* (1999) het ook bevind dat CaCO_3 -bemesting die totale hoeveelheid rooipigmente en antosianiene in die sap betekenisvol verhoog. Die betekenisvolle hoër kleurintensiteit van die sap a.g.v. CaSO_4 by Kersfontein kan egter nie verklaar word nie.

Volgens Ribéreau-Gayon *et al.* (2000) is die kleur van antosianiene rooi in 'n suur medium, met 'n afname in kleur soos die pH van die medium toeneem. Die kleurintensiteit van rooiwyn sal dus afneem met 'n toename in wyn-pH (Jackson & Lombard, 1993). Alhoewel die sap-pH van persele by Meerlus wat Ca- en Mg-bemesting ontvang het betekenisvol laer was (Tabel 3.7), besit die sap van die behandelings 'n betekenisvolle laer kleurintensiteit (Tabel 4.4). Die rede hiervoor is egter onbekend.

Bemesting het egter geen betekenisvolle invloed op die kleurtint van sap korrels gehad nie.

Kalsium- en Mg-bemesting het geen betekenisvolle invloed op die pH en titreerbare suur (TS) van wyn gehad nie (Tabel 4.5). Volgens Tabel 4.5 het Ca- en Mg-bemesting ook geen betekenisvolle invloed op die alkohol-, K- en Na-inhoud van wyn gehad nie. Magnesiumsulfaat het egter die Mg-inhoud van wyn betekenisvol verhoog. Hierdie verhoging is in ooreenstemming met 'n betekenisvolle verhoging in die Mg van sap (Tabel 4.3).

Volgens Tabel 4.6 het Ca- en Mg-bemesting geen betekenisvolle invloed op die kleurintensiteit en -tint van wyn gehad nie.

Tabel 4.4. Die invloed van bemesting- en lowerbehandelings op die kleur van sap¹, van wingerd op twee plase (Meerlus en Kersfontein) in die Paardeberg omgewing; 98/99 groeiseisoen.

Hoofeffekte	Beh.	Meerlus	Kersf.	Beh. ² Gem.	Meerlus	Kersf.	Beh. ² Gem.
Kleurintensiteit ^{3,5}				Kleurtint ^{4,6}			
Lower	1	16.02 b	16.28 b	16.15	2.04 a	1.13 a	1.59
	2	13.88 c	16.14 bc	15.01	2.08 a	1.34 a	1.71
	3	10.38 d	18.84 a	14.61	2.06 a	1.06 a	1.56
Bemesting	Kontrole	15.38 d	13.96 e	14.67	2.07 a	1.27 a	1.67
	CaSO ₄	13.83 e	15.92 c	14.88	2.12 a	1.25 a	1.69
	Ca(OH) ₂	12.74 f	17.81 b	15.28	1.99 a	1.04 a	1.52
	MgSO ₄	11.75 g	20.65 a	16.20	2.06 a	1.16 a	1.61
Plaas	Gem. ²	13.43	17.09	15.26	2.06	1.18	1.62

Lower 1: Suier tot twee lote per draer, vertikale posisionering van lote, tip van lote soos nodig en verwydering van geel blare en sylote in trossone.

Lower 2: Suier tot drie lote per draer, vertikale posisionering van lote en top van lote voor deurslaan.

Lower 3: Vertikale posisionering en top van lote voor deurslaan.

¹ Sap met 24 uur dopkontak is vir ontledings gebruik.

² As gevolg van die nie-homogeniteit van variasie tussen plase en interaksie tussen hoofeffekte kan behandeling- en plaasgemiddeldes nie statisties met mekaar vergelyk word nie.

³ Gemiddeldes vir dieselfde hoofeffek, gevolg deur dieselfde letters, verskil nie betekenisvol nie by P = 0.10.

⁴ Gemiddeldes vir dieselfde plaas en hoofeffekte, gevolg deur dieselfde letters, verskil nie betekenisvol nie by P = 0.10.

⁵ Kleurintensiteit = Abs. 420 nm + Abs. 520 nm

⁶ Kleurtint = Abs. 420 nm / Abs. 520 nm

Tabel 4.5. Die invloed van bemesting- en lowerbehandelings op die samestelling van wyn afkomstig van wingerd op twee plase (Meerlus en Kersfontein) ¹ in die Paardeberg omgewing; 1998/99 groeiseisoen.

Hoofeffekte	Beh.	Meerlus	Kersf.	Beh. ² Gem.	Meerlus	Kersf.	Beh. ² Gem.	Meerlus	Kersf.	Beh. ² Gem.
		pH			TS (g dm ⁻³)			Alkohol (%)		
Lower	1	3.82	4.10	3.96 a	6.40	5.18	5.78 a	13.18	13.67	13.43 a
	2	3.88	3.99	3.93 a	5.14	6.16	5.65 a	13.30	13.20	13.25 a
	3	3.70	4.19	3.94 a	4.96	4.78	4.87 a	12.25	13.48	12.86 a
Bemesting	Kontrole	3.69	4.10	3.89 a	5.73	5.01	5.37 a	12.87	12.99	12.93 a
	CaSO ₄	3.77	4.13	3.95 a	5.35	5.01	5.17 a	13.03	13.42	13.23 a
	Ca(OH) ₂	3.87	4.04	3.95 a	4.60	5.95	5.27 a	12.83	13.33	13.08 a
	MgSO ₄	3.86	4.10	3.98 a	6.32	5.53	5.93 a	12.90	14.04	13.47 a
Plaas	Gem.	3.80	4.09	3.95	5.50	5.37	5.44	12.91	13.45	13.18
		K			Mg (dpm)			Na		
Lower	1	1167	1687	1427 a	89	124	107 a	17	77	47 a
	2	1202	1692	1447 a	91	128	110 a	15	73	44 ab
	3	914	1693	1303 b	93	127	110 a	12	68	40 b
Bemesting	Kontrole	1073	1671	1372 a	91	122	106 b	15	69	42 ab
	CaSO ₄	1092	1723	1408 a	89	120	104 b	15	68	41 b
	Ca(OH) ₂	1105	1661	1383 a	87	125	106 b	14	72	43 ab
	MgSO ₄	1107	1708	1407 a	98	139	119 a	15	82	48 a
Plaas	Gem.	1094	1691	1393	91	126	109	15	72	44

Lower 1: Suier tot twee lote per draer, vertikale posisionering van lote, tip van lote soos nodig en verwydering van geel blare en sylote in trossone

Lower 2: Suier tot drie lote per draer, vertikale posisionering van lote en top van lote voor deurslaan

Lower 3: Vertikale posisionering en top van lote voor deurslaan

¹ Aangesien plase as herhalings gebruik is kan betekenisvolle verskille nie tussen behandelings van 'n enkele plaas of plaasgemiddeldes bereken word nie.

² Behandeling gemiddeldes vir dieselfde gemete eienskap en hoofeffek, gevolg deur dieselfde letters, verskil nie betekenisvol nie by P = 0.05. Wisselwerking tussen plase is egter deel van foutterm.

Tabel 4.6. Die invloed van bemesting- en lowerbehandelings op die kleur van wyn afkomstig van wingerd op twee plase (Meerlus en Kersfontein) ¹ in die Paardeberg omgewing; 1998/99 groeiseisoen.

Hoofeffekte	Beh.	Meerlus	Kersf.	Beh. ² Gem.	Meerlus	Kersf.	Beh. ² Gem.
Lower	1	9.45	12.64	11.04 a	0.49	0.52	0.51 a
	2	8.69	11.70	10.19 a	0.49	0.51	0.50 a
	3	7.10	12.13	9.62 a	0.49	0.51	0.50 a
Bemesting	Kontrole	9.11	10.16	9.64 a	0.49	0.53	0.51 a
	CaSO ₄	8.41	11.18	9.80 a	0.49	0.50	0.49 a
	Ca(OH) ₂	8.30	12.89	10.60 a	0.49	0.52	0.50 a
	MgSO ₄	7.83	14.39	11.11 a	0.49	0.51	0.50 a
Plaas	Gem.	8.41	12.15	10.28	0.49	0.52	0.51

Lower 1: Suier tot twee lote per draer, vertikale posisionering van lote, tip van lote soos nodig en verwydering van geel blare en sylote in trossone

Lower 2: Suier tot drie lote per draer, vertikale posisionering van lote en top van lote voor deurslaan

Lower 3: Vertikale posisionering en top van lote voor deurslaan

¹ Aangesien plase as herhalings gebruik is kan betekenisvolle verskille nie tussen behandelings van 'n enkele plaas of plaasgemiddeldes bereken word nie.

² Behandeling gemiddeldes vir dieselfde gemete eienskap en hoofeffek, gevolg deur dieselfde letters, verskil nie betekenisvol nie by P = 0.05. Wisselwerking tussen plase is egter deel van foutterm.

³ Kleurintensiteit = Abs. 420 nm + Abs. 520 nm

⁴ Kleurtint = Abs. 420 nm / Abs. 520 nm

Tabel 4.7. Die invloed van bemesting- en lowerbehandelings op algemene wynkwaliteit van wingerde op twee plase (Meerlus en Kersfontein) in die Paardeberg omgewing; 1998/99 groeiseisoen.

Bemesting	Meerlus				Kersf.			
	Rang gemiddelde (punt uit 24) ^{1,2}							
	Lower 1	Lower 2	Lower 3	Gem. ³	Lower 1	Lower 2	Lower 3	Gem. ³
Kontrole	16 ab	14 abc	19 a	16	19 a	5 e	6 e	10
CaSO ₄	12 abc	12 abc	13 abc	12	9 bcde	13 abcde	11 bcde	11
Ca(OH) ₂	16 ab	10 bc	13 abc	13	8 bcde	13 abcde	16 abc	12
MgSO ₄	13 abc	11 abc	6 c	10	15 abcd	16 ad	12 abcde	14
Gem. ³	14	12	13	13	13	12	11	12

Lower 1: Suier tot twee lote per draer, vertikale posisionering van lote, tip van lote soos nodig en verwydering van geel blare en sylote in trossone

Lower 2: Suier tot drie lote per draer, vertikale posisionering van lote en top van lote voor deurslaan

Lower 3: Vertikale posisionering en top van lote voor deurslaan

¹ Gemiddeldes vir dieselfde plaas, gevolg deur dieselfde letters, verskil nie betekenisvol by P = 0.05.

² Die skaal van rang gemiddelde wissel tussen 1 en 24, waar 24 die beste en 1 die swakste wynkwaliteit voorstel.

³ As gevolg van die betekenisvolle interaksie tussen hoofeffekte kan behandeling- en plaasgemiddeldes nie betekenisvol met mekaar vergelyk word nie.

Aangesien die wingerd op Meerlus en Kersfontein verskillend op bemestingbehandelings gereageer het, het die saamvoeg van duiwe van herhalings ten einde voldoende massa vir wynmaak te bekom, moontlik veroorsaak dat verskille in wynsamestelling nie uitgewys kon word nie.

Die gemiddelde punt uit 20 wat volgens sensoriese evaluering aan die wyne toegeken is (data nie aangetoon nie), is almal tussen 11 en 15, wat op 'n redelike tot baie goeie wynkwaliteit dui. Volgens Tabel 4.7 is daar betekenisvol laer kwaliteit wyn by Meerlus vanaf die digste lower (Lower 3) wat $MgSO_4$ -bemesting ontvang het, verkry. By Kersfontein is betekenisvol laer kwaliteit wyn vanaf die mees deurligte lowerbehandeling (Lower 1) wat Ca-bemesting ontvang het verkry. Die kwaliteit van wyn vanaf Kersfontein se matige deurligte lowerbehandeling (Lower 2) wat $MgSO_4$ -bemesting ontvang het en die digste lower wat $Ca(OH)_2$ -bemesting ontvang het, was egter betekenisvol hoër. Die redes vir die verskille in kwaliteit is egter onbekend.

4.4.2 Lowerbestuur

Lowerbehandelings het nie konsekwent die N-, P-, Mg- en Na-inhoud van bladstele beïnvloed nie en geen afleidings kan gemaak word nie (Tabel 4.2). Die mees deurligte lower van Kersfontein het egter die K van bladstele betekenisvol verlaag. In teenstelling hiermee het Smart *et al.* (1988) geen betekenisvolle invloed van verhoogde oorskaduwing (d.m.v. skadunet) op die K van bladstele en bladskywe gevind nie. Toenemende lowerdigtheid en die top van lote het die bladsteel-Ca van wingerd betekenisvol verlaag. Die invloed van lowerbehandelings op die Mg- en Na-inhoud van bladstele volg egter geen duidelike tendens nie (Tabel 4.2).

Volgens Tabel 4.3 het 'n toename in lowerdigtheid en die top van lote 'n betekenisvolle afname in die N-inhoud van sap veroorsaak. Hierdie tendens word egter nie betekenisvol deur die digste lower by Kersfontein ondersteun nie.

By Meerlus was die sap-K van die digste lower betekenisvol laer as die van die meer deurligte lowers (Tabel 4.3). Dit is egter in teenstelling met die algemene bevinding dat 'n hoë lowerdigtheid tot hoë vlakke van K in sap en wyn kan lei (Smart, 1985; Smart *et al.*, 1985b; Smart, 1987; Archer & Strauss, 1989; Rojas-Lara & Morrison, 1989; Smart *et al.*, 1990). Volgens Kliewer & Bledsoe (1987) kan die top van lote ook tot 'n betekenisvolle hoër K-inhoud van sap lei, indien behandelings by dieselfde suikerinhoud met mekaar vergelyk word.

Daar is reeds in Afdeling 3.4.2 getoon dat daar betekenisvolle verskille in die suikerinhoud van sap tussen lowerbehandelings voorkom. Volgens Smart *et al.* (1988) bestaan daar gewoonlik 'n positiewe korrelasie tussen die K- en suikerinhoud van sap. Die betekenisvolle laer suikerinhoud van die digste lower by Meerlus (Tabel 3.7) kon dus moontlik verantwoordelik gewees het, vir die laer sap-K van die lowerbehandeling.

Volgens Tabel 4.3 was die sap-K van wingerd by Kersfontein met die mees deurligte lower betekenisvol laer, in vergelyking met die ander lowerbehandelings. Die lowerbehandeling het ook die K-status (soos deur bladsteelanalises bepaal) van die persele betekenisvol verlaag (Tabel 4.2) in ooreenstemming met die betekenisvolle positiewe korrelasie wat tussen bladsteel- en sap-K voorgekom het (Tabel 4.1).

'n Hoë lowerdigtheid en die top van lote kan tot hoë vlakke van K in sap en wyn lei (Smart, 1985; Smart *et al.*, 1985b; Kliewer & Bledsoe, 1987; Smart, 1987; Archer & Strauss, 1989; Rojas-Lara & Morrison, 1989; Smart *et al.*, 1990). Aangesien daar by Kersfontein se lowerbehandelings geen betekenisvolle verskil in die suikerinhoud van sap voorgekom het nie (Tabel 3.7), kon rypheidsgraad nie die K van sap soos in die geval van Meerlus beïnvloed het nie.

Lowerbehandelings het nie die Ca- en Mg-inhoud van sap konsekwent beïnvloed nie (Tabel 4.3) en geen betekenisvolle afleidings kan gemaak word nie. Toenemende lowerdigtheid en top van lote het egter oorwegend die Na-inhoud van sap betekenisvol verlaag (Tabel 4.3).

Volgens Boulton (1980a) word die pH van sap deur o.a. die K- en Na-inhoud daarvan bepaal. Dit wil egter voorkom of die akkumulاسie van die twee katione in korrels by Kersfontein, nie dieselfde reaksie op lowerbestuur toon nie (Tabel 4.3). Die toename in lowerdigtheid en die top van lote het by Kersfontein die sap-K laat toeneem terwyl die sap-Na afgeneem het, met die gevolg dat daar nie 'n betekenisvolle verskil in die som van die twee katione was nie (Tabel 4.3). Dit kan moontlik ook een van die redes wees waarom 'n betekenisvolle verlaging in die sap-K van Kersfontein (Tabel 4.3) nie tot 'n betekenisvolle verlaging in sap-pH gelei het nie (Tabel 3.7).

By Meerlus het beide die K en Na van sap egter afgeneem met 'n toename in lowerdigtheid en die top van lote (Tabel 4.3). Die afname in beide die katione se konsentrasie het tot 'n betekenisvolle laer sap-(K + Na) van die digste lower gelei (Tabel 4.3). Die betekenisvolle laer sap-(K + Na) het moontlik ook bygedra tot 'n betekenisvolle laer sap-pH van hierdie lowerbehandelings (Tabel 3.7).

Volgens Tabel 4.4 het 'n toename in lowerdigtheid en die top van lote by Meerlus die kleurintensiteit van sap betekenisvol verlaag. Dit stem ooreen met resultate van Smart (1982) en Archer & Strauss (1989) wat getoon het dat 'n toename in lowerdigtheid die kleurintensiteit van doppe, sap en wyn verlaag. Smart *et al.* (1988) het ook getoon dat oorskaduwing van die lower m.b.v. skadunet 'n negatiewe invloed op die antosianien-inhoud van korrels het. Kliewer & Bledsoe (1987) het egter geen effek van top op die antosianien-inhoud van doppe gevind nie.

Volgens Morrison & Noble (1990) is dit veral die oorskaduwing van trosse wat 'n negatiewe effek op die antosianien-inhoud van korrels het. Tabel 3.5 toon dan ook dat die toename in lowerdigtheid en die top van lote die persentasie skadutrosse betekenisvol verhoog het.

Volgens Ribéreau-Gayon *et al.* (2000) kan die hoër rypheidsgraad van druiwe ook tot rooiwyne met 'n hoër kleurintensiteit lei. Die betekenisvolle verlaging in suikerinhoud van sap met 'n toename in lowerdigtheid en die top van lote by Meerlus (Tabel 3.7), stem dus ooreen met die betekenisvol laer kleurintensiteit wat dienooreenkomstig verkry is (Tabel 4.4). Dit is egter onmoontlik om te onderskei of die effek van 'n toename in lowerdigtheid en die top van lote by Meerlus, direk die kleurintensiteit beïnvloed het en of die betekenisvolle verlaging in kleurintensiteit a.g.v. 'n betekenisvolle verlaging in suikerinhoud was.

Volgens Jackson & Lombard (1993) besit kleiner korrels 'n hoër dop tot sap verhouding, wat voordelig vir sap- en wynkleur kan wees. Die betekenisvol laer korrelmassa van Kersfontein se digste lower (Tabel 3.6), kan dus moontlik verantwoordelik wees vir hierdie behandeling se betekenisvolle hoër kleurintensiteit (Tabel 4.4). Lowerbehandelings het egter geen invloed op kleurtint van sap gehad nie (Tabel 4.4).

Lowerbehandelings het geen betekenisvolle invloed op die pH en TS van wyn gehad nie (Tabel 4.5). Volgens Tabel 4.5 het lowerbehandelings ook geen betekenisvolle invloed op die alkohol- en Mg-inhoud van wyn gehad nie.

Volgens Tabel 4.5 het wyn wat met druiwe vanaf die digste lower gemaak is 'n betekenisvolle laer K in vergelyking met die ander lowerbehandelings. Daar bestaan ook 'n betekenisvolle positiewe korrelasie tussen die alkohol- en K-inhoud van wyn ($P = 0.05$; $r^2 = 0.236$). Alhoewel daar dus geen betekenisvolle verskil in alkoholinhoud tussen lowerbehandelings voorgekom het nie, kon die laer alkoholvlakke van die digste lower moontlik verantwoordelik

gewees het vir die betekenisvolle verskil in K. Dit stem ooreen met die invloed wat lowerbehandelings op die K-inhoud van sap by Meerlus gehad het.

Volgens Tabel 4.5 het die toename in lowerdigtheid en die top van lote die Na van wyn betekenisvol verlaag. Dieselfde tendens is waargeneem in die sap vanaf Meerlus en Kersfontein (Tabel 4.3). Lowerbehandelings het egter geen invloed op die kleurintensiteit en -tint van wyn gehad nie.

Dopkontak tydens alkoholiese gisting en die saamvoeg van duiwe oor herhalings vir wynmaak, kan moontlik van die redes wees waarom betekenisvolle verskille in die samestelling van sap a.g.v lowerbehandelings (Tabel 3.7, 4.3, 4.4), nie in die wyne gereflekteer is nie (Tabel 4.5, 4.6).

Volgens Tabel 4.7 is daar betekenisvol swakker wyne by Kersfontein vanaf die hoër lowerdigtheid en getopte persele (Lower 2 en Lower 3) sonder bemesting verkry en 'n soortgelyke tendens by Meerlus in die geval van Mg-bemesting. Dit stem ooreen met navorsing deur verskeie outeurs wat die nadelige effek van 'n hoë lowerdigtheid (Smart, 1985; Archer & Strauss, 1989; Smart *et al.*, 1990) en oormatige top van lote (Kliewer & Bledsoe, 1987) op die kwaliteit van wyn getoon het.

4.5 GEVOLGTREKKINGS

Die feit dat bemesting en lowerbestuur die rypheidsgraad (suikerinhoud) van duiwe betekenisvol beïnvloed het, het die maak van gevolgtrekkings bemoeilik, aangesien rypheidsgraad 'n groot invloed op sap- en wynsamestelling kan hê.

Kalsium- en Mg-bemesting kon onder die toestande van die veldproef met sukses gebruik word om die sap-pH van Cabernet franc/99R (Meerlus) te verlaag. Hierdie bemesting het egter nie die verlaging bewerkstellig deur die K-inhoud van sap te verlaag nie. Die

moontlikheid bestaan dat die verlaging in sap-pH a.g.v. 'n verhoging in TS, (wat nie vir Meerlus bepaal kon word nie) en/of 'n verhoging in die WSS:AS verhouding (wat ook nie bepaal is nie) plaasgevind het. Verdere navorsing is egter nodig om die moontlikheid van so 'n meganisme te bevestig. Uit 'n wynekundige oogpunt is die voordeel hiervan vir rooiwye egter beperk, aangesien die verlaging in sap-pH weens dopkontak nie tot 'n betekenisvolle verlaging in wyn-pH gelei het nie.

Die algemene bevinding dat 'n hoër lowerdigtheid tot 'n verlaging in die kwaliteit van sap en wyn kan lei, is slegs tot 'n beperkte mate in die proef ondervind. Die lae lowerdigtheid van die digste lower en die verskil in rypheidsgraad tussen lowerbehandelings kan as moontlike redes hiervoor aangevoer word.

5 GEVOLGTREKING

Bemesting en lowerbestuur het die rypheidsgraad (suikerinhoud) van druiwe in die veldproef betekenisvol beïnvloed. As gevolg hiervan was dit moeilik om die afsonderlike effekte van bemesting en lowerbestuur op sap- en wyn-pH te evalueer, aangesien rypheidsgraad 'n groot invloed op die pH van sap en wyn kan hê. Daar word dus aanbeveel dat daar in toekomstige navorsing, wat handel oor dieselfde onderwerp, gepoog sal word om monsterneming van verskillende behandelings op dieselfde rypheidsgraad te laat plaasvind.

Een van die tekortkominge van die ondersoek was die gedeeltelike en/of totale afwesigheid van WSS, AS en TS data van sap en wyn. Daar moet dus in toekomstige navorsing meer aandag aan die maatstawwe van suurheid geskenk word, aangesien dit 'n groot bydrae tot die interpretasie van resultate kan lewer.

Kalsium- en Mg-bemesting kon onder die toestande van die veldproef met sukses gebruik word om die sap-pH van Cabernet franc/R99 betekenisvol te verlaag. Geen aanbevelings kan egter op die stadium gemaak word nie aangesien die betekenisvolle verlaging in sap-pH, weens dopkontak tydens gisting, nie tot 'n betekenisvolle verlaging in wyn-pH gelei het nie. Meer navorsing is egter nodig om die verskynsel te verklaar.

Die algemene verskynsel dat 'n hoë lowerdigtheid tot 'n hoë sap- en wyn-pH kan lei, is nie in die veldproef ondervind nie. Die lae lowerdigtheid van die digste lower en die verskille in rypheidsgraad tussen lowerbehandelings kan as moontlike redes hiervoor aangevoer word.

Bemesting en lowerbestuur was slegs tot 'n beperkte mate suksesvol om die pH van sap en wyn betekenisvol te verlaag. Dit is egter nog nie bekend wat die effek van trosbespuitings met Ca- en/of Mg-soute op die pH van sap en wyn sal wees nie. Daar is op die oomblik ook 'n leemte in kennis wat betref die effek van verskillende onderstokkultivars op die sap- en

wyn-pH van verskillende wyndruifkultivars onder Suid-Afrikaanse toestande. 'n Onderstokkultivar soos 3309 Couderc is al met sukses in die Suide van Frankryk gebruik om die wyn-pH van die rooiwynkultivar Négrette betekenisvol te verlaag. Die effek van trosbespuitings en verskillende onderstokkultivars op die pH van sap en wyn behoort dus in toekomstige navorsing ondersoek te word.

6 VERWYSINGS

- ARCHER, E., 1981. Fisiologie van die Wingerdstok. In: J. Burger & J. Deist (reds.). *Wingerdbou in Suid-Afrika*. VORI, Privaatsak X5026, Stellenbosch, 7599.
- ARCHER, E. & BEUKES, A.J., 1983. Suier van wyndruive. *Wynboer Tegnies*. 4, 79-81.
- ARCHER, E. & STRAUSS, H.C., 1989. Effect of shading on the performance of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 10, 74-77.
- ASHER, C.J. & OZANNE, P.G., 1963. Growth and potassium content of plants in solution cultures maintained at constant potassium concentrations. *Soil Sci.* 103, 155-161.
- BAHAM, J., 1997. Grape rootstocks and nutrient uptake efficiency. [Intyds] Beskikbaar: <http://berrygrape.orst.edu/fruitgrowing/grapes/nutroot.htm> [1 Mei 2001].
- BERG, H.W. & KEEFER, R.M., 1958. Analytical determination of tartrate stability in wine. *Am.J.Enol. Vitic.* 9, 180-193.
- BLEDSON, A.M., KLIWER, W.M. & MAROIS, J.J., 1988. Effects of timing and severity of leaf removal on yield and fruit composition of Sauvignon blanc grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* 39, 49-54.
- BOGONI, M., PANONT, A., VALENTI, L. & SCIENZA, A., 1995. Effects of soil physical and chemical conditions on grapevine nutritional status. *Acta Hort.* 383, 299-311.
- BOULTON, R., 1980a. The general relationship between potassium, sodium and pH in grape juice and wine. *Am. J. Enol. Vitic.* 31, 182-186.

BOULTON, R., 1980b. A hypothesis for the presence, activity, and role of potassium/hydrogen, adenosine triphosphatases in grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* 31, 283-287.

BOULTON, R., 1980c. The relationship between total acidity, titratable acidity and pH in wine. *Am. J. Enol. Vitic.* 31, 76-80.

BRADY, N.C. & WEIL, R.R., 2000. Elements of the Nature and Properties of Soils. Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, New Jersey.

BRAVDO, B. & HEPNER, Y., 1987. Irrigation management and fertigation to optimize grape composition and vine performance. *Acta Hortic.* 206, 49-67.

BURGER, R du T., 1985. Root properties and potassium uptake. Potassium Symp. Potassium Symp. Organising Committee, Pretoria, pp. 105-107.

CANDOLFI-VASCONCELOS, M.C. & KOBLET, W., 1990. Yield, fruit quality, bud fertility and starch reserves of the wood as a function of leaf removal in *Vitis vinifera* - evidence of compensation and stress recovering. *Vitis.* 29, 199-221.

CARSTENS, W.J., BURGER, J.D. & KRIEL, G le R., 1981. Cultivarbeleid, Cultivareienskappe en Plantverbetering. In: J. Burger & J. Deist (reds.). Wingerdbou in Suid-Afrika. VORI, Privaatsak X5026, Stellenbosch, 7599.

CHAMPAGNOL, F., 1986. L'acidité des moûts des vins. *Progrès Agric. Vitic.* 103, 361-374.

CHAMPAGNOL, F., 1994. Facteurs agronomiques de l'acidité des moûts et des vins. *Progrès Agric. Vitic.* 111, 469-481.

CLARKSON, D.T. & HANSON, J.B., 1980. The mineral nutrition of higher plants. *Ann. Rev. Plant. Physiol.* 31, 239-298.

CLINE, R.A. & McNEIL, B., 1997. Leaf analyses for fruit crop nutrition. [Intyds] Beskikbaar: <http://www.gov.on.ca/OMAFRA/english/crops/facts/91-012.htm> [1Mei 2001].

CONRADIE, W.J., 1981. Nutrient consumption by Chenin blanc grown in sand culture and seasonal changes in the chemical composition of leaf blades and petioles. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 2, 15-18.

CONRADIE, W. J., 1983. Liming and choice of rootstocks as cultural techniques for vines in acid soils. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 4, 39-44.

CONRADIE, W.J., 1994. Wingerdbemesting. Handeling van die Werksessie oor Wingerdbemesting. LNR-Nietvoorbij Instituut vir Wingerd- en Wynkunde, Privaatsak X5026, Stellenbosch, 7599.

CONRADIE, W.J., 1997. Wingerdbemesting vir optimum druif- en wyngelhalte. In: J.C. Fourie (red). Druifproduksie met spesifieke wyndoelwit. SAWWV-opknappingskursus. LNR-Nietvoorbij Instituut vir Wingerd- en Wynkunde, Privaatsak X5026, Stellenbosch, 7599.

CONRADIE, W. J. & SAAYMAN, D., 1989a. Effects of long-term nitrogen, phosphorus and potassium fertilization on Chenin blanc vines. I. Nutrient demand and vine performance. *Am. J. Enol. Vitic.* 40, 85-90.

CONRADIE, W. J. & SAAYMAN, D., 1989b. Effects of long-term nitrogen, phosphorus and potassium fertilization on Chenin blanc vines. II. Leaf analyses and grape composition. *Am. J. Enol. Vitic.* 40, 91-97.

CREASY, G.L., PRICE, S.F. & LOMBARD, P.B., 1993. Evidence for xylem discontinuity in Pinot noir and Merlot grapes: Dye uptake and mineral composition during berry maturation. *Am. J. Enol. Vitic.* 44, 187-192.

CRIPPEN, D.D. & MORRISON, J.C., 1986. The effects of sun exposure on the compositional development of Cabernet Sauvignon berries. *Am. J. Enol. Vitic.* 37, 235-242.

DAVEREDE, C. & GARCIA, M., 2000. Effect of various K-Ca ratios on the lack of acidity of musts and wines of *Vitis vinifera* L. cv. Négrette grafted on 101.14 M.G. and grown hydroponically. Aanvaar in: *Am. J. Enol. Vitic.* 50.

DREW, M.C. & NYE, P.H., 1969. The supply of nutrient ions by diffusion to plant roots in soil. *Plant Soil.* 31, 407-424.

DUNDON, C.G., SMART, R.E. & McCARTHY, M.G., 1984. The effect of potassium fertilizer on must and wine potassium levels of Shiraz grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* 35, 200-205.

DU PREEZ, M., CARSTENS, J. & VAN WYK, E., 1981. Voorbereiding en droogverassing van blaarmonsters vir ontleding. NIVV Prosedures en Tegnieke. Navorsingsinstituut vir Vrugte en Vrugtetegnologie, Privaatsak X5026, Stellenbosch, 7599.

EKSTEEN, L.L., 1969. The determination of lime requirements of soils for various crops in the Winter Rainfall Region. *FSSA J.* 2, 13-14.

EPSTEIN, E., 1973. Mechanisms of ion transport through plant cell membranes. *Int. Rev. Cytol.* 34, 123-168.

ETOURNEAUD, F., 1996. The Role of Potassium as One Parameter Monitoring the Acidity of Wines: Consequences on Potash Fertilisation of Vine. SCPA Agronomic Research Center.

FREEMAN, B.M. & KLIEWER, W.M., 1983. Effect of irrigation, crop level and potassium fertilization on Carignane vines. II. Grape and wine quality. *Am. J. Enol. Vitic.* 31, 124-135.

GALLEGO, P., 1999. Influence des terroirs de l'appellation d'origine contrôlée << Côtes du Frontonnais >> sur la nutrition cationique et le manque d'acidité des mouts et des vins de Negrette (*Vitis vinifera* L.) greffée sur 3309 C. Le titre de docteur. L'Institut National Polytechnique de Toulouse.

GARCIA, M., DAVEREDE, C., GALLEGRO, P. & TOUMI, M., 1999. Effects of various potassium-calcium ratios on cation nutrition of grapes grown hydroponically. *J. Plant Nutri.* 22, 417-425.

GARCIA, M., GALLEGRO, P., DAVEREDE, C. & IBRAHIM, H., 2001. Effect of three rootstocks on grapevine (*Vitis vinifera* L) cv. Négrette, grown hydroponically. I. Potassium, calcium and magnesium nutrition. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 22, 101-103.

GRONDKLASSIFIKASIEWERKSGROEP, 1991. Grondklassifikasie - 'n Taksonomiese sisteem vir Suid-Afrika, 2de ed. Die Dept. van Landbou-ontwikkeling, Pretoria.

HALE, C.R., 1977. Relation between potassium and the malate and tartrate contents of grape berries. *Vitis* 16, 9-19.

HODGMAN, C.D., 1950. Handbook of Chemistry and Physics: A Ready-reference Book of Chemical and Physical Data, 32nd ed. Chemical rubber publishing co., Cleveland Ohio.

HOFFMAN, E & BETTNER, W., 1983. Untersuchungen über den einfluss der laubwandhobe auf Ertrag und qualitat bei verschiedenen klonen der sorte blauer Spatburgunder. *Wein - Wiss.* 38, 326-346.

HUNTER, J. J., 1991. Physiological implications of partial defoliation of grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon). Ph.D. thesis. Univ. of Stellenbosch, Private Bag X1, Matieland, 7602.

HUNTER, J.J. & VISSER, J.H., 1990. The effect of partial defoliation on growth characteristics of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. II. Reproductive growth. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 11, 26-32.

ILAND, P., 1989. Grape berry composition - the influence of environment and viticultural factors. *Aust. Grapegrower & Winemaker.* 308, 74-76.

ILAND, P.G. & COOMBE, B.G., 1988. Malate, tartrate, potassium, and sodium in flesh and skin of Shiraz grapes during ripening: Concentration and compartmentation. *Am. J. Enol. Vitic.* 39, 71-76.

ILAND, P., EWART, A. & SITTERS, J., 1993. Techniques for Chemical Analysis and Stability Tests of Grape Juice and Wine. Patrick Iland Wine Promotions, Campbelltown, South-Australia.

JACKSON, D.I. & LOMBARD, P.B., 1993. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality - A review. *Am. J. Enol. Vitic.* 44, 409-430.

- JOHN, J.A. & QUENOUILLE, M.H., 1977. Combination of Experimental Results. In. J.A. John & M.H. Quenouille (eds). Experiments: Design and Analysis, 2nd ed. The Garden City Press Limited, Letchworth, Hertfordshire.
- KLIEWER, W.M., 1982. Vineyard canopy management - A review. Proc. Symp. Grape and Wine Cent., pp. 342-352.
- KLIEWER, W.M. & BLEDSOE, A., 1987. Influence of hedging and leaf removal on canopy microclimate, grape composition and wine quality under Californian conditions. *Hort. Sci.* 21, Abstract No. 1606.
- KLIEWER, W.M., LIDER, L.A. & SCHULTZ, H.B., 1967. Influence of artificial shading of vineyards on concentration of sugar and organic acid in grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 18, 78-86.
- KOTZE, W.A.G. & DEIST, J., 1975. Amelioration of subsurface acidity by leaching of surface applied amendments: A laboratory study. *Agrochemophysica* 7, 39-45.
- KOTZE, W.A.G. & JOUBERT, M.E., 1978. The mobility of liming materials in soils. *Decid. Fruit Grow.* 28, 440-444.
- LANG, A., 1983. Turgor-regulated translocation. *Plant, Cell and Environment.* 6, 683-689.
- LINDHAUER, M.G., 1985. The role of potassium in the plant with emphasis on stress conditions (water, temperature, salinity). Potassium Symp. Potassium Symp. Organising Committee, Pretoria, pp. 95-104.

- MAATHUIS, F.J.M. & SANDERS, D., 1996. Mechanisms of potassium absorption by higher plant roots. *Physiol. Plant.* 96, 158-168.
- MALAN, E.F., 1935. Snoei van wingerde in die somer. *Wine & Spirit.* Januarie 1935, 1834-1835.
- MARCELIN, H., 1974. La vigne dans le sols du Roussillon. *Progrès Agric. Vitic.* 91, 548-555; 570-576.
- MARRÈ, E., 1979. Fusicoccin: A tool in plant physiology. *Plant Physiol.* 30, 273-288.
- MENGEL, K., 1985. Physiochemical and biological factors of potassium availability in soils. Potassium Symp. Potassium Symp. Organising Committee, Pretoria, pp. 9-13.
- MENGEL, K. & KIRKBY, E.A., 1987a. The Soil as a Plant Nutrient Medium. In: Principles of Plant Nutrition, 4th ed. International Potash Institute, Bern.
- MENGEL, K. & KIRKBY, E.A., 1987b. Nutrient Uptake and Assimilation. In: Principles of Plant Nutrition, 4th ed. International Potash Institute, Bern.
- MENGEL, K. & KIRKBY, E.A., 1987c. Calcium. In: Principles of Plant Nutrition, 4th ed. International Potash Institute, Bern.
- MORRIS, J.R., CAWTHON, D.L. & FLEMING, J.W., 1980. Effects of high rates of potassium fertilization on raw product quality and changes in pH and acidity during storage of Concord grape juice. *Am. J. Enol. Vitic.* 31, 323-328.

- MORRIS, J.R., SIMS, C.A. & CAWTHON, D.L., 1983. Effects of excessive potassium levels on pH, acidity and color of fresh and stored grape juice. *Am. J. Enol. Vitic.* 34, 35-39.
- MORRISON, J.C. & NOBLE, A.C., 1990. The effects of leaf and cluster shading on the composition of Cabernet Sauvignon grapes and on fruit and wine sensory properties. *Am. J. Enol. Vitic.* 44, 409-430.
- NEWMAN, I.A., KOCHIAN, L.V., GRUSAK, M.A. & LUCAS, L.W., 1987. Fluxes of H⁺ and K⁺ in corn roots. *Plant Physiol.* 84, 1177-1184.
- ORFFER, C.J., 1979. Wyndruifkultivars in Suid-Afrika. Human & Rousseau, Kaapstad en Pretoria.
- RANKINE, B.C., FORNACHON, J.C.M., BOEME, E.W. & CELLIER, K.M., 1971. Influence of grape variety, climate and soil on grape composition and quality of table wines. *Vitis*. 10, 33-50.
- REYNOLDS, A.G., POOL, R.M. & MATTICK, L.R., 1985. Influence of cluster exposure on fruit composition and wine quality of Seyval blanc grapes. *Vitis* 25, 85-95.
- REYNOLDS, A.G. & WARDLE, D.A., 1989. Impact of various canopy manipulation techniques on growth, yield, fruit composition and wine quality of Gewürztraminer. *Am. J. Enol. Vitic.* 40, 121-129.
- RIBÉREAU-GAYON, P., GLORIES, Y., MAUJEAN, A. & DUBOURDIEU, D., 2000. Phenolic Compounds. Handbook of Enology, vol. 2: The Chemistry of Wine and Stabilization and Treatments. John Wiley and Sons Ltd, London.

- ROJAS-LARA, B.A. & MORRISON, J.C., 1989. Differential effects of shading fruit or foliage on the development and composition of grape berries. *Vitis*. 28, 199-208.
- RUFFNER, H.P., HAWKER, J.S. & HALE, C.R., 1976. Temperature and enzymic control of malate metabolism in berries of *Vitis vinifera*. *Phytochem.* 15, 1877-1880.
- RUHL, E.H., 1989. Uptake and distribution of potassium by grapevine rootstocks and its implication for grape juice pH of scion varieties. *Aust. J. Exp. Agric.* 29, 707-712.
- RUHL, E.H., 1992. Effect of K supply and relative humidity on ion uptake and distribution on two grapevine rootstock varieties. *Vitis*. 31, 23-33.
- RUHL, E.H., FUDA, A.P. & TREEBY, M.T., 1992. Effect of potassium, magnesium and nitrogen supply on grape juice composition of Riesling, Chardonnay and Cabernet Sauvignon wines. *Aust. J. Exp. Agric.* 32, 645-649.
- SAAYMAN, D., 1981. Wingerdvoeding. In: J. Burger & J. Deist (reds.). Wingerdbou in Suid-Afrika. VORI, 7600 Stellenbosch.
- SAS, 1990. SAS/STAT User's guide, Version 6, 4th ed, vol. 2. SAS Institute Inc, SAS Campus Drive, Cary, NC 27513.
- SCHOPFER, P., 1972. Phytochrome and the Control of Enzyme Activity. In: K. Mitrakos & W. Shropshire (Eds.). Phytochrome. Academic Press, Londen.
- SHAPIRO, S.S. & WILK, M.B., 1965. An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika* 52, 591-611.

- SIEGFRIED, H.P., 1993. The Malmesbury Batholith and its relationship to granitic plutons in the Swartland tectonic domain. Ph.D. thesis. Univ. of Stellenbosch, Private Bag X1, Matieland, 7602.
- SMART, R.E., 1982. Vine manipulation to improve winegrape quality. Proc. of the Grape and Wine Centennial Symp. Universiteit van California, Davis, California, pp. 362-375.
- SMART, R.E., 1985. Principles of grapevine canopy microclimate manipulations with implications for yield and quality. A review. *Am. J. Enol. Vitic.* 36, 230-239.
- SMART, R.E., 1987. Influence of light on composition and quality of grapes. *Acta Hortic.* 206, 37-47.
- SMART, R.E., 1988. Shoot spacing and canopy light microclimate. *Am. J. Enol. Vitic.* 39, 325-333.
- SMART, R., 1991. Shoot positioning - the way of the future. *The Aust. Grapegrower & Winemaker.* 310, 30-32.
- SMART, R.E. & COOMBE, B.G., 1983. Water Relations of Grapevines. In: T.T. Koziowski (Ed.). *Water Deficits and Plant Growth*, vol 7. Academic Press, New York.
- SMART, R.E., DICK, J.K., GARVETT, I.M. & FISHER, B.M., 1990. Canopy management to improve grape yield and wine quality - Principles and practices. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 11, 3-17.
- SMART, R. E., ROBINSON, J.B., DUE, G.R. & BRIEN, C.J., 1985a. Canopy microclimate modification for the cultivar Shiraz. I. Definition of canopy microclimate. *Vitis.* 24, 17-31.

- SIEGFRIED, H.P., 1993. The Malmesbury Batholith and its relationship to granitic plutons in the Swartland tectonic domain. Ph.D. thesis. Univ. of Stellenbosch, Private Bag X1, Matieland, 7602.
- SMART, R.E., 1982. Vine manipulation to improve winegrape quality. Proc. of the Grape and Wine Centennial Symp. Universiteit van California, Davis, California, pp. 362-375.
- SMART, R.E., 1985. Principles of grapevine canopy microclimate manipulations with implications for yield and quality. A review. *Am. J. Enol. Vitic.* 36, 230-239.
- SMART, R.E., 1987. Influence of light on composition and quality of grapes. *Acta Hortic.* 206, 37-47.
- SMART, R.E., 1988. Shoot spacing and canopy light microclimate. *Am. J. Enol. Vitic.* 39, 325-333.
- SMART, R., 1991. Shoot positioning - the way of the future. *The Aust. Grapegrower & Winemaker.* 310, 30-32.
- SMART, R.E. & COOMBE, B.G., 1983. Water Relations of Grapevines. In: T.T. Koziowski (Ed.). *Water Deficits and Plant Growth*, vol 7. Academic Press, New York.
- SMART, R.E., DICK, J.K., GARVETT, I.M. & FISHER, B.M., 1990. Canopy management to improve grape yield and wine quality - Principles and practices. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 11, 3-17.
- SMART, R. E., ROBINSON, J.B., DUE, G.R. & BRIEN, C.J., 1985a. Canopy microclimate modification for the cultivar Shiraz. I. Definition of canopy microclimate. *Vitis.* 24, 17-31.

- SMART, R.E., ROBINSON, J. B., DUE, G.R. & BRIEN, C.J., 1985b. Canopy microclimate manipulation for the cultivar Shiraz. II. Effects on must and wine composition. *Vitis* 24, 119-128.
- SMART, R.E., SHAULIS, N.J. & LEMON, E.R., 1982. The effect of Concord vineyard microclimate on yield. I. The effects of pruning, training and shoot positioning on radiation microclimate. *Am. J. Enol. Vitic.* 33, 99-108.
- SMART, R.E., SMITH, S.M. & WINCHESTER, R.V., 1988. Light quality and quantity effects on fruit ripening for Cabernet Sauvignon. *Am. J. Enol. Vitic.* 39, 250-258.
- SMITH, F.A. & RAVEN, J.A., 1979. Intracellular pH and its regulation. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 30, 289-311.
- SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G., 1967. *Statistical Methods*, 6th ed. The Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- SOLARI, C., SILVESTRONI, O., GUIDICI, P. & INTIERI, C., 1988. Influence of topping on juice composition of Sangiovese grapevines (*Vitis vinifera* L.) Proc. of the Second Int. Symp. for Cool Climate Vitic. and Oenol. Auckland, pp. 147-151.
- SOMERS, T.C., 1971. The polymetric nature of wine pigments. *Psytochemistry* 10, 2175-2186.
- SOMERS, T. C., 1975. In search of quality for red wines. *Food Tech. Aust.* 27, 49-56.
- SOMERS, T.C., 1977. A connection between potassium levels in the harvest and relative quality in Australian red wines. Proc. OIV Symp. Qual. Vint. Cape Town, pp. 143-150.

THE NON-AFFILIATED SOIL ANALYSIS WORK COMMITTEE., 1990. Handbook of Standard Soil Testing Methods for Advisory Purposes. Soil Science Society of South Africa, Pretoria.

THOMAS, G.W. & HIPPEL, B.W., 1968. Soil Factors Affecting Potassium Availability. In: V.J. Kilmer, S.E. Youngs & N.C. Brady (Eds). The Role of Potassium in Agriculture. Am. Soc. Agron. Madison, Wis.

VAN BREDA, J.D., 1996. Invloed van lowerbestuursbehandelings op die wingerdboukundige prestasie van *Vitis vinifera* L.. cv. Sauvignon blanc. M.Sc. tesis. Univ. van Stellenbosch, Privaatsak X1, Matieland, 7602.

WILLIAMS, L.E., BISCAY, P.J. & SMITH, R.J., 1987. Effect of interior canopy defoliation on berry composition and potassium distribution in Thompson Seedless grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* 38, 287-292.

WINKLER, A.J., COOK, J.A., KLIEWER, W.M. & LINDER L.A., 1974. Fertilizer elements required by the vine. General Viticulture. Univ. of Calif. Press, Berkeley.

WOOLDRIDGE, J., 1985. The potassium supplying power of orchard soils of the Western Cape. Potassium Symp. Potassium Symp. Organising Committee, Pretoria, pp. 55-61.

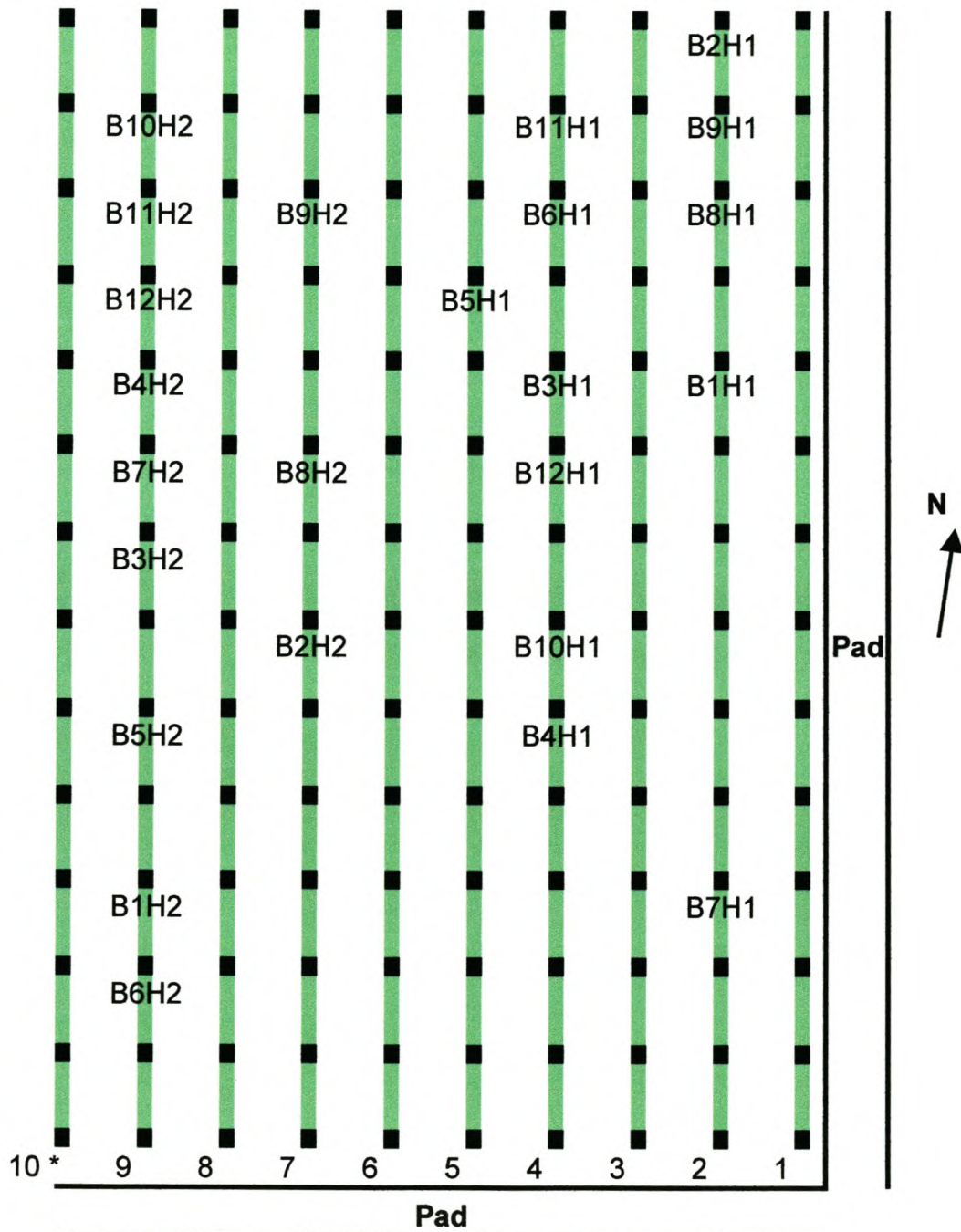
YOKOTSUKA, K., NAGAO, A., NAKAZAWA, K. & SATO, M., 1999. Changes in anthocyanins in berry skins of Merlot and Cabernet Sauvignon grapes grown in two soils modified with limestone or oyster shell versus a native soil over two years. *Am.J.Enol.Vitic.* 50, 1-12.

ZEEMAN, A.S., 1981. Oplei. In: J. Burger & J. Deist (reds.). Wingerdbou in Suid-Afrika. VORI, Privaatsak X5026, Stellenbosch, 7599.

ZEEMAN, A.S. & ARCHER, E., 1981. Stokontwikkeling, wintersnoei en somerbehandelings. In: J. Burger & J. Deist (reds.). Wingerdbou in Suid-Afrika. VORI, Privaatsak X5026, Stellenbosch, 7599.

BYLAES

A: PROEFUITLEG VAN VELDPROEF OP MEERLUS



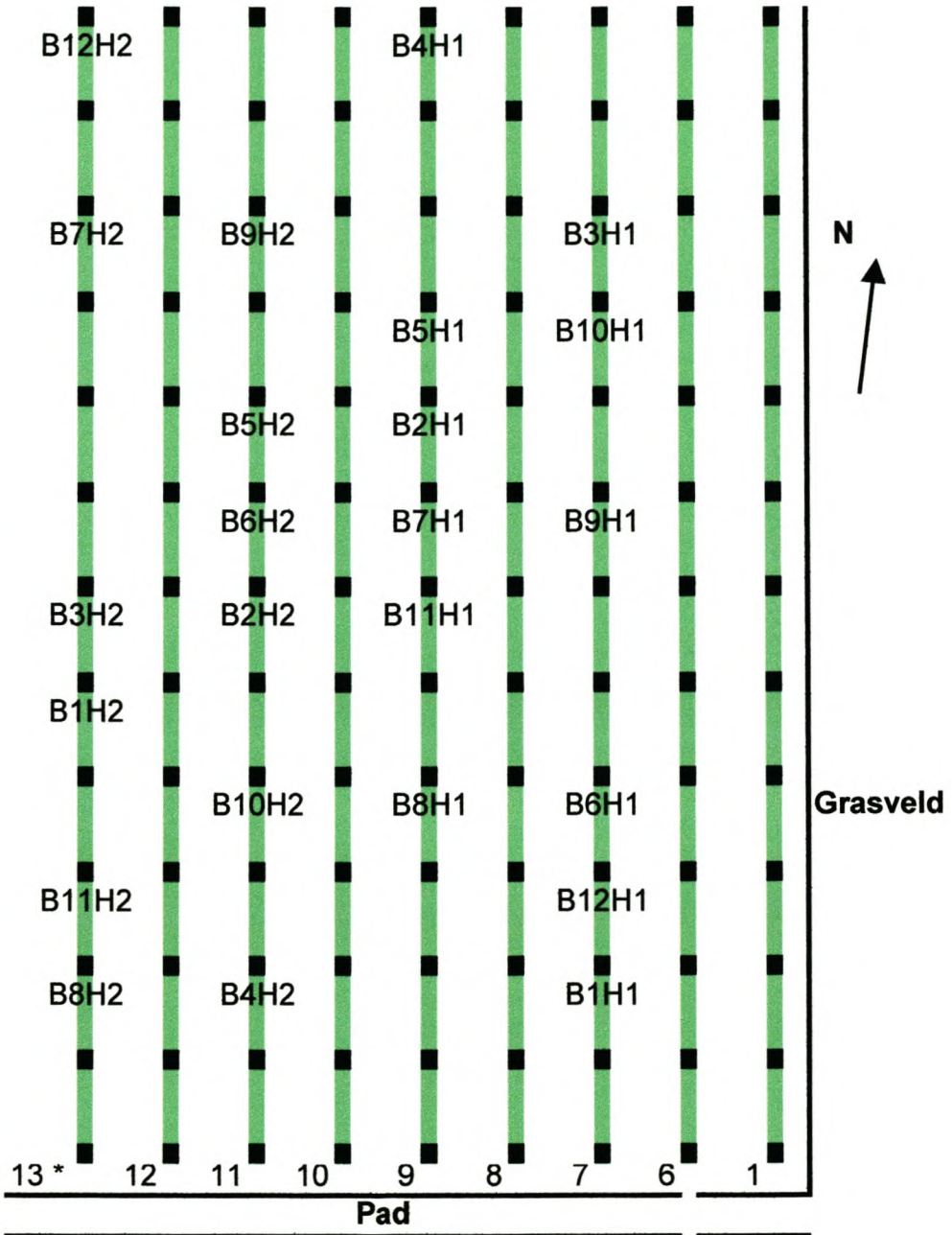
* = Wingerdry nommer

B = Behandeling (1 - 12)

H = Herhaling (1-2)

■ = Perseel bestaande uit 6 wingerdstokke


B: PROEFUITLEG VAN VELDPROEF OP KERSFONTEIN



* = Wingerdry nommer

B = Behandeling (1 - 12)

H = Herhaling (1-2)

 = Perseel bestaande uit 6 wingerdstokke

Plaas	Lower Beh.	Bemes. Beh.	Her.	Elementinhoud van ertjekorrelstadium bladskywe; 1998/99					
				Ca	K	Mg	Na	N	P
				(%)					
Meerlus	Lower 1	Geen	1	2,22	0,626	0,398	0,0655	3,04	0,558
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	1	2,25	0,665	0,370	0,0725	2,84	0,376
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	2,21	0,620	0,426	0,0570	2,93	0,280
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	1	2,44	0,681	0,491	0,0655	2,95	0,312
Meerlus	Lower 2	Geen	1	2,18	0,744	0,461	0,0645	3,00	0,401
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	1	2,33	0,693	0,408	0,0650	2,82	0,314
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	1,61	0,616	0,288	0,0570	3,49	0,300
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	1	1,97	0,733	0,574	0,0510	2,94	0,373
Meerlus	Lower 3	Geen	1	2,12	0,680	0,399	0,0550	2,85	0,373
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	1	2,26	0,833	0,344	0,0740	2,93	0,299
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	2,01	0,713	0,379	0,0730	3,24	0,311
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	1	2,69	0,694	0,503	0,0580	3,08	0,292
Meerlus	Lower 1	Geen	2	2,42	0,693	0,355	0,0555	3,03	0,256
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	2	1,97	0,500	0,485	0,0327	.	0,223
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	1,95	0,440	0,385	0,0254	3,33	0,275
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	2	2,29	0,600	0,529	0,0545	2,99	0,219
Meerlus	Lower 2	Geen	2	2,13	0,683	0,398	0,0585	2,99	0,258
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	2	1,93	0,729	0,336	0,0680	2,88	0,265
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	2,16	0,701	0,428	0,0755	3,00	0,011
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	2	2,17	0,736	0,631	0,0855	2,98	0,377
Meerlus	Lower 3	Geen	2	1,74	0,590	0,356	0,0550	3,36	0,258
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	2	2,15	0,821	0,419	0,0765	2,91	0,398
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	1,98	0,751	0,459	0,0740	2,97	0,308
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	2	1,39	0,790	0,655	0,0374	3,01	0,329
Kersf.	Lower 1	Geen	1	2,17	0,883	0,515	0,104	2,98	0,324
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	1	2,14	0,918	0,480	0,109	2,79	0,460
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	1,94	1,080	0,465	0,130	3,02	0,350
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	1	1,82	0,785	0,640	0,045	3,03	0,448
Kersf.	Lower 2	Geen	1	1,96	1,013	0,463	0,143	3,05	0,367
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	1	2,07	0,980	0,504	0,127	2,97	0,037
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	1,94	0,873	0,510	0,127	2,96	0,033
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	1	1,60	0,840	0,605	0,050	3,07	0,312
Kersf.	Lower 3	Geen	1	1,85	1,023	0,440	0,138	3,10	0,315
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	1	2,46	1,103	0,704	0,154	3,04	0,436
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	1,70	0,880	0,620	0,100	3,07	0,350
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	1	1,50	0,900	0,665	0,053	3,27	0,320
Kersf.	Lower 1	Geen	2	1,63	0,910	0,455	0,047	2,85	0,352
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	2	1,70	0,930	0,500	0,060	2,98	0,383
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	1,62	0,950	0,455	0,061	2,82	0,338
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	2	1,50	0,910	0,700	0,051	3,00	0,294
Kersf.	Lower 2	Geen	2	1,86	1,020	0,510	0,064	3,01	0,347
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	2	1,72	0,910	0,480	0,059	3,08	0,351
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	1,63	0,975	0,520	0,074	2,85	0,317
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	2	1,37	0,835	0,705	0,055	2,86	0,339
Kersf.	Lower 3	Geen	2	1,50	1,065	0,480	0,076	2,96	0,288
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	2	1,69	0,925	0,495	0,057	2,86	0,330
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	1,51	0,960	0,475	0,055	2,91	0,213
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	2	1,20	0,915	0,605	0,050	3,01	0,186

Plaas	Lower Beh.	Bemes. Beh.	Her.	Elementinhoud van ertjekorrelstadium bladstele; 1998/99					
				Ca	K	Mg	Na	N	P
				(%)					
Meerlus	Lower 1	Geen	1	2,09	2,08	1,09	0,164	0,540	0,571
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	1	2,06	2,14	0,92	0,148	0,490	0,496
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	1,68	2,33	1,13	0,102	0,520	0,236
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	1	2,15	2,13	1,40	0,155	0,490	0,370
Meerlus	Lower 2	Geen	1	1,86	2,23	1,06	0,158	0,650	0,443
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	1	2,02	2,60	0,91	0,148	0,470	0,470
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	1,23	2,96	0,73	0,062	1,090	0,361
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	1	1,50	2,26	1,36	0,173	0,750	0,635
Meerlus	Lower 3	Geen	1	1,87	2,20	0,93	0,162	0,520	0,580
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	1	1,61	2,24	0,70	0,120	0,480	0,441
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	1,53	2,29	1,21	0,139	0,700	0,461
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	1	1,52	2,21	0,82	0,137	0,510	0,467
Meerlus	Lower 1	Geen	2	1,71	2,19	0,85	0,193	0,510	0,173
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	2	1,85	2,01	0,94	0,169	0,530	0,441
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	1,28	2,04	1,35	0,193	0,530	0,286
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	2	1,54	2,30	0,87	0,158	0,650	0,389
Meerlus	Lower 2	Geen	2	1,49	1,94	0,88	0,144	0,700	0,372
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	2	1,61	2,02	0,88	0,163	0,680	0,451
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	1,32	1,97	1,44	0,190	0,680	0,602
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	2	1,21	1,95	0,81	0,168	0,520	0,307
Meerlus	Lower 3	Geen	2	1,52	2,18	0,80	0,171	0,710	0,262
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	2	1,34	2,19	0,88	0,136	0,470	0,320
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	1,13	1,98	0,99	0,082	0,670	0,283
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	2	0,98	1,68	1,28	0,085	0,660	0,393
Kersf.	Lower 1	Geen	1	1,65	3,11	1,28	0,114	0,660	0,468
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	1	1,80	3,40	1,21	0,150	0,680	0,702
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	1,49	3,41	1,16	0,132	0,690	0,792
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	1	1,36	2,40	1,41	0,096	0,690	0,953
Kersf.	Lower 2	Geen	1	1,37	3,61	1,04	0,131	0,520	0,609
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	1	1,36	3,89	1,11	0,143	0,520	0,487
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	1,36	3,38	1,17	0,163	0,710	0,566
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	1	1,18	3,20	1,35	0,135	0,510	0,010
Kersf.	Lower 3	Geen	1	1,22	3,45	1,12	0,170	0,700	0,403
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	1	1,29	3,83	0,93	0,162	0,770	0,399
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	1,31	3,36	1,29	0,155	0,660	0,331
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	1	1,04	3,42	1,44	0,118	0,730	0,595
Kersf.	Lower 1	Geen	2	1,27	3,85	1,11	0,123	0,660	0,792
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	2	1,34	3,98	1,04	0,140	0,750	0,700
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	1,37	3,87	1,00	0,140	0,600	0,928
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	2	1,11	3,87	1,50	0,122	0,820	0,182
Kersf.	Lower 2	Geen	2	1,45	4,33	0,97	0,131	0,860	0,031
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	2	1,34	3,91	1,06	0,156	0,790	0,518
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	1,29	4,30	1,11	0,138	0,770	0,488
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	2	0,93	3,67	1,43	0,128	0,740	0,710
Kersf.	Lower 3	Geen	2	1,18	4,39	1,10	0,144	0,740	0,504
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	2	1,35	3,60	1,18	0,130	0,770	0,558
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	1,27	3,88	1,14	0,106	0,800	0,749
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	2	0,98	3,77	1,44	0,115	0,740	0,260

Plaas	Lower Beh.	Bemes. Beh.	Her.	Elementinhoud van deurslaanstadium bladskywe; 1998/99					
				Ca	K	Mg	Na	N	P
				(%)					
Meertus	Lower 1	Geen	1	2,35	0,790	0,470	0,034	2,93	0,231
Meertus	Lower 1	CaSO ₄	1	2,36	0,690	0,440	0,039	2,72	0,229
Meertus	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	2,14	0,725	0,490	0,033	2,64	0,209
Meertus	Lower 1	MgSO ₄	1	2,15	0,695	0,550	0,033	2,91	0,218
Meertus	Lower 2	Geen	1	1,98	0,805	0,490	0,031	2,78	0,199
Meertus	Lower 2	CaSO ₄	1	2,58	0,685	0,465	0,031	2,58	0,207
Meertus	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	2,13	0,855	0,415	0,035	3,02	0,265
Meertus	Lower 2	MgSO ₄	1	2,06	0,685	0,665	0,031	2,79	0,236
Meertus	Lower 3	Geen	1	1,85	0,735	0,415	0,038	2,61	0,225
Meertus	Lower 3	CaSO ₄	1	2,03	0,795	0,415	0,027	3,45	0,242
Meertus	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	1,94	0,815	0,475	0,036	2,82	0,254
Meertus	Lower 3	MgSO ₄	1	1,78	0,755	0,555	0,035	2,82	0,230
Meertus	Lower 1	Geen	2	2,09	0,745	0,505	0,028	2,99	0,262
Meertus	Lower 1	CaSO ₄	2	2,10	0,805	0,420	0,029	2,89	0,233
Meertus	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	2,39	0,700	0,510	0,035	2,76	0,339
Meertus	Lower 1	MgSO ₄	2	2,07	0,595	0,695	0,024	3,34	0,232
Meertus	Lower 2	Geen	2	2,10	0,775	0,445	0,028	2,85	0,219
Meertus	Lower 2	CaSO ₄	2	2,44	0,940	0,450	0,030	3,00	0,248
Meertus	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	2,26	0,710	0,505	0,032	2,86	0,252
Meertus	Lower 2	MgSO ₄	2	1,94	0,670	0,645	0,029	3,52	0,292
Meertus	Lower 3	Geen	2	1,89	0,830	0,565	0,033	3,08	0,194
Meertus	Lower 3	CaSO ₄	2	2,15	0,770	0,485	0,031	3,40	0,262
Meertus	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	1,85	0,775	0,515	0,036	3,44	0,218
Meertus	Lower 3	MgSO ₄	2	1,88	0,605	0,665	0,030	3,30	0,230
Kersf.	Lower 1	Geen	1	2,13	0,738	0,575	0,097	2,48	0,148
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	1	2,41	0,750	0,500	0,110	2,52	0,192
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	2,10	0,833	0,498	0,118	2,76	0,173
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	1	2,22	0,743	0,553	0,128	2,44	0,241
Kersf.	Lower 2	Geen	1	2,17	0,940	0,480	0,156	2,59	0,228
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	1	2,09	0,870	0,680	0,066	2,54	0,142
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	2,20	0,760	0,755	0,041	2,54	0,170
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	1	1,82	0,858	0,553	0,076	2,46	0,160
Kersf.	Lower 3	Geen	1	1,99	0,878	0,498	0,154	2,45	0,178
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	1	2,26	0,830	0,448	0,139	2,54	0,203
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	1,84	0,868	0,463	0,104	2,48	0,189
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	1	1,73	0,945	0,573	0,107	2,45	0,187
Kersf.	Lower 1	Geen	2	2,04	0,823	0,453	0,087	2,59	0,225
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	2	2,42	0,795	0,478	0,078	2,75	0,249
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	2,22	0,983	0,570	0,115	2,66	0,302
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	2	1,91	0,803	0,765	0,086	2,60	0,203
Kersf.	Lower 2	Geen	2	2,62	1,018	0,555	0,144	2,57	0,281
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	2	2,38	0,835	0,510	0,113	2,62	0,229
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	2,17	0,913	0,573	0,133	2,53	0,203
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	2	1,92	0,793	0,763	0,104	2,49	0,198
Kersf.	Lower 3	Geen	2	2,07	0,945	0,525	0,141	2,50	0,197
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	2	2,07	0,773	0,510	0,087	2,43	0,171
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	2,02	0,690	0,588	0,119	2,31	0,156
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	2	1,58	0,718	0,625	0,139	2,47	0,150

Plaas	Lower Beh.	Bemes. Beh.	Her.	Elementinhoud van deurslaanstadium bladsteele; 1998/99					
				Ca	K	Mg	Na	N	P
				(%)					
Meerlus	Lower 1	Geen	1	1,90	3,24	1,37	0,130	0,880	0,272
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	1	2,04	2,80	1,23	0,125	0,780	0,274
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	1,78	2,63	1,30	0,135	0,790	0,108
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	1	1,99	2,50	1,69	0,130	0,890	0,205
Meerlus	Lower 2	Geen	1	1,61	2,71	1,34	0,122	0,770	0,222
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	1	1,93	2,50	1,17	0,117	0,610	0,217
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	1,80	3,24	1,15	0,093	0,860	0,304
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	1	1,42	2,35	1,72	0,101	0,790	0,287
Meerlus	Lower 3	Geen	1	1,36	2,28	0,97	0,101	0,500	0,274
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	1	1,86	2,95	1,19	0,105	0,740	0,381
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	1,45	2,18	1,28	0,100	0,750	0,395
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	1	1,36	2,38	1,56	0,113	0,760	0,128
Meerlus	Lower 1	Geen	2	1,80	2,59	1,48	0,150	0,590	0,021
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	2	1,95	2,71	1,18	0,133	0,770	0,014
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	1,87	2,54	1,45	0,146	0,780	.
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	2	1,49	1,76	2,04	0,138	0,880	.
Meerlus	Lower 2	Geen	2	1,71	2,76	1,45	0,131	0,770	0,115
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	2	1,81	2,86	1,23	0,128	0,560	0,163
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	1,73	2,09	1,46	0,127	0,760	0,238
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	2	1,30	2,27	2,03	0,152	0,860	0,342
Meerlus	Lower 3	Geen	2	1,34	2,01	1,48	0,122	0,810	0,159
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	2	1,53	2,28	1,35	0,118	0,720	0,025
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	1,30	1,92	1,41	0,123	0,770	0,051
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	2	1,19	1,38	1,97	0,135	0,670	.
Kersf.	Lower 1	Geen	1	1,01	2,41	1,26	0,173	0,570	0,120
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	1	1,30	2,84	1,26	0,197	0,620	0,330
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	1,76	3,61	1,67	0,240	0,490	0,243
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	1	1,39	2,79	1,63	0,236	0,580	0,551
Kersf.	Lower 2	Geen	1	1,37	3,88	1,74	0,014	0,690	0,440
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	1	1,28	4,29	1,65	0,238	0,670	0,176
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	1,39	3,12	1,82	0,019	0,670	0,333
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	1	1,11	4,11	1,88	0,219	0,550	0,273
Kersf.	Lower 3	Geen	1	1,31	4,08	1,62	0,275	0,670	0,249
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	1	1,71	3,58	1,72	0,260	0,710	0,294
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	1,32	3,29	1,78	0,275	0,600	0,159
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	1	0,99	3,78	1,84	0,245	0,720	0,287
Kersf.	Lower 1	Geen	2	1,55	3,64	1,80	0,219	0,530	0,485
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	2	1,95	3,58	1,78	0,281	0,550	0,441
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	1,39	3,79	1,61	0,217	0,590	0,602
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	2	1,57	2,71	1,06	0,134	0,580	0,183
Kersf.	Lower 2	Geen	2	1,87	3,98	1,61	0,267	0,810	0,594
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	2	1,83	3,58	1,56	0,302	0,700	0,608
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	1,36	4,02	1,55	0,248	0,620	0,358
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	2	1,01	3,79	1,81	0,263	0,570	0,326
Kersf.	Lower 3	Geen	2	1,32	3,95	1,57	0,242	0,620	0,310
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	2	1,34	3,59	1,58	0,230	0,650	0,266
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	1,39	4,14	1,55	0,207	0,600	0,381
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	2	1,20	3,29	1,75	0,268	0,530	0,148

Plaas	Lower Beh.	Bemes. Beh.	Her.	Elementinhoud van oes-stadium bladskywe; 1998/99					
				Ca	K	Mg	Na	N	P
				(%)					
Meerlus	Lower 1	Geen	1	2,48	0,770	0,473	0,0398	2,60	0,167
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	1	2,69	0,838	0,413	0,0365	2,37	0,163
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	2,46	0,800	0,438	0,0543	2,30	0,159
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	1	2,67	0,713	0,518	0,0408	2,32	0,185
Meerlus	Lower 2	Geen	1	2,11	0,773	0,418	0,0440	2,58	0,166
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	1	2,50	0,795	0,380	0,0450	2,21	0,167
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	2,58	0,815	0,418	0,0315	2,86	0,209
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	1	2,44	0,685	0,573	0,0460	2,46	0,167
Meerlus	Lower 3	Geen	1	2,30	0,885	0,350	0,0520	2,26	0,150
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	1	2,34	0,945	0,348	0,0443	2,53	0,175
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	2,23	0,935	0,363	0,0520	2,38	0,186
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	1	2,38	0,793	0,468	0,0673	2,45	0,156
Meerlus	Lower 1	Geen	2	2,33	0,770	0,405	0,0360	2,39	0,165
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	2	2,58	0,823	0,370	0,0435	2,36	0,154
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	2,51	0,768	0,428	0,0535	2,19	0,203
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	2	2,36	0,653	0,625	0,0455	2,42	0,189
Meerlus	Lower 2	Geen	2	2,36	0,823	0,418	0,0490	2,48	0,176
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	2	2,31	0,908	0,368	0,0515	2,52	0,181
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	2,46	0,655	0,430	0,0548	2,54	0,187
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	2	2,30	0,710	0,608	0,0580	2,41	0,202
Meerlus	Lower 3	Geen	2	2,05	0,838	0,438	0,0683	2,17	0,158
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	2	2,37	0,775	0,408	0,0498	2,27	0,185
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	1,95	0,730	0,458	0,0383	2,23	0,138
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	2	2,10	0,518	0,600	0,0333	2,27	0,162
Kersf.	Lower 1	Geen	1	2,74	0,733	0,705	0,0783	2,19	0,154
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	1	2,62	0,803	0,588	0,0890	2,32	0,206
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	2,61	0,895	0,675	0,1030	2,34	0,157
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	1	2,70	0,708	0,728	0,0823	2,37	0,262
Kersf.	Lower 2	Geen	1	2,51	0,773	0,635	0,1055	2,59	0,203
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	1	2,64	0,748	0,643	0,0808	2,40	0,159
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	2,49	0,753	0,655	0,1208	2,34	0,187
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	1	2,31	0,683	0,635	0,0700	2,46	0,152
Kersf.	Lower 3	Geen	1	2,33	0,903	0,595	0,1290	2,13	0,155
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	1	2,50	0,923	0,553	0,1155	2,25	0,197
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	2,25	0,815	0,563	0,1070	2,45	0,169
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	1	2,15	0,868	0,680	0,0978	2,26	0,166
Kersf.	Lower 1	Geen	2	2,63	0,770	0,685	0,0683	2,35	0,200
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	2	2,72	0,803	0,553	0,0713	2,48	0,193
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	2,45	0,793	0,600	0,0858	2,48	0,239
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	2	2,23	0,690	0,803	0,0733	2,28	0,150
Kersf.	Lower 2	Geen	2	2,66	0,945	0,565	0,0985	2,63	0,310
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	2	2,35	0,875	0,500	0,0788	2,66	0,242
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	2,35	0,813	0,628	0,0923	2,48	0,210
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	2	2,19	0,815	0,840	0,1170	2,50	0,212
Kersf.	Lower 3	Geen	2	2,21	0,960	0,568	0,1078	2,33	0,186
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	2	2,01	0,780	0,468	0,0788	2,16	0,138
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	2,08	0,758	0,563	0,0950	2,33	0,171
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	2	2,08	0,700	0,703	0,1098	2,39	0,170

Plaas	Lower Beh.	Bemes. Beh.	Her.	Elementinhoud van oes-stadium bladstede; 1998/99					
				Ca	K	Mg	Na	N	P
				(%)					
Meerlus	Lower 1	Geen	1	2,22	2,53	1,62	0,206	0,920	0,142
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	1	2,99	3,01	1,48	0,186	0,610	0,174
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	2,46	2,45	1,70	0,191	0,880	0,089
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	1	2,51	2,09	2,09	0,187	0,900	0,174
Meerlus	Lower 2	Geen	1	2,05	2,33	1,72	0,184	0,860	0,189
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	1	2,51	2,78	1,47	0,195	0,810	0,107
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	2,50	3,03	1,46	0,163	0,960	0,266
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	1	1,72	2,05	1,46	0,155	0,970	0,196
Meerlus	Lower 3	Geen	1	2,06	2,09	1,45	0,165	0,840	0,129
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	1	2,38	2,33	1,40	0,145	0,900	0,140
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	1,78	2,37	2,38	0,128	0,910	0,179
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	1	1,86	1,89	1,80	0,156	0,920	0,116
Meerlus	Lower 1	Geen	2	2,07	1,84	1,90	0,213	0,780	0,144
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	2	2,56	2,42	1,46	0,179	0,770	0,078
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	2,19	2,06	1,80	0,216	0,880	0,266
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	2	2,09	1,25	1,79	0,170	0,900	0,169
Meerlus	Lower 2	Geen	2	2,06	2,37	1,77	0,189	0,910	0,133
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	2	2,11	2,43	1,46	0,180	0,880	0,166
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	1,70	1,50	1,75	0,170	0,840	0,205
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	2	2,44	1,63	1,89	0,219	0,890	0,261
Meerlus	Lower 3	Geen	2	1,70	1,57	.	0,223	0,820	0,235
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	2	1,67	1,39	1,74	0,132	0,790	0,217
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	1,69	2,03	1,73	0,181	0,820	0,094
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	2	1,32	0,54	2,42	0,136	0,870	0,188
Kersf.	Lower 1	Geen	1	1,40	3,07	1,87	0,246	0,710	0,225
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	1	1,71	4,01	1,79	0,281	0,730	0,567
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	1,98	3,49	1,92	0,275	0,490	0,189
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	1	1,83	2,97	2,25	0,314	0,650	0,755
Kersf.	Lower 2	Geen	1	1,59	3,08	1,91	0,248	0,700	0,444
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	1	1,74	3,62	2,14	0,268	0,660	0,254
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	1,52	3,55	2,04	0,350	0,720	0,467
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	1	1,32	3,27	2,13	0,232	0,620	0,270
Kersf.	Lower 3	Geen	1	1,38	3,91	1,68	0,309	0,770	0,187
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	1	1,83	3,64	1,73	0,306	0,800	0,355
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	1,51	3,58	1,88	0,278	0,760	0,193
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	1	1,23	3,78	2,17	0,243	0,720	0,378
Kersf.	Lower 1	Geen	2	1,40	3,36	1,92	0,198	0,500	0,381
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	2	1,96	3,86	1,76	0,289	0,520	0,522
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	1,81	3,25	1,88	0,287	0,650	0,642
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	2	1,19	3,75	2,42	0,248	0,640	0,195
Kersf.	Lower 2	Geen	2	1,75	3,54	1,49	0,254	0,900	0,647
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	2	1,73	3,14	1,49	0,305	0,850	0,527
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	1,68	3,80	1,93	0,284	0,740	0,443
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	2	1,02	3,63	2,07	0,236	0,520	0,335
Kersf.	Lower 3	Geen	2	1,45	4,03	1,74	0,290	0,890	0,355
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	2	1,41	3,94	1,68	0,217	0,810	0,221
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	1,18	3,76	1,62	0,205	0,800	0,216
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	2	1,13	3,53	2,21	0,288	0,730	0,147

Plaas	Lower Beh.	Bemes. Beh.	Her.	Elementinhoud van oes-stadium prut; 1998/99					
				Ca	K	Mg	Na	N	P
				(%)					
Meerlus	Lower 1	Geen	1	0,215	1,23	0,1350	0,0066	1,50	0,226
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	1	0,235	1,20	0,0950	0,0059	1,37	0,219
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	0,171	1,37	0,0863	0,0188	1,42	0,238
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	1	0,206	1,26	0,0808	0,0300	1,43	0,251
Meerlus	Lower 2	Geen	1	0,175	1,00	0,0780	0,0236	1,38	0,215
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	1	0,183	1,26	0,0873	0,0171	1,47	0,277
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	0,173	1,23	0,0808	0,0281	1,52	0,260
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	1	0,222	1,13	0,0840	0,0359	1,48	0,262
Meerlus	Lower 3	Geen	1	0,216	1,14	0,0933	0,0279	1,50	0,258
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	1	0,285	1,18	0,1050	0,0063	1,59	0,253
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	0,209	1,19	0,0983	0,0227	1,65	0,249
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	1	0,232	1,35	0,1023	0,0282	1,61	0,306
Meerlus	Lower 1	Geen	2	0,181	1,20	0,0830	0,0183	1,49	0,228
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	2	0,208	1,25	0,0835	0,0117	1,37	0,239
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	0,165	1,26	0,0835	0,0167	1,46	0,227
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	2	0,173	1,07	0,0920	0,0209	1,44	0,230
Meerlus	Lower 2	Geen	2	0,200	1,18	0,0868	0,0195	1,35	0,254
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	2	0,234	1,49	0,1013	0,0231	1,45	0,279
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	0,231	1,27	0,0975	0,0275	1,51	0,254
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	2	0,175	1,26	0,1058	0,0212	1,55	0,264
Meerlus	Lower 3	Geen	2	0,222	1,25	0,1148	0,0152	1,54	0,268
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	2	0,218	1,17	0,0943	0,0260	1,45	0,250
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	0,205	1,00	0,0945	0,0159	1,58	0,259
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	2	0,210	1,20	0,1188	0,0233	1,61	0,288
Kersf.	Lower 1	Geen	1	0,160	1,24	0,0900	0,0620	1,51	0,184
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	1	0,185	1,29	0,0838	0,0230	1,50	0,241
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	0,229	1,59	0,1050	0,0474	1,48	0,295
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	1	0,174	1,14	0,0928	0,0609	1,45	0,235
Kersf.	Lower 2	Geen	1	0,143	1,00	0,0663	0,0249	1,38	0,172
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	1	0,161	1,17	0,0823	0,0548	1,42	0,226
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	0,171	1,29	0,0845	0,0584	1,43	0,249
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	1	0,151	1,16	0,0828	0,0516	1,28	0,194
Kersf.	Lower 3	Geen	1	0,196	1,45	0,0845	0,0260	1,53	0,231
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	1	0,163	1,18	0,0828	0,0338	1,50	0,226
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	0,128	1,25	0,0840	0,0489	1,46	0,220
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	1	0,182	1,01	0,0815	0,0413	1,45	0,213
Kersf.	Lower 1	Geen	2	0,206	1,31	0,0908	0,0623	1,32	0,236
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	2	0,185	1,21	0,0858	0,0464	1,42	0,226
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	0,184	1,33	0,0818	0,0228	1,34	0,265
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	2	0,223	1,42	0,0985	0,0479	1,41	0,246
Kersf.	Lower 2	Geen	2	0,228	1,39	0,0973	0,0530	1,67	0,247
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	2	0,179	1,24	0,0900	0,0494	1,58	0,216
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	0,148	1,16	0,0990	0,0318	1,33	0,208
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	2	0,194	1,49	0,0985	0,0252	1,22	0,222
Kersf.	Lower 3	Geen	2	0,174	1,11	0,0838	0,0468	1,61	0,213
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	2	0,189	1,34	0,0955	0,0533	1,41	0,253
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	0,240	1,23	0,1225	0,0200	1,51	0,247
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	2	0,206	1,21	0,1158	0,0468	1,44	0,251

Plaas	Lower Beh.	Bemes. Beh.	Her.	Elementinhoud van oes-stadium dopkontak-prut; 1998/99					
				Ca	K	Mg	Na	N	P
				(%)					
Meerlus	Lower 1	Geen	1	0,177	1,21	0,0845	0,0177	1,51	0,222
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	1	0,213	1,13	0,0853	0,0128	1,47	0,246
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	0,210	1,03	0,0933	0,0152	1,47	0,242
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	1	0,206	1,08	0,0975	0,0284	1,61	0,251
Meerlus	Lower 2	Geen	1	0,198	1,20	0,0920	0,0311	1,49	0,264
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	1	0,224	1,05	0,0855	0,0164	1,46	0,225
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	0,204	1,36	0,0900	0,0134	1,57	0,235
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	1	0,186	1,28	0,1005	0,0243	1,48	0,264
Meerlus	Lower 3	Geen	1	0,244	1,19	0,0980	0,0125	1,58	0,258
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	1	0,250	1,08	0,0940	0,0134	1,62	0,263
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	0,217	1,21	0,0993	0,0132	1,57	0,276
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	1	0,208	1,27	0,1038	0,0194	1,69	0,261
Meerlus	Lower 1	Geen	2	0,183	1,06	0,0858	0,0194	1,50	0,143
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	2	0,196	1,24	0,0818	0,0177	1,41	0,165
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	0,168	1,12	0,0868	0,0101	1,50	0,181
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	2	0,164	1,15	0,0978	0,0144	1,50	0,193
Meerlus	Lower 2	Geen	2	0,180	1,25	0,0810	0,0164	1,46	0,193
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	2	0,204	1,28	0,0825	0,0188	1,36	0,207
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	0,220	1,21	0,0925	0,0135	1,48	0,223
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	2	0,156	1,04	0,0895	0,0119	1,50	0,216
Meerlus	Lower 3	Geen	2	0,204	1,14	0,1025	0,0165	1,57	0,228
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	2	0,295	1,10	0,1100	0,0078	1,47	0,222
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	0,210	1,21	0,0938	0,0108	1,51	0,235
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	2	0,211	1,14	0,1035	0,0164	1,68	0,234
Kersf.	Lower 1	Geen	1	0,137	1,15	0,0788	0,0249	1,37	0,200
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	1	0,176	1,49	0,0933	0,0251	1,55	0,261
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	0,212	1,46	0,1018	0,0321	1,74	0,281
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	1	0,179	1,33	0,0918	0,0677	1,62	0,235
Kersf.	Lower 2	Geen	1	0,183	1,21	0,0880	0,0338	1,44	0,244
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	1	0,175	0,96	0,0860	0,0522	1,40	0,220
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	0,133	1,03	0,0683	0,0315	1,38	0,174
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	1	0,135	1,12	0,0763	0,0296	1,19	0,173
Kersf.	Lower 3	Geen	1	0,171	1,37	0,0890	0,0326	1,47	0,236
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	1	0,172	1,21	0,0768	0,0321	1,66	0,255
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	0,166	1,23	0,0913	0,0438	1,41	0,232
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	1	0,142	1,36	0,0918	0,0381	1,53	0,251
Kersf.	Lower 1	Geen	2	0,145	1,25	0,0778	0,0306	1,42	0,200
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	2	0,186	1,30	0,0905	0,0345	1,47	0,247
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	0,179	1,32	0,0805	0,0293	1,46	0,255
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	2	0,133	1,17	0,0745	0,0315	1,32	0,205
Kersf.	Lower 2	Geen	2	0,212	1,42	0,0900	0,0311	1,71	0,295
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	2	0,222	1,41	0,0865	0,0422	1,59	0,327
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	0,295	1,52	0,1240	0,0501	1,53	0,321
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	2	0,146	1,36	0,0875	0,0323	1,27	0,251
Kersf.	Lower 3	Geen	2	0,139	1,01	0,0645	0,0270	1,55	0,185
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	2	0,235	1,27	0,1150	0,0159	1,57	0,264
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	0,243	1,81	0,1210	0,0396	1,69	0,391
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	2	0,196	1,40	0,1005	0,0461	1,68	0,274

Plaas	Lower Beh.	Bemes. Beh.	Her.	Elementinhoud van oes-stadium sap; 1998/99				
				Ca	K	Mg	Na	N
				(%)				
Meerlus	Lower 1	Geen	1	0,00316	0,178	0,00683	0,00149	0,0727
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	1	0,00392	0,161	0,00723	0,00213	0,0727
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	0,00396	0,152	0,00753	0,00117	0,0655
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	1	0,00342	0,159	0,00745	0,00143	0,0675
Meerlus	Lower 2	Geen	1	0,00346	0,170	0,00820	0,00143	0,0727
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	1	0,00456	0,160	0,00778	0,00126	0,0695
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	0,00274	0,163	0,00660	0,00117	0,0664
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	1	0,00326	0,167	0,00833	0,00127	0,0659
Meerlus	Lower 3	Geen	1	0,00426	0,139	0,00668	0,00225	0,0603
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	1	0,00422	0,141	0,00760	0,00096	0,0699
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	0,00344	0,146	0,00745	0,00097	0,0699
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	1	0,00332	0,142	0,00788	0,00121	0,0623
Meerlus	Lower 1	Geen	2	0,00376	0,176	0,00813	0,00168	.
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	2	0,00354	0,187	0,00763	0,00169	.
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	0,00336	0,176	0,00695	0,00161	.
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	2	0,00398	0,164	0,00960	0,00174	0,0769
Meerlus	Lower 2	Geen	2	0,00364	0,158	0,00755	0,00139	0,0706
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	2	0,00286	0,167	0,00698	0,00140	0,0706
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	0,00362	0,157	0,00798	0,00142	0,0755
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	2	0,00332	0,163	0,00930	0,00166	0,0727
Meerlus	Lower 3	Geen	2	0,00482	0,118	0,00868	0,00134	0,0589
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	2	0,00420	0,149	0,00920	0,00120	0,0672
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	0,00376	0,150	0,00908	0,00121	0,0645
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	2	0,00400	0,132	0,01030	0,00126	0,0587
Kersf.	Lower 1	Geen	1	0,00544	0,149	0,01148	0,00760	0,0937
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	1	0,00442	0,147	0,01006	0,00598	0,0853
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	0,00412	0,125	0,00980	0,00563	0,0728
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	1	0,00382	0,145	0,01004	0,00983	0,0724
Kersf.	Lower 2	Geen	1	0,00344	0,138	0,00978	0,00540	0,0601
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	1	0,00382	0,149	0,01060	0,00633	0,0755
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	0,00398	0,127	0,01024	0,00738	0,0734
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	1	0,00386	0,152	0,01038	0,00510	0,0692
Kersf.	Lower 3	Geen	1	0,00328	0,148	0,00978	0,00593	0,0797
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	1	0,00336	0,153	0,00908	0,00523	0,0748
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	0,00404	0,157	0,01026	0,00598	0,0818
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	1	0,00314	0,148	0,01082	0,00458	0,0867
Kersf.	Lower 1	Geen	2	0,00480	0,147	0,01092	0,00653	0,0804
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	2	0,00432	0,161	0,00960	0,00638	0,0745
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	0,00414	0,141	0,00988	0,00705	0,0727
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	2	0,00446	0,165	0,01218	0,00715	0,0951
Kersf.	Lower 2	Geen	2	0,00326	0,179	0,00920	0,00573	0,0783
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	2	0,00372	0,148	0,00876	0,00633	0,0685
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	0,00422	0,156	0,01040	0,00635	0,0741
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	2	0,00452	0,159	0,01134	0,00680	0,0748
Kersf.	Lower 3	Geen	2	0,00336	0,166	0,00962	0,00543	0,0629
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	2	0,00460	0,152	0,01000	0,00510	0,0825
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	0,00454	0,174	0,01050	0,00485	0,0743
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	2	0,00438	0,165	0,01184	0,00988	0,0741

Plaas	Lower Beh.	Bemes. Beh.	Her.	Elementinhoud van oes-stadium dopkontak-sap; 1998/99				
				Ca	K	Mg	Na	N
				(%)				
Meerlus	Lower 1	Geen	1	0,00388	0,187	0,00810	0,00146	.
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	1	0,00498	0,163	0,00795	0,00149	.
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	0,00474	0,150	0,00858	0,00118	.
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	1	0,00470	0,164	0,00818	0,00118	.
Meerlus	Lower 2	Geen	1	0,00422	0,180	0,00813	0,00126	0,0823
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	1	0,00548	0,154	0,00778	0,00123	0,0769
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	0,00388	0,167	0,00715	0,00114	0,0757
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	1	0,00386	0,174	0,00870	0,00105	0,0833
Meerlus	Lower 3	Geen	1	0,00506	0,142	0,00698	0,00084	0,0650
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	1	0,00544	0,130	0,00748	0,00082	0,0686
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	0,00478	0,141	0,00798	0,00144	0,0776
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	1	0,00452	0,153	0,00795	0,00102	0,0643
Meerlus	Lower 1	Geen	2	0,00462	0,194	0,00810	0,00152	.
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	2	0,00458	0,198	0,00780	0,00135	.
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	0,00408	0,196	0,00763	0,00128	.
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	2	0,00428	0,187	0,00990	0,00112	.
Meerlus	Lower 2	Geen	2	0,00424	0,177	0,00805	0,00115	0,0755
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	2	0,00460	0,181	0,00803	0,00120	.
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	0,00440	0,168	0,00850	0,00105	0,0853
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	2	0,00400	0,181	0,00930	0,00118	0,0839
Meerlus	Lower 3	Geen	2	0,00548	0,134	0,00935	0,00090	0,0734
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	2	0,00480	0,166	0,00893	0,00079	0,0706
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	0,00456	0,162	0,00853	0,00073	0,0734
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	2	0,00462	0,140	0,01058	0,00057	0,0675
Kersf.	Lower 1	Geen	1	0,00562	0,173	0,01116	0,00700	0,0742
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	1	0,00618	0,192	0,01036	0,00610	0,0897
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	0,00568	0,169	0,01012	0,00545	0,0832
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	1	0,00484	0,209	0,01030	0,00940	0,0693
Kersf.	Lower 2	Geen	1	0,00568	0,177	0,01044	0,00535	0,0699
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	1	0,00470	0,222	0,01136	0,00603	0,0910
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	0,00584	0,175	0,01088	0,00693	0,0874
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	1	0,00546	0,198	0,01078	0,00520	0,0839
Kersf.	Lower 3	Geen	1	0,00496	0,231	0,01026	0,00643	0,1007
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	1	0,00496	0,190	0,00996	0,00513	0,0867
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	0,00512	0,197	0,01102	0,00645	0,0952
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	1	0,00474	0,197	0,01218	0,00528	0,0925
Kersf.	Lower 1	Geen	2	0,00594	0,205	0,01072	0,00658	0,0825
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	2	0,00564	0,190	0,01000	0,00745	0,0853
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	0,00666	0,181	0,01052	0,00748	0,0867
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	2	0,00512	0,201	0,01252	0,00718	0,1050
Kersf.	Lower 2	Geen	2	0,00648	0,206	0,01056	0,00640	0,0839
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	2	0,00618	0,185	0,00988	0,00673	0,0753
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	0,00642	0,207	0,01170	0,00695	0,0853
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	2	0,00594	0,218	0,01404	0,00753	0,0853
Kersf.	Lower 3	Geen	2	0,00498	0,188	0,01014	0,00550	0,0780
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	2	0,00536	0,208	0,01028	0,00525	0,1021
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	0,00608	0,212	0,01140	0,00530	0,0952
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	2	0,00433	0,200	0,01268	0,00995	0,0827

Plaas	Lower Beh.	Bemes. Beh.	Her.	Elementinhoud van wyn; 1998/99				
				Ca	K	Mg	Na	N
				(%)				
Meerlus	Lower 1	Geen	1	0,00494	0,1214	0,00888	0,00182	0,0596
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	1	0,00536	0,1203	0,00839	0,00181	0,0582
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	0,00524	0,1099	0,00852	0,00160	0,0616
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	1	0,00513	0,1150	0,00985	0,00152	0,0680
Meerlus	Lower 2	Geen	1	0,00504	0,1185	0,00901	0,00155	0,0596
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	1	0,00553	0,1180	0,00889	0,00153	0,0532
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	0,00495	0,1259	0,00843	0,00135	0,0654
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	1	0,00487	0,1183	0,01017	0,00161	0,0623
Meerlus	Lower 3	Geen	1	0,00648	0,0820	0,00941	0,00114	0,0512
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	1	0,00592	0,0894	0,00933	0,00121	0,0497
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	0,00537	0,0955	0,00912	0,00115	0,0532
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	1	0,00535	0,0987	0,00951	0,00130	0,0498
Kersf.	Lower 1	Geen	1	0,00681	0,1583	0,01274	0,00755	0,0738
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	1	0,00684	0,1832	0,01195	0,00748	0,0680
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	0,00643	0,1572	0,01158	0,00667	0,0610
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	1	0,00626	0,1760	0,01337	0,00897	0,0680
Kersf.	Lower 2	Geen	1	0,00661	0,1738	0,01197	0,00660	0,0553
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	1	0,00644	0,1661	0,01232	0,00711	0,0638
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	0,00666	0,1708	0,01281	0,00823	0,0630
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	1	0,00664	0,1662	0,01426	0,00710	0,0665
Kersf.	Lower 3	Geen	1	0,00561	0,1691	0,01178	0,00652	0,0596
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	1	0,00617	0,1676	0,01177	0,00567	0,0666
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	0,00658	0,1702	0,01309	0,00666	0,0756
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	1	0,00610	0,1702	0,01408	0,00840	0,0764

Plaas	Lower Beh.	Bemes. Beh.	Her.	Oes-stadium korrels en sap; 1998/99					
				Korrels g korrel ⁻¹	Sap				
					Suiker (°B)	pH	TS (g dm ⁻³)	Kleurin- tensiteit	Kleurtint
Meerlus	Lower 1	Geen	1	1,10	22,2	3,87	.	9,19	2,68
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	1	1,18	22,4	3,75	.	7,45	2,94
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	1,33	21,4	3,68	.	7,33	2,88
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	1	1,44	21,4	3,73	.	7,36	2,83
Meerlus	Lower 2	Geen	1	1,40	23,0	3,98	.	8,34	2,76
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	1	1,20	22,3	3,87	.	9,61	2,72
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	1,12	21,1	3,86	.	5,48	2,91
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	1	1,20	21,0	4,07	.	7,12	2,75
Meerlus	Lower 3	Geen	1	1,31	19,3	3,58	.	8,38	2,58
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	1	1,40	21,3	3,77	.	9,12	2,48
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	1,27	21,4	3,80	.	7,3	2,69
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	1	1,19	20,7	3,60	.	3,58	3,16
Meerlus	Lower 1	Geen	2	1,18	23,0	3,89	.	9,09	2,77
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	2	1,15	23,5	3,99	.	10,33	2,77
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	1,25	22,4	4,02	.	8,99	2,86
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	2	1,07	22,5	3,90	.	8,58	2,76
Meerlus	Lower 2	Geen	2	1,32	22,6	3,85	.	8,75	2,26
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	2	1,40	22,2	3,85	.	6,67	2,83
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	1,18	22,4	3,88	.	6,95	2,82
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	2	1,08	22,3	3,86	.	6,62	3,01
Meerlus	Lower 3	Geen	2	1,35	20,0	3,61	.	10,13	2,53
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	2	1,17	21,7	3,81	.	10,38	2,46
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	1,31	21,3	3,56	.	5,05	3,01
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	2	1,16	20,6	3,70	.	7,53	2,60
Kersf.	Lower 1	Geen	1	1,70	25,3	3,96	3,37	10,25	1,76
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	1	1,51	22,1	3,63	4,96	6,45	1,92
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	1,39	22,0	3,41	5,46	4,28	1,87
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	1	1,57	22,4	3,57	5,13	5,83	1,94
Kersf.	Lower 2	Geen	1	1,44	20,4	3,87	3,21	4,54	2,09
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	1	1,37	23,3	3,16	12,18	6,79	1,51
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	1,83	22,9	3,53	5,33	5,69	1,83
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	1	1,49	23,6	4,01	3,00	7,59	1,65
Kersf.	Lower 3	Geen	1	1,27	21,4	3,44	6,32	3,62	2,09
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	1	1,45	20,4	3,10	13,23	3,47	1,75
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	1,59	23,2	3,04	14,41	8,06	1,29
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	1	1,62	22,2	3,37	7,55	6,07	1,42
Kersf.	Lower 1	Geen	2	1,69	25,7	3,43	8,19	7,89	1,52
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	2	1,68	22,9	3,04	8,99	5,53	2,02
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	1,50	23,0	3,43	6,83	4,44	1,88
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	2	1,57	24,8	3,71	5,84	9,94	1,87
Kersf.	Lower 2	Geen	2	1,75	20,4	3,97	3,32	9,97	1,87
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	2	1,74	20,4	3,22	8,11	3,75	1,59
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	1,66	23,0	3,32	8,28	5,98	1,48
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	2	1,58	23,6	3,70	5,40	10	1,48
Kersf.	Lower 3	Geen	2	1,23	20,4	3,88	3,47	3,47	0,49
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	2	1,42	23,2	3,58	5,26	6,11	1,52
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	1,53	22,5	3,79	3,52	8,3	1,39
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	2	1,37	24,9	3,80	4,38	9,7	1,18

Plaas	Lower Beh.	Bemes. Beh.	Her.	Oes-stadium dopkontak-korrels en -sap; 1998/99					
				Korrels		Sap			
				g korrel ⁻¹	Suiker (°B)	pH	TS (g dm ⁻³)	Kleurintensiteit	Kleurtint
Meerlus	Lower 1	Geen	1	1,08	21,8	4,20	.	15,55	2,04
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	1	1,23	21,0	3,10	.	11,80	1,92
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	1,32	21,1	3,29	.	13,80	1,85
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	1	1,30	21,4	3,29	.	9,69	1,93
Meerlus	Lower 2	Geen	1	1,35	21,8	3,86	.	17,35	1,90
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	1	1,18	21,2	3,86	.	13,87	2,10
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	1,24	20,7	3,53	.	9,21	1,80
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	1	1,24	21,0	4,00	.	14,13	1,97
Meerlus	Lower 3	Geen	1	1,28	19,4	3,91	.	9,45	2,08
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	1	1,42	20,2	3,64	.	12,36	2,00
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	1,18	20,9	3,49	.	9,22	1,92
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	1	1,20	19,7	2,98	.	5,65	1,67
Meerlus	Lower 1	Geen	2	1,14	23,3	4,04	.	20,46	2,01
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	2	1,21	23,5	4,06	.	18,46	2,19
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	1,18	22,8	4,07	.	20,45	2,11
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	2	1,02	23,0	3,99	.	17,95	2,25
Meerlus	Lower 2	Geen	2	1,21	21,9	3,93	.	15,06	2,09
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	2	1,33	23,2	4,03	.	13,35	2,34
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	1,21	22,7	3,98	.	13,09	2,22
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	2	1,16	22,1	4,03	.	14,94	2,23
Meerlus	Lower 3	Geen	2	1,31	20,8	3,74	.	14,43	2,28
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	2	1,09	22,4	3,97	.	13,15	2,18
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	1,21	21,4	3,85	.	10,69	2,03
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	2	1,14	20,9	3,72	.	8,12	2,30
Kersf.	Lower 1	Geen	1	1,73	23,9	3,72	7,08	18,87	1,25
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	1	1,53	22,7	3,88	3,84	15,49	1,33
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	1,44	21,1	3,19	9,64	10,30	0,83
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	1	1,53	22,0	2,73	16,86	13,51	1,01
Kersf.	Lower 2	Geen	1	1,55	20,7	3,81	3,63	10,21	1,50
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	1	1,41	23,0	2,67	15,40	25,58	0,80
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	1,80	23,0	3,60	5,21	15,95	1,15
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	1	1,53	24,2	4,13	3,90	21,43	1,32
Kersf.	Lower 3	Geen	1	1,28	22,6	2,69	10,75	16,12	1,02
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	1	1,45	20,9	2,89	14,40	11,48	1,07
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	1,50	23,6	4,04	4,47	23,72	1,20
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	1	1,53	23,3	3,62	6,25	18,67	1,09
Kersf.	Lower 1	Geen	2	1,70	24,6	2,83	10,40	21,00	0,93
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	2	1,78	22,5	3,65	5,11	12,82	1,39
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	1,61	23,2	3,48	6,10	13,20	1,07
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	2	1,60	25,0	4,09	3,76	25,06	1,26
Kersf.	Lower 2	Geen	2	1,58	20,7	3,48	6,70	8,99	1,74
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	2	1,71	20,7	3,50	5,76	9,21	1,67
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	1,74	23,8	3,80	5,17	17,95	1,21
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	2	1,68	24,8	4,07	4,17	19,77	1,33
Kersf.	Lower 3	Geen	2	1,19	20,7	3,58	5,26	8,59	1,20
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	2	1,64	23,4	3,97	4,33	20,93	1,22
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	1,42	23,8	3,21	10,40	25,73	0,76
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	2	1,56	25,3	3,87	4,00	25,48	0,92

Plaas	Lower Beh.	Bemes. Beh.	Her.	Samestelling van wyn; 1998/99				
				pH	TS g dm ⁻³	Kleurintensiteit	Kleurtint	Alkohol (%)
Meerlus	Lower 1	Geen	1	3,79	5,49	9,15	0,493	13,3
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	1	3,83	5,25	10,43	0,484	13,5
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	3,82	5,15	9,44	0,484	12,7
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	1	3,85	9,71	8,77	0,489	13,2
Meerlus	Lower 2	Geen	1	3,76	6,20	9,73	0,495	13,7
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	1	3,82	5,64	8,44	0,483	13,1
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	4,00	4,00	7,97	0,498	13,0
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	1	3,92	4,72	8,62	0,491	13,4
Meerlus	Lower 3	Geen	1	3,51	5,51	8,46	0,484	11,6
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	1	3,67	5,15	6,36	0,493	12,5
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	3,78	4,65	7,50	0,476	12,8
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	1	3,82	4,52	6,09	0,496	12,1
Kersf.	Lower 1	Geen	1	3,90	6,86	16,43	0,502	14,5
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	1	4,20	4,53	11,95	0,494	14,3
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	4,11	4,41	9,04	0,567	12,3
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	1	4,17	4,91	13,13	0,529	13,6
Kersf.	Lower 2	Geen	1	4,17	4,16	6,94	0,560	12,0
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	1	3,97	6,34	11,03	0,503	12,8
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	3,93	6,76	13,43	0,489	13,6
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	1	3,89	7,39	15,39	0,500	14,4
Kersf.	Lower 3	Geen	1	4,22	4,00	7,10	0,543	12,5
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	1	4,21	4,15	10,57	0,512	13,2
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	4,08	6,67	16,19	0,498	14,1
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	1	4,24	4,30	14,65	0,503	14,1

Plaas	Lower Beh.	Bemes. Beh.	Her.	Die pH van grond, 1998/99					
				pH _(H₂O)			pH _(KCl)		
				0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm
Meerlus	Lower 1	Geen	1	6,10	5,64	4,87	5,57	5,01	4,03
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	1	5,70	5,58	4,88	5,27	5,05	4,18
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	6,55	5,23	4,91	5,96	4,54	4,01
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	1	6,01	5,75	5,01	5,50	5,19	4,37
Meerlus	Lower 2	Geen	1	5,90	4,90	4,88	5,12	4,12	3,99
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	1	6,00	5,49	4,82	5,45	4,94	4,12
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	6,16	5,45	5,06	5,54	4,91	4,43
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	1	5,92	4,86	4,45	5,35	4,43	3,73
Meerlus	Lower 3	Geen	1	6,39	6,45	4,99	5,69	6,04	4,18
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	1	5,47	5,22	4,61	5,14	4,79	3,96
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	6,03	5,10	4,87	5,90	4,49	4,18
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	1	5,79	5,15	4,68	5,25	4,72	4,18
Meerlus	Lower 1	Geen	2	5,84	4,90	4,68	5,15	4,25	3,92
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	2	5,06	4,68	5,91	5,33	4,71	3,98
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	7,23	6,78	5,03	7,14	6,41	4,36
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	2	5,71	5,01	4,59	5,30	4,64	3,94
Meerlus	Lower 2	Geen	2	5,92	5,39	4,84	5,13	4,64	3,98
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	2	5,36	5,43	5,04	5,19	4,95	4,47
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	6,87	5,17	4,83	6,45	4,68	4,18
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	2	6,09	5,89	5,02	5,29	5,41	4,61
Meerlus	Lower 3	Geen	2	5,60	4,91	4,79	5,04	4,32	4,01
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	2	5,42	4,87	4,98	5,03	4,11	3,91
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	6,71	4,69	4,86	6,04	4,27	3,97
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	2	5,97	5,02	4,89	5,29	4,38	4,05
Kersf.	Lower 1	Geen	1	5,12	5,61	5,73	4,77	4,95	5,09
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	1	5,41	5,42	5,01	4,46	4,75	5,17
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	6,33	5,05	5,61	6,11	4,41	5,04
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	1	5,14	5,07	5,34	4,46	4,40	4,58
Kersf.	Lower 2	Geen	1	5,46	5,35	5,54	4,73	5,06	5,02
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	1	5,09	5,32	5,67	4,48	4,62	5,03
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	5,29	5,12	5,34	4,54	4,47	4,75
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	1	5,05	5,36	5,69	4,37	4,60	5,02
Kersf.	Lower 3	Geen	1	5,94	5,23	5,49	4,61	4,62	4,93
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	1	4,72	5,27	5,68	4,22	5,08	4,38
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	6,16	5,68	5,75	5,48	4,94	5,16
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	1	4,57	5,04	5,38	4,05	4,51	4,72
Kersf.	Lower 1	Geen	2	5,12	5,09	5,67	4,33	4,81	5,19
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	2	4,96	4,98	5,72	4,42	4,68	5,14
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	5,28	5,22	5,34	5,53	4,37	4,61
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	2	4,73	5,35	5,80	4,10	4,76	4,77
Kersf.	Lower 2	Geen	2	5,19	5,66	5,59	4,78	4,97	5,21
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	2	5,17	5,16	5,19	4,83	4,60	4,57
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	5,81	5,25	5,53	5,08	4,50	4,94
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	2	5,46	5,70	6,01	4,80	4,89	5,22
Kersf.	Lower 3	Geen	2	5,38	5,49	5,54	4,58	4,80	4,85
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	2	5,01	4,88	5,46	4,42	4,28	4,83
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	5,86	5,18	5,38	5,09	4,50	4,86
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	2	5,15	5,55	5,68	4,49	4,89	5,05

Plaas	Lower Beh.	Bemes. Beh.	Her.	Elektriese weerstand van grond; 1998/99			Ekstraheerbare Ca van grond; 1997/98		
				(ohms)			(cmol _c kg ⁻¹)		
				0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm
Meerlus	Lower 1	Geen	1	1919	1587	1580	1,19	0,99	0,83
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	1	943	979	922	1,20	0,87	0,69
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	1844	1627	1626	1,00	0,79	0,94
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	1	1467	1075	831	1,28	1,43	1,03
Meerlus	Lower 2	Geen	1	2468	1681	1512	1,18	0,83	0,80
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	1	1211	1359	1307	1,02	0,84	0,73
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	2446	2093	1618	0,93	0,99	1,04
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	1	1417	685	516	1,01	1,13	1,06
Meerlus	Lower 3	Geen	1	2056	802	1451	1,56	1,02	0,90
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	1	510	659	827	2,09	2,54	0,77
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	1369	1766	1482	1,38	0,91	0,80
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	1	1233	625	827	0,94	0,73	0,86
Meerlus	Lower 1	Geen	2	2891	1562	1520	0,99	0,98	0,96
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	2	1063	1181	1178	1,08	1,14	0,70
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	1480	1267	1695	1,11	1,32	0,80
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	2	1414	787	787	0,83	0,66	0,74
Meerlus	Lower 2	Geen	2	2991	2337	1821	1,12	0,91	0,66
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	2	479	1269	1233	1,05	0,83	0,64
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	1661	1648	1640	0,90	0,84	0,56
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	2	2521	1677	826	1,00	1,14	0,79
Meerlus	Lower 3	Geen	2	1749	1546	1814	0,90	0,73	0,72
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	2	565	811	1313	1,31	1,27	0,86
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	1668	1771	1585	0,71	0,76	0,88
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	2	1601	932	955	0,95	1,04	0,89
Kersf.	Lower 1	Geen	1	2142	1366	1251	0,94	1,23	1,29
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	1	1729	828	1321	1,28	1,56	1,08
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	2243	1722	1471	0,84	1,10	1,31
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	1	1589	779	1090	0,78	1,15	1,30
Kersf.	Lower 2	Geen	1	1710	2079	2768	1,08	1,14	0,92
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	1	1409	1165	1248	0,78	1,07	1,24
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	1840	1767	1777	1,09	1,57	1,41
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	1	1777	854	738	0,83	1,14	1,16
Kersf.	Lower 3	Geen	1	1624	1470	1210	1,01	1,43	1,23
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	1	960	868	1231	0,71	1,10	1,26
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	1293	1577	1485	1,11	1,28	1,28
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	1	876	741	584	0,63	0,95	1,28
Kersf.	Lower 1	Geen	2	923	1464	1646	1,23	1,59	1,22
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	2	708	772	728	1,07	1,35	1,13
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	1082	1767	1712	1,05	1,55	1,58
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	2	1567	754	689	0,66	1,24	1,20
Kersf.	Lower 2	Geen	2	889	978	1277	1,68	1,64	1,18
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	2	382	453	1100	1,18	1,27	1,24
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	2143	1479	1586	0,95	1,43	1,56
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	2	1168	728	669	0,84	1,51	1,21
Kersf.	Lower 3	Geen	2	1643	1681	2065	1,07	1,26	0,98
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	2	1195	1067	1158	0,79	0,93	1,08
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	2494	1773	1384	0,57	1,02	1,15
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	2	750	475	700	0,66	1,17	1,36

Plaas	Lower Beh.	Bemes. Beh.	Her.	Ekstraheerbare katione van grond; 1997/98					
				Mg			K		
				(cmol _c kg ⁻¹)					
				0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm
Meerlus	Lower 1	Geen	1	0,38	0,46	0,78	0,17	0,20	0,14
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	1	0,41	0,44	0,62	0,19	0,31	0,16
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	0,39	0,45	1,02	0,17	0,13	0,17
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	1	0,44	0,42	0,65	0,17	0,12	0,17
Meerlus	Lower 2	Geen	1	0,38	0,58	0,98	0,17	0,50	0,14
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	1	0,39	0,65	1,02	0,20	0,18	0,12
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	0,37	0,32	0,45	0,20	0,16	0,18
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	1	0,45	0,92	1,38	0,19	0,28	0,19
Meerlus	Lower 3	Geen	1	0,36	0,43	0,97	0,16	0,11	0,31
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	1	0,45	0,32	0,71	0,35	0,51	0,12
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	0,64	0,92	1,02	0,33	0,13	0,12
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	1	0,45	0,53	1,10	0,18	0,54	0,15
Meerlus	Lower 1	Geen	2	0,41	0,56	1,08	0,20	0,11	0,14
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	2	0,43	0,81	0,86	0,18	0,13	0,12
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	0,37	0,64	1,37	0,16	0,10	0,39
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	2	0,39	0,56	1,44	0,12	0,10	0,25
Meerlus	Lower 2	Geen	2	0,39	0,34	0,58	0,19	0,38	0,39
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	2	0,48	0,46	0,59	0,20	0,89	0,10
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	0,35	0,34	0,80	0,13	0,09	0,12
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	2	0,33	0,44	1,17	0,17	0,09	0,15
Meerlus	Lower 3	Geen	2	0,45	0,67	1,23	0,14	0,41	0,22
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	2	0,72	1,29	1,33	0,18	0,12	0,23
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	0,45	0,80	1,41	0,14	0,44	0,17
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	2	0,43	1,19	1,70	0,15	0,77	0,31
Kersf.	Lower 1	Geen	1	0,40	0,46	0,73	0,21	0,21	0,15
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	1	0,42	0,48	0,74	0,27	0,25	0,14
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	0,38	0,43	0,70	0,25	0,25	0,13
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	1	0,38	0,41	0,56	0,27	0,22	0,18
Kersf.	Lower 2	Geen	1	0,43	0,42	0,78	0,26	0,21	0,10
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	1	0,48	0,55	0,90	0,34	0,29	0,19
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	0,47	0,57	0,72	0,34	0,25	0,14
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	1	0,40	0,49	0,80	0,23	0,19	0,13
Kersf.	Lower 3	Geen	1	0,51	0,57	0,87	0,34	0,26	0,17
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	1	0,35	0,45	0,52	0,24	0,21	0,11
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	0,49	0,49	0,89	0,33	0,34	0,13
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	1	0,41	0,43	0,69	0,23	0,21	0,16
Kersf.	Lower 1	Geen	2	0,38	0,43	0,60	0,22	0,17	0,23
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	2	0,44	0,48	0,62	0,26	0,18	0,11
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	0,38	0,47	0,51	0,30	0,26	0,15
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	2	0,34	0,46	0,76	0,20	0,20	0,11
Kersf.	Lower 2	Geen	2	0,45	0,63	0,88	0,27	0,32	0,21
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	2	0,46	0,45	0,60	0,25	0,31	0,29
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	0,38	0,35	0,69	0,13	0,23	0,18
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	2	0,41	0,38	0,81	0,25	0,21	0,17
Kersf.	Lower 3	Geen	2	0,47	0,53	0,83	0,30	0,22	0,15
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	2	0,35	0,34	0,55	0,20	0,13	0,16
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	0,36	0,34	0,63	0,15	0,23	0,14
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	2	0,29	0,40	0,64	0,17	0,17	0,18

Plaas	Lower Beh.	Bemes. Beh.	Her.	Ekstraheerbare Na van grond; 1997/98			Ekstraheerbare Ca van grond; 1998/99		
				(cmol _c kg ⁻¹)					
				0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm
Meerlus	Lower 1	Geen	1	0,04	0,07	0,11	1,86	1,75	1,21
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	1	0,06	0,08	0,09	1,83	1,84	1,72
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	0,04	0,05	0,10	2,09	1,36	1,62
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	1	0,05	0,07	0,10	1,73	1,64	1,66
Meerlus	Lower 2	Geen	1	0,07	0,08	0,13	1,16	1,10	1,23
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	1	0,05	0,09	0,12	2,19	1,43	1,26
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	0,04	0,04	0,08	1,66	1,30	1,25
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	1	0,04	0,12	0,16	1,36	1,70	1,51
Meerlus	Lower 3	Geen	1	0,05	0,06	0,11	2,11	5,29	1,94
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	1	0,05	0,05	0,12	3,52	1,78	1,67
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	0,06	0,10	0,11	2,96	1,26	1,42
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	1	0,05	0,08	0,13	1,08	1,35	1,41
Meerlus	Lower 1	Geen	2	0,07	0,09	0,14	1,55	1,58	1,50
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	2	0,07	0,11	0,15	2,23	1,61	1,38
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	0,03	0,09	0,12	3,89	2,99	1,39
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	2	0,06	0,08	0,17	0,86	1,19	1,37
Meerlus	Lower 2	Geen	2	0,06	0,08	0,10	1,34	1,35	1,30
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	2	0,08	0,11	0,12	3,59	1,64	1,42
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	0,08	0,06	0,14	2,50	1,79	1,36
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	2	0,05	0,12	0,12	0,82	1,03	1,34
Meerlus	Lower 3	Geen	2	0,07	0,12	0,18	1,27	1,07	1,11
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	2	0,07	0,17	0,19	3,11	2,93	1,50
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	0,10	0,15	0,20	2,32	1,35	1,27
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	2	0,07	0,14	0,16	0,97	1,75	1,65
Kersf.	Lower 1	Geen	1	0,11	0,12	0,08	1,68	2,44	1,93
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	1	0,08	0,07	0,12	1,99	2,37	1,87
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	0,08	0,07	0,12	3,07	1,66	1,65
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	1	0,07	0,31	0,08	0,57	1,32	1,90
Kersf.	Lower 2	Geen	1	0,08	0,07	0,10	1,59	2,01	1,44
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	1	0,07	0,06	0,09	1,34	1,75	1,79
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	0,10	0,11	0,11	1,55	1,49	1,63
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	1	0,08	0,06	0,08	0,61	1,06	1,77
Kersf.	Lower 3	Geen	1	0,10	0,09	0,10	1,27	1,89	1,53
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	1	0,07	0,06	0,11	1,38	1,94	1,66
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	0,10	0,07	0,09	2,47	1,73	1,63
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	1	0,07	0,07	0,11	0,36	1,15	1,82
Kersf.	Lower 1	Geen	2	0,11	0,09	0,11	1,24	1,67	1,45
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	2	0,11	0,08	0,08	1,96	2,07	0,64
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	0,10	0,08	0,06	2,01	1,74	1,57
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	2	0,12	0,09	0,12	0,32	1,00	1,85
Kersf.	Lower 2	Geen	2	0,12	0,17	0,11	1,78	2,25	1,71
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	2	0,15	0,13	0,12	3,40	2,76	2,15
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	0,11	0,09	0,10	1,83	1,98	2,04
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	2	0,09	0,08	0,10	1,09	1,90	2,56
Kersf.	Lower 3	Geen	2	0,08	0,07	0,10	1,36	1,93	1,27
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	2	0,09	0,10	0,08	1,51	1,45	1,65
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	0,12	0,09	0,10	1,47	1,36	2,25
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	2	0,07	0,06	0,09	0,70	1,78	1,53

Plaas	Lower Beh.	Bemes. Beh.	Her.	Ekstraheerbare katione van grond; 1998/99					
				Mg			K		
				(cmol _c kg ⁻¹)					
				0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm
Meerlus	Lower 1	Geen	1	0,47	0,48	0,83	0,25	0,23	0,19
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	1	0,28	0,37	0,94	0,28	0,26	0,20
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	0,33	0,67	1,41	0,30	0,21	0,20
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	1	1,45	0,88	1,10	0,29	0,25	0,21
Meerlus	Lower 2	Geen	1	0,39	0,67	1,38	0,22	0,21	0,21
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	1	0,38	0,37	0,94	0,32	0,23	0,20
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	0,32	0,25	0,65	0,26	0,32	0,25
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	1	1,07	1,87	2,01	0,29	0,19	0,18
Meerlus	Lower 3	Geen	1	0,45	0,49	1,06	0,25	0,22	0,18
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	1	0,21	0,33	0,94	0,31	0,21	0,17
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	0,44	0,41	1,11	0,27	0,17	0,22
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	1	1,15	1,20	1,34	0,22	0,17	0,17
Meerlus	Lower 1	Geen	2	0,48	0,36	1,86	0,24	0,17	0,17
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	2	0,43	0,91	1,09	0,23	0,23	0,19
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	0,34	0,34	1,05	0,19	0,09	0,15
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	2	0,91	1,12	1,77	0,21	0,14	0,14
Meerlus	Lower 2	Geen	2	0,31	0,44	1,22	0,25	0,19	0,14
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	2	0,27	0,34	0,63	0,27	0,20	0,19
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	0,33	0,67	1,02	0,21	0,16	0,15
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	2	0,88	0,71	1,34	0,25	0,17	0,15
Meerlus	Lower 3	Geen	2	0,51	0,66	1,42	0,23	0,16	0,18
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	2	0,52	1,93	1,66	0,22	0,20	0,16
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	0,56	0,92	1,50	0,24	0,17	0,19
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	2	0,92	1,86	2,22	0,23	0,19	0,16
Kersf.	Lower 1	Geen	1	0,53	0,52	0,86	0,37	0,22	0,17
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	1	0,21	0,61	0,78	0,37	0,32	0,19
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	0,25	0,35	0,56	0,26	0,33	0,21
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	1	1,02	1,23	0,91	0,26	0,29	0,22
Kersf.	Lower 2	Geen	1	0,55	0,47	0,72	0,47	0,29	0,15
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	1	0,27	0,53	1,05	0,32	0,31	0,24
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	0,35	0,31	0,58	0,35	0,31	0,21
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	1	1,17	1,69	2,07	0,29	0,29	0,18
Kersf.	Lower 3	Geen	1	0,62	0,65	1,19	0,35	0,30	0,21
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	1	0,27	0,51	0,66	0,30	0,27	0,13
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	0,40	0,43	0,81	0,36	0,21	0,18
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	1	1,11	1,22	1,42	0,25	0,23	0,20
Kersf.	Lower 1	Geen	2	0,40	0,40	0,54	0,36	0,23	0,15
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	2	0,18	0,43	0,86	0,31	0,33	0,10
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	0,34	0,35	0,44	0,28	0,22	0,12
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	2	1,14	1,68	1,30	0,32	0,35	0,23
Kersf.	Lower 2	Geen	2	0,35	0,47	0,76	0,33	0,29	0,26
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	2	0,16	0,48	0,52	0,40	0,40	0,30
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	0,27	0,38	0,80	0,37	0,35	0,13
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	2	1,23	1,70	1,23	0,39	0,39	0,28
Kersf.	Lower 3	Geen	2	0,34	0,46	1,11	0,32	0,19	0,19
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	2	0,11	0,30	0,52	0,22	0,19	0,17
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	0,24	0,25	0,83	0,33	0,30	0,30
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	2	1,17	1,27	1,11	0,17	0,13	0,08

Plaas	Lower Beh.	Bemes. Beh.	Her.	Ekstraheerbare Na van grond; 1998/99			Ekstraheerbare H van grond; 1998/99		
				(cmol _c kg ⁻¹)					
				0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm
Meerlus	Lower 1	Geen	1	0,05	0,10	0,14	0,60	2,18	2,44
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	1	0,03	0,05	0,14	0,71	1,14	2,15
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	0,04	0,10	0,15	0,33	1,49	2,29
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	1	0,03	0,04	0,11	0,84	0,97	1,89
Meerlus	Lower 2	Geen	1	0,03	0,10	0,16	0,76	1,85	2,16
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	1	0,03	0,07	0,14	0,65	1,11	1,92
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	0,02	0,05	0,12	0,60	1,51	2,22
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	1	0,03	0,09	0,18	0,87	1,80	3,33
Meerlus	Lower 3	Geen	1	0,04	0,08	0,15	0,33	0,67	1,61
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	1	0,02	0,03	0,14	0,93	1,26	2,29
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	0,05	0,08	0,14	0,29	1,47	2,10
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	1	0,02	0,05	0,12	1,00	1,24	1,76
Meerlus	Lower 1	Geen	2	0,04	0,02	0,25	0,96	1,71	2,53
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	2	0,04	0,15	0,12	0,71	1,25	2,47
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	0,03	0,05	0,11	0,28	0,12	1,44
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	2	0,01	0,06	0,15	0,61	1,24	1,87
Meerlus	Lower 2	Geen	2	0,03	0,08	0,16	0,80	1,43	2,45
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	2	0,03	0,08	0,14	1,06	1,31	2,37
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	0,04	0,10	0,14	0,14	1,25	1,54
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	2	0,02	0,03	0,11	0,52	0,63	1,29
Meerlus	Lower 3	Geen	2	0,08	0,12	0,15	0,81	1,58	2,25
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	2	0,04	0,17	0,17	0,81	1,71	2,22
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	0,03	0,11	0,18	0,25	1,88	2,46
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	2	0,02	0,11	0,17	0,51	1,57	1,94
Kersf.	Lower 1	Geen	1	0,06	0,11	0,11	1,20	0,98	0,98
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	1	0,04	0,08	0,10	1,36	1,17	0,92
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	0,06	0,08	0,10	0,30	1,43	0,88
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	1	0,03	0,03	0,10	1,21	1,26	1,26
Kersf.	Lower 2	Geen	1	0,09	0,08	0,07	1,22	1,40	0,99
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	1	0,03	0,07	0,11	1,36	1,25	1,01
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	0,05	0,06	0,08	1,25	1,41	1,21
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	1	0,02	0,02	0,19	1,42	1,20	1,03
Kersf.	Lower 3	Geen	1	0,08	0,10	0,12	1,31	1,41	1,03
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	1	0,05	0,08	0,13	1,52	1,39	0,84
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	0,07	0,09	0,09	0,58	0,97	0,74
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	1	0,04	0,06	0,07	1,84	1,27	1,22
Kersf.	Lower 1	Geen	2	0,05	0,08	0,08	1,30	1,13	0,88
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	2	0,05	0,06	0,13	1,44	1,28	0,82
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	0,06	0,07	0,07	0,72	1,39	1,26
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	2	0,03	0,03	0,06	1,77	1,19	0,82
Kersf.	Lower 2	Geen	2	0,06	0,10	0,10	0,98	0,97	0,91
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	2	0,05	0,09	0,13	1,07	1,45	1,51
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	0,07	0,09	0,14	1,23	1,35	1,07
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	2	0,08	0,07	0,11	1,03	1,15	0,80
Kersf.	Lower 3	Geen	2	0,06	0,08	0,15	1,10	1,12	1,07
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	2	0,04	0,12	0,10	0,95	1,31	1,03
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	0,05	0,08	0,17	0,80	0,80	0,80
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	2	0,05	0,09	0,13	1,12	1,03	0,89

Plaas	Lower Beh.	Bemes. Beh.	Her.	Ekstraheerbare P; 1998/99			Lowerdata; 1999/00
				(mg kg ⁻¹)			% Volson
				0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	
Meerlus	Lower 1	Geen	1	54,8	30,0	20,3	15,6
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	1	41,3	26,8	26,4	21,1
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	31,6	23,9	23,1	25,7
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	1	58,5	43,3	30,3	13,6
Meerlus	Lower 2	Geen	1	42,4	28,8	24,4	7,3
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	1	48,5	31,8	27,8	8,0
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	34,1	25,4	21,1	12,2
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	1	45,1	18,6	16,3	11,6
Meerlus	Lower 3	Geen	1	45,4	32,8	16,2	11,4
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	1	44,7	26,2	15,4	9,4
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	47,9	19,3	15,4	1,8
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	1	42,0	16,8	10,9	2,6
Meerlus	Lower 1	Geen	2	35,5	17,3	14,0	14,7
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	2	34,7	19,0	15,4	17,3
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	43,6	36,5	13,7	12,2
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	2	35,9	20,6	10,8	15,9
Meerlus	Lower 2	Geen	2	27,2	34,4	14,2	15,5
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	2	46,9	31,1	28,2	9,8
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	32,3	17,0	15,5	13,0
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	2	32,3	22,4	12,9	6,4
Meerlus	Lower 3	Geen	2	24,9	20,1	14,9	2,7
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	2	23,6	15,4	14,9	11,0
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	23,9	16,2	19,0	8,9
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	2	39,5	17,0	18,3	9,6
Kersf.	Lower 1	Geen	1	24,2	20,4	22,3	31,9
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	1	36,2	20,9	19,5	35,0
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	42,6	20,8	13,7	34,6
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	1	26,2	16,2	14,2	30,4
Kersf.	Lower 2	Geen	1	31,9	15,0	14,4	22,0
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	1	32,8	19,1	17,8	19,6
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	42,6	22,7	18,6	16,9
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	1	45,7	22,1	16,8	9,9
Kersf.	Lower 3	Geen	1	39,8	20,8	16,8	13,7
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	1	37,4	25,9	14,5	18,4
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	29,0	21,1	20,0	15,0
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	1	24,4	16,8	15,4	7,5
Kersf.	Lower 1	Geen	2	52,8	23,9	18,0	31,1
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	2	35,4	21,6	17,5	39,5
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	44,4	24,1	19,6	22,2
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	2	21,4	20,0	15,0	36,1
Kersf.	Lower 2	Geen	2	25,5	19,0	16,7	14,7
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	2	37,4	23,7	20,4	14,5
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	30,5	20,1	20,1	30,0
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	2	21,3	18,6	17,8	6,3
Kersf.	Lower 3	Geen	2	34,9	26,5	16,2	20,5
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	2	30,3	20,8	17,5	22,4
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	34,7	20,6	17,8	15,2
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	2	24,2	19,3	18,8	23,7

Plaas	Lower Beh.	Bemes. Beh.	Her.	Oesdata 1998/99			Lowerdata 1999/00		
				Oesmassa Stok ⁻¹ (kg)	Trosse Stok ⁻¹	Massa Tros ⁻¹ (g)	BLG	Skadu-trosse (%)	Tot. lengte Loot ⁻¹ (cm)
Meerlus	Lower 1	Geen	1	4,86	37	131,4	1,2	43	115,0
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	1	4,07	30	134,5	1,1	0	116,4
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	3,85	34	115,0	1,8	64	115,3
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	1	4,52	33	138,1	1,5	38	101,7
Meerlus	Lower 2	Geen	1	4,83	37	131,4	1,8	40	120,5
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	1	5,08	48	105,3	2,3	56	86,8
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	5,85	49	120,7	3,2	70	110,0
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	1	4,91	44	112,8	1,8	55	109,3
Meerlus	Lower 3	Geen	1	4,46	49	91,5	3,7	81	92,6
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	1	4,80	47	101,6	3,8	88	99,9
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	5,30	46	115,8	3,1	57	88,5
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	1	5,48	53	103,4	3,5	94	111,5
Meerlus	Lower 1	Geen	2	3,87	30	129,0	1,1	30	101,2
Meerlus	Lower 1	CaSO ₄	2	3,34	31	109,4	1,3	27	97,1
Meerlus	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	3,22	25	130,2	1,2	21	102,4
Meerlus	Lower 1	MgSO ₄	2	3,35	26	128,8	1,3	33	113,0
Meerlus	Lower 2	Geen	2	4,40	38	116,6	2,0	56	97,0
Meerlus	Lower 2	CaSO ₄	2	4,63	33	141,5	1,4	50	108,5
Meerlus	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	4,69	36	130,1	2,3	45	95,5
Meerlus	Lower 2	MgSO ₄	2	5,97	40	150,1	2,2	17	103,5
Meerlus	Lower 3	Geen	2	6,17	53	116,5	2,8	80	90,4
Meerlus	Lower 3	CaSO ₄	2	5,98	50	119,6	3,3	58	91,8
Meerlus	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	4,44	44	101,4	2,5	69	73,4
Meerlus	Lower 3	MgSO ₄	2	4,18	42	100,7	3,5	82	87,0
Kersf.	Lower 1	Geen	1	2,67	27	99,7	1,1	30	148,6
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	1	2,08	23	91,4	1,1	0	127,1
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	1	2,15	20	107,5	0,9	10	129,2
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	1	1,66	17	99,3	1,2	33	202,5
Kersf.	Lower 2	Geen	1	2,16	23	94,0	1,8	45	108,1
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	1	2,67	31	87,5	1,5	36	114,5
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	1	2,04	24	83,3	2,5	50	118,1
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	1	2,70	25	105,7	2,3	40	156,8
Kersf.	Lower 3	Geen	1	2,85	39	73,4	3,4	82	89,3
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	1	2,99	38	79,8	3,0	67	97,8
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	1	3,46	49	71,0	3,8	91	113,9
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	1	2,56	33	76,9	3,3	78	119,6
Kersf.	Lower 1	Geen	2	2,25	22	99,8	0,6	13	183,2
Kersf.	Lower 1	CaSO ₄	2	2,19	23	97,4	0,6	14	138,8
Kersf.	Lower 1	Ca(OH) ₂	2	1,50	17	88,4	1,2	14	176,9
Kersf.	Lower 1	MgSO ₄	2	1,87	23	81,1	0,8	0	131,9
Kersf.	Lower 2	Geen	2	1,88	20	92,6	1,8	20	161,0
Kersf.	Lower 2	CaSO ₄	2	2,54	24	103,5	1,5	43	97,5
Kersf.	Lower 2	Ca(OH) ₂	2	1,73	20	87,6	1,8	18	112,9
Kersf.	Lower 2	MgSO ₄	2	2,03	20	99,2	1,6	50	115,1
Kersf.	Lower 3	Geen	2	4,69	51	92,0	2,5	67	86,6
Kersf.	Lower 3	CaSO ₄	2	4,10	56	73,8	3,6	88	101,5
Kersf.	Lower 3	Ca(OH) ₂	2	2,54	.	.	2,7	63	129,1
Kersf.	Lower 3	MgSO ₄	2	2,24	.	.	3,8	75	93,0