

# **Die invloed van haelnette op die prestasie van tafeldruwe *Vitis vinifera* (L.) in die somerreëngebied\***

J.H. Avenant

Nietvoorbij Instituut vir Wingerd- en Wynkunde, Privaat sak X5026, Stellenbosch, 7599

P.S. Hammes\*\*

Departement Plantproduksie en Grondkunde, Universiteit van Pretoria, Pretoria, 0002

Ontvang 21 Julie 1994; aanvaar 26 Junie 1995

## **UITTREKSEL**

Die langtermyneffek van swart haelnette (20%- beskaduwingseffek) op tafeldruwe (kultivars Pirobella, Bien Donné, Ronelle en Italia) se botpersentasie, oogvrugbaarheid, lootmassa, oesmassa, korrelmassa en -bars, asook suikerkonsentrasie (totale oplosbare vastestowwe), suurkonsentrasie (titreerbare sure) en pH is ondersoek. Haelnette het die botpersentasie en vrugbaarheid betekenisvol verlaag. Reproduktiewe groei in terme van trosmassa en opbrengs onder die haelnette neig om hoër te wees as sonder haelnette, terwyl korrelmassa nie beïnvloed is nie. Korrelbars neig om laer onder haelnette te wees. Die suikerkonsentrasie en pH van die korrels onder die nette was betekenisvol laer, terwyl die suurkonsentrasie hoër was.

## **ABSTRACT**

### **The effect of hail netting on the performance of table grapes *Vitis vinifera* (L.) in the summer rainfall region**

The long term effect of black hail netting (20% shading) on budding percentage, but fertility, cane mass, yield, bunch mass, berry mass and berry cracking as well as sugar concentration (total soluble solids), acid concentration (titratable acidity) and pH of the berry juice of table grapes (cultivars Pirobella, Bien Donne, Ronelle and Italia) was evaluated. Budding percentage and bud fertility were significantly reduced by hail netting. Reproductive growth in terms of yield and bunch mass seemed to be higher under hail netting compared to direct sunlight, while berry mass was not affected. Berry cracking tended to decrease under hail netting. Berry sugar concentration and pH decreased significantly under hail netting, while the acid concentration increased. **Keywords:** Hail netting, *Vitis vinifera* (L.), table grapes, summer rainfall region, grape yield, grape quality.

## **INLEIDING**

In die noordelike somerreëngebied van Suid-Afrika is die voorkoms van hael een van die belangrikste probleme wat met verbouing van tafeldruwe ondervind word, gevvolglik word haelnette permanent oor prieelstelsels aangebring om 'n integrale deel van die stelsel te vorm. Alhoewel haelnette skade aan wingerde en druwe verminder, word wingerde daardeur beskadu, en word botpersentasie, vrugbaarheid en opbrengs volgens buitelandse waarnemings verminder.<sup>1,2</sup> Archer<sup>3</sup> meld dat langdurige (oor 'n paar seisoene) blootstelling van wingerde aan 'n fotosintese-fotonvloeitempo (FFVT) van minder as 500  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , mettertyd vrugbaarheid en trosgrootte nadelig kan beïnvloed. Volgens Pérez & Kliewer<sup>4</sup> is die totale droë lootmassa en droë materiaal per looltlengte direk verwant aan die ligintensiteit, en verminder dit skerp wanneer 'n tekort aan straling fotosintese beperk.

In teenstelling hiermee bestaan daar aanduidings dat skadunette die kwaliteit en kwantiteit van druwe verbeter

weens 'n toename in trosmassa<sup>5</sup> en minder skade weens koue en storms.<sup>6</sup> By druwe is 'n toename van tot 15% in opbrengs onder haelnette reeds verkry,<sup>7</sup> terwyl geen invloed op opbrengs by appels gevind is nie.<sup>8</sup>

Onder beheerde toestande is gevind dat die rooi-verrooi-verhouding nie 'n groot effek op reproduktiewe groei gedurende die eerste seisoen het nie. Lae FFVT-vlakke het wel die tros- en korrelmassa betekenisvol verminder. In die volgende seisoen was die botpersentasie betekenisvol deur lae FFVT-behandelings verlaag, terwyl daar 'n tendens was dat vrugbaarheid ook verlaag.<sup>9</sup>

Verskeie navorsers het bevind dat hael- of skadunette by druwe die suikerkonsentrasie verlaag en die suurkonsentrasie verhoog.<sup>5, 6, 10, 11, 12, 13</sup> Ander rapporteer weer geen merkbare verskille in die suurkonsentrasie onder beskaduwings nie.<sup>14</sup> 'n Toename in die pH onder kunsmatige beskaduwings word ook gerapporteer<sup>5, 15, 16, 17,</sup><sup>18</sup> en in enkele gevalle 'n laer pH<sup>10</sup> of selfs geen verskil in die sap-pH nie.<sup>12, 14</sup> Die meeste navorsing na die effek van natuurlike en kunsmatige beskaduwings is op wyndruwe ondernem. Gaete & Pérez-Harvey<sup>14</sup> en Pérez-

\* Deel van 'n M.Sc.(Agric.)-verhandeling, Departement Plantproduksie en Grondkunde, Universiteit van Pretoria.

\*\*Outeur aan wie korrespondensie gerig kan word.

Harvey & Gaete<sup>19</sup> is van die enkele navorsers wat die invloed van skadunette op die gehalte van tafeldruwe ondersoek het. Sultanina-tafeldruifstokke was aan 100, 52, 25 en 14% straling blootgestel deur van kunsmatige beskaduwing gebruik te maak. Die sap van druwe onder die skadunette het 'n laer oplosbare vastestofinhoud asook oplosbare vastestowwe-suur-verhouding tot gevolg gehad. Geen merkbare verskille in die suurkonsentrasie of pH het onder die onderskeie beskaduwings voorgekom nie.<sup>14</sup>

Geen resultate oor die invloed van haelnette op die prestasie van tafeldruwe in Suid-Afrika is beskikbaar nie. Die doel van hierdie studie was om die langtermyninvloed van haelnette op vegetatiewe groei, opbrengs en gehalte van tafeldruwe te ondersoek.

## MATERIAAL EN METODES

### • Eksperimentele wingerd

'n Vier jaar oue wingerd by die Instituut vir Groente en Sierplante te Roodeplaat, naby Pretoria is gebruik. Die Instituut is ongeveer 30 km noord-oos van Pretoria (25°35'Suid; 28°21'Oos) en 1164 m bo seevlak geleë. Die wingerd is geënt op Jacquez (*Vitis aestivalis* Mich. x *V. cinerea* Engel x *V. vinifera* L.), kloon 5/8/4 as onderstokkultivar. Vier bostokkultivars met bekende virusstatus (tabel 1) met variërende seisoenlengte is gekies om die invloed van die lengte van die groeiseisoen te bepaal. Gunstige besproeiings-, bemestings- en wingerdboukundige praktyke is toegepas soos algemeen deur die Nietvoorbij Instituut vir Wingerd- en Wynkunde aanbeveel word. Oeslading is volgens die effektiewe prieeloppervlakte per stok bereken en na blom deur middel van troositdunning tot die gewenste oeslading verminder (Van der Merwe, Geldenhuys & Botes, 1991).<sup>20</sup> Volledige detail van die eksperimentele wingerd word in Avenant<sup>21</sup> weergegee.

### • Proefuitleg en behandelings

Die proef was 'n gekombineerde ewekansige blok-

ontwerp. Elke kultivarblok is as 'n ewekansige blokontwerp uitgelê. Twee behandelings is volledig ewekansig binne elke kultivarblok met vier herhalings toegeken. Elke herhaling het bestaan uit vyf potensiële proefstokke, waarvan twee vergelykbare proefstokke op 'n basis van stamdeursnee as datastokke gekies is. Tussen behandelings is twee kantstokke in elke wingerdry ingesluit, en in alle gevalle is een bufferry aan weerskante van die proefrye toegelaat om oorvleueling van die behandelingseffekte te beperk. Die proefuiteg het 'n oppervlakte van 0,36 hektaar beslaan.

Swart haelnette met beskaduwingseffek van ongeveer 20% en 'n diamantmaas van 8 x 8 mm groot van hoëdigtheid-polietileenfilamente en lint met 'n ultraviolet afweerder, is gedurende September 1987 permanent oor die prieel (slegs haelnetpersele) opgerig,<sup>22</sup> een jaar voor die aanvang van die proef. By die sykante is die haelnette tot op die grond aangebring. By die entkante is haelnetstroke op so 'n wyse aangebring dat dit maklik oop- en toegemaak kan word. Gedeeltes sonder nette is as kontrole gebruik.

### • Bepalings

Data oor die invloed van haelnetbehandelings is oor drie seisoene versamel en sluit in: botpersentasie, vrugbaarheid, lootmassa, oesmassa, korrelmassa, trosmassa, korrelbars asook suiker- en suurkonsentrasie en pH. Botpersentasie (getal oë gebot as 'n persentasie van die oë toegeken tydens wintersnoei) en vrugbaarheid (getal trosse per loot vanuit oë toegeken tydens wintersnoei) is in die wingerd bepaal. Lootmassa is tydens wintersnoei bepaal. Die druwe is by 'n suikerkonsentrasie van ongeveer 18° B geoes. Gemiddelde trosmassa per stok is bereken uit die massas van 20 ewekansig gekose trosse. Vyf korrels is ewekansig van elk van die 20 trosse gekies. Hierdie 100 korrels is gebruik om gemiddelde korrelmassa en -bars (getal gebarste korrels as 'n persentasie uitgedruk) te bepaal. Daarna is die korrels met 'n hoëspoed-WARING-fynmaker gehomogeniseer waarna die homogenaat gefiltreer is. Suikerkonsentrasie

**Tabel 1 Genetiese oorsprong en virusstatus van die bostokkultivars wat in die eksperimentele wingerd bestudeer is**

KULTIVAR	GENETIESE OORSPRONG	VIRUSSTATUS*
Pirobella	Isabella x Pirovano 15	Rolblaar Tipe III
Bien Donnè	Ohanes x Queen of the Vineyard	Rolblaar Tipe II en III
Ronelle	Barlinka x Queen of the Vineyard	Ry 16 - Rolblaar Tipe II en III Ry 19 - Rolblaar Tipe II
Italia	Bicane x Muscat Hambourg	Rolblaar Tipe II en III

\* Bepaal deur die Navorsingsinstituut vir Plantbeskerming, Rietondale, Pretoria

(totale oplosbare vastestowwe), suurkonsentrasie (titeerbare sure) en pH van die sap is bepaal, waarna die suiker-suur-verhouding bereken is. Suikerkonsentrasie is met 'n elektroniese handrefraktometer (Model: ATAGO dbx 30) bepaal en word uitgedruk as “°Balling”, terwyl die suurkonsentrasie (g/l) en pH met 'n METTLER DL21 Titreerder bepaal is.

#### • Statistiese verwerking van data

Data van elk van die datums waarop metings uitgevoer is, is statisties met behulp van die Genstat 5 Uitgawe 1.2-program<sup>23</sup> getoets vir normaalverdeling, waarna 'n variansieanalise op elke datastel uitgevoer is. Die variansieanalise is 'n gekombineerde analise oor die vier kultivars, waarbinne elk as 'n ewekansige blokontwerp ontleed is. Waar statisties betekenisvolle verskille wel voorgekom het, is paarsgewyse vergelyking van gemiddeldes met Bonferroni se metode uitgevoer. Slegs die data van die haelnetbehandelings word bespreek, omdat die interaksie tussen kultivars en behandelings nie betekenisvol was nie.

## RESULTATE EN BESPREKING

#### • Bot en vrugbaarheid

Haelnette het die gemiddelde botpersentasie en vrugbaarheid betekenisvol verlaag (fig. 1a en 1b). Soortgelyke resultate met druive 1, 2, 9, 24, 25 en kiwivrugte is al gerapporteer.<sup>9, 26</sup> Bot en oogvrugbaarheid van die kultivar Thompson Seedless word deur natuurlike beskaduwing van die lower in dié seisoen wat die oes

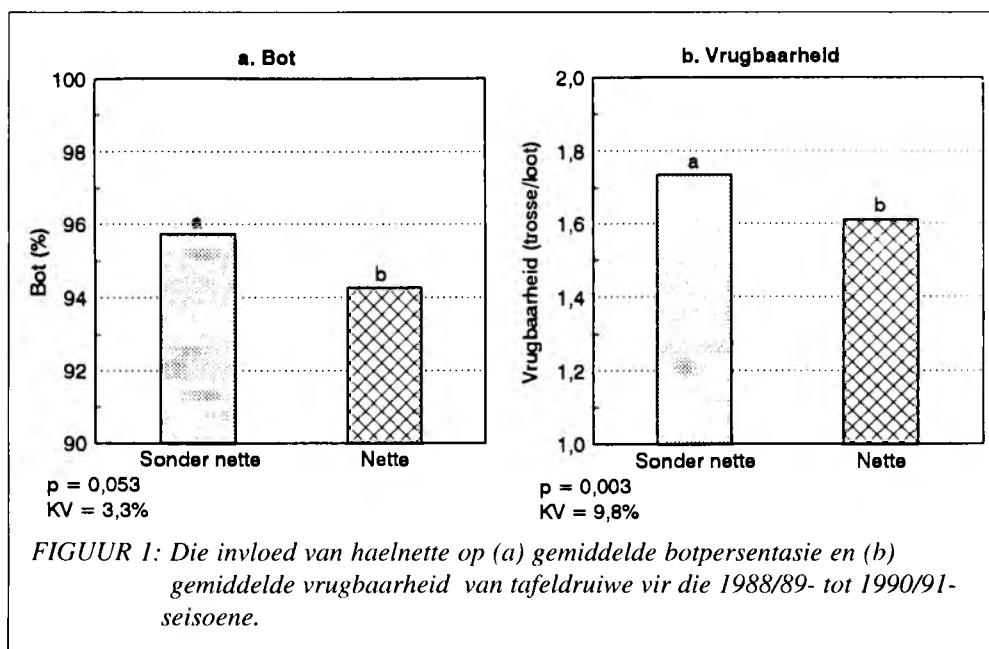
gemiddelde FFVT-vlakke onder die lower, sonder en met een laag skadunet, was 34 en 18  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , onderskeidelik.<sup>24</sup> Hierdie straling was ongeveer die helfte laer as in hierdie eksperiment.<sup>21</sup> Daar kan verwag word dat botpersentasie en vrugbaarheid verder sal verlaag onder digter lowers en/of hoër vlakke van kunsmatige beskaduwing (hael- of skadunette) as in die Roodeplaat-proef.

#### • Loot- en oesmassa

Die gemiddelde loot- en oesmassa is nie betekenisvol deur haelnette beïnvloed nie (fig. 2a en 2b). Hoër oesmassa onder haelnette<sup>7</sup> en skadunette<sup>4, 5</sup> word in die literatuur gerapporteer. In teenstelling hiermee word egter ook laer opbrengste onder skadunette gemeld.<sup>1, 2</sup> 'n Verlaging in oesmassa is verwag op grond van die betekenisvol laer vrugbaarheid onder haelnette. Die verskil in vrugbaarheid tussen stokke onder haelnette en dié in direkte sonlig was in werklikheid min en gevvolglik was oesmassa slegs in 'n geringe mate beïnvloed. Die toepassing van oesbeheer verminder die effek nog verder. Die hoër gemiddelde trosmassa was waarskynlik direk vir die effens hoër oesmassa verantwoordelik. Die oes-lootmassaverhouding was vergelykbaar vir die twee behandelings in hierdie proef en toon dat die verskille nie aan te hoë en/of lae oesladings per stok toegeskryf kan word nie (fig. 2c).

#### • Korrel- en trosmassa

Haelnette het nie 'n betekenisvolle invloed op gemiddelde korrelmassa en trosmassa gehad nie (fig. 2d en 2e).



FIGUUR 1: Die invloed van haelnette op (a) gemiddelde botpersentasie en (b) gemiddelde vrugbaarheid van tafeldruwe vir die 1988/89- tot 1990/91-seisoene.

voorafgaan, verminder.<sup>27</sup> Kunsmatige beskaduwing van lower met skadunette verhoog oognekrose, wat waarskynlik vir die laer botpersentasie verantwoordelik is.<sup>24, 25</sup> By Thompson Seedless is gevind dat met gelokaliseerde beskaduwing met swart skadunette (52 %) die getal dooie ogies vier maal verhoog, terwyl oogvrugbaarheid in dieselfde orde gedaal het. Die

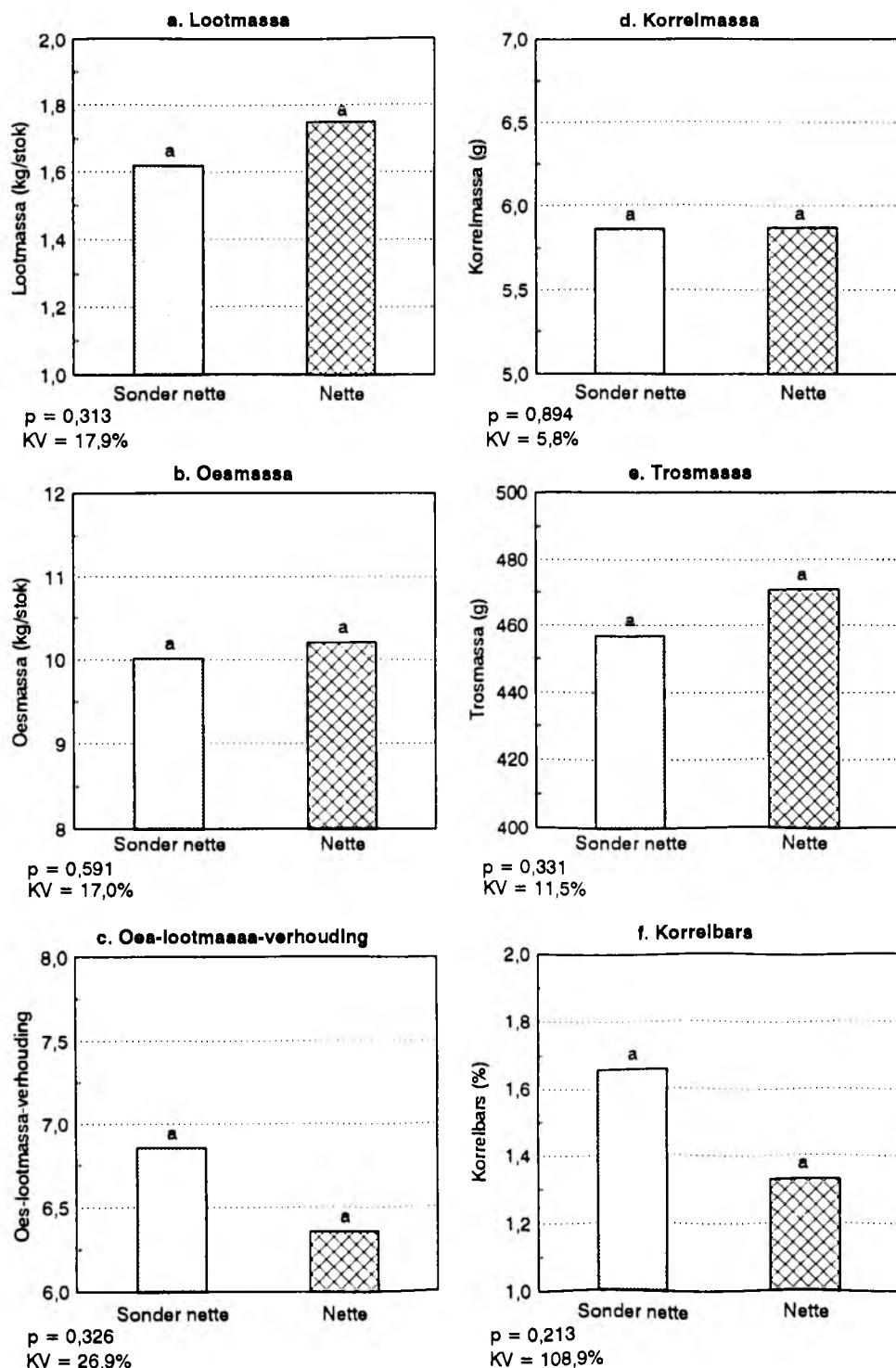
Kleiner korrelgrootte,<sup>2, 5, 12, 13, 14, 17, 19</sup> en kleiner trosgrootte<sup>2, 5, 17</sup> onder skadunette word in die literatuur gerapporteer. Morgan *et al.*<sup>9</sup> vind onder beheerde toestande dat die vruggrootte onder lae FFVT-vlakke betekenisvol verminder. Dié bevindings is ook met ander vrugtesoorte gemaak, bv. appels,<sup>6, 28, 29</sup> kiwivrugte<sup>26, 30</sup> en pere.<sup>31</sup> Korrel- en trosmassa van stokke wat natuurlik beskadu-

word, verminder ook.<sup>32, 33</sup> Die groter trosse onder haelnette was teen die verwagting en kan nie verklaar word nie. Die invloed van haelnette op trosmassa moet verkieslik bepaal word waar geen trosvoorbereiding toegepas is nie.

#### • Korrelbars

Alhoewel nie betekenisvol nie, was daar 'n tendens dat die gemiddelde korrelbars onder haelnette laer was as sonder haelnette (fig. 2f). In die literatuur word

gerapporteer dat beskaduwing deur skadunette korrelbars by Sultanina verhoog.<sup>19</sup> In teenstelling hiermee word berig dat trosbeskaduwing geen invloed op korrelbars by Delaware het nie.<sup>34</sup> Die verskynsel van korrelbars is baie kompleks en talle faktore wat 'n invloed op korrelbars het, skakel nou ineen. Die belangrikste oorsake van korrelbars is reën gedurende die rywordingsperiode<sup>35, 36, 37, 38, 39, 40</sup> en die ryheidstadium van die korrels.<sup>38, 39, 41</sup> Die voorkoms en intensiteit van korrelbars verskil ook van kultivar tot kultivar.<sup>37, 39, 42, 43</sup> Die barsweer-



FIGUUR 2: Die invloed van haelnette op gemiddelde (a) lootmassa, (b) oesmassa, (c) oes-lootmassa-verhouding, (d) korrelmassa, (e) trosmassa en (f) korrelbars van tafeldruwe vir die 1988/89- tot 1990/91-seisoene.

standbiedendheid van kultivars wat in die ondersoek gebruik is, is as volg: Pirobella - goed,<sup>44</sup> Bien Donné - goed, Ronelle - matig tot goed<sup>45</sup> en Italia - redelik tot goed. Die kompleksiteit van korrelbars was waarskynlik vir die groot koëffisiënt van variasie verantwoordelik, want buiten kultivarverskille ten opsigte van barsgevoeligheid, varieer die voorkoms van bars ook tussen seisoene as gevolg van wisselende klimaatstoestande.

#### • Suikerkonsentrasie, suurkonsentrasie en pH

Die invloed van haelnette op die gemiddelde suikerkonsentrasie en suurkonsentrasie asook pH, word in figuur 3a, 3b en 3c aangetoon. Haelnette het die suikerkonsentrasie van die druwe betekenisvol verlaag. Gaete & Pérez-Harvey<sup>14</sup> en Pérez-Harvey & Gaete<sup>19</sup> vind soortgelyke resultate. Verskeie navorsers het gerapporteer dat beskaduwing hetsy deur hael-<sup>6</sup> of skadunette<sup>5, 6, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 18</sup> of natuurlike beskaduwing,<sup>32, 33, 46, 47</sup> die suikerkonsentrasie verlaag. Die suurkonsentrasie van die sap was betekenisvol deur haelnette verhoog. Verskeie navorsers het dieselfde bevinding onder kunsmatige beskaduwing<sup>5, 6, 10, 11, 12</sup> en natuurlike beskaduwing<sup>32</sup> gerapporteer. Daarteenoor word geen merkbare verskille in die suurkonsentrasie onder beskaduwing ook gerapporteer.<sup>14</sup> Haelnette het die pH van die sap betekenisvol verlaag. Kliewer & Lider<sup>10</sup> rapporteer dieselfde bevinding onder kunsmatige beskaduwing. Teenstrydig hiermee rapporteer heelwat navorsers 'n toename in die pH onder kunsmatige beskaduwing,<sup>5, 15, 16, 17, 18</sup> terwyl ook geen verskil in die sap-pH gevind is nie,<sup>12, 14</sup> ten spyte van die groot verskille in suurvlakke.<sup>12</sup> Onder natuurlike beskaduwing word sowel 'n verlaging<sup>47, 48</sup> as 'n verhoging in pH gerapporteer.<sup>32</sup>

Vertraging van die suikerakkumulasie en suurafbraak van druwe onder haelnette bevestig bevindings dat die haelnette die rypwording van druwe vertraag.<sup>21</sup> Die invloed van haelnette op blaar- en lugtemperatuur was gering en die laer FFVT-vlakke onder die haelnette<sup>21</sup> het waarskynlik 'n belangrike rol in die laer suiker- en hoër suurkonsentrasies gespeel. Verskeie navorsers rapporteer dan ook dat laer stralingstoestande onder die nette vir die laer suiker-<sup>6, 49</sup> en hoër suurkonsentrasies verantwoordelik is.<sup>6</sup>

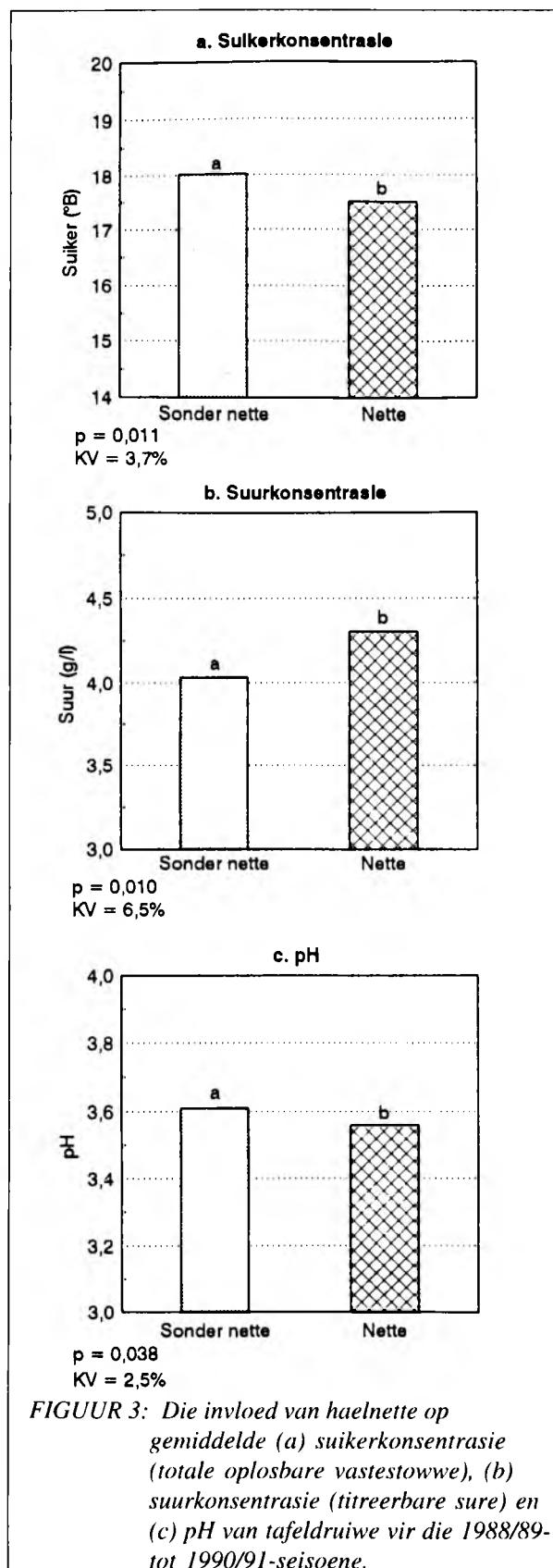
### SAMEVATTING EN GEVOLGTREKKINGS

Permanent opgerigte swart haelnette het oor die lang termyn 'n negatiewe invloed op botpersentasie en vrugbaarheid en 'n positiewe invloed op korrelbars. Geen invloed op korrelmassa het voorgekom nie. Oor die driejaarperiode was daar 'n tendens dat die trosmassa en gevolglik die oesmassa onder haelnette verhoog het. Onder langdurige bewolkte toestande en digte lowers mag tros- en oesmassa onder haelnette egter negatief beïnvloed word deurdat botpersentasie en vrugbaarheid verder kan afneem.

Haelnette het die suikerkonsentrasie en pH betekenisvol verlaag, terwyl die suurkonsentrasie van die korrels betekenisvol verhoog is. Hierdie negatiewe

invloed van haelnette is 'n direkte gevolg van die onderskepping van straling. Vertraging van die suikerakkumulasie en suurafbraak van druwe dui daarop dat haelnette die rypwording van druwe vertraag.

Die resultate van die studie toon dat onder optimale lagerbestuurspraktyke haelnette oor die lang termyn nie die reprodiktiewe prestasie van 'n wingerd, naamlik oesmassa, korrelmassa en trosmassa drasties benadeel



FIGUUR 3: Die invloed van haelnette op gemiddelde (a) suikerkonsentrasie (totale oplosbare vastestowwe), (b) suurkonsentrasie (titreerbare sure) en (c) pH van tafeldruwe vir die 1988/89-tot 1990/91-seisoene.

nie. Gevolglik is regstellende lowerbestuurspraktyke noodsaaklik ten einde die vroegeheidsvoordeel van tafeldruwe in die noordelike somerreëngebied te behou, asook om die negatiewe effek van die haelnette op botpersentasie en vrugbaarheid te beperk.

## SUMMARY

In the summer rainfall regions of South Africa the occurrence of hail often results in crop loss. To reduce this risk table grape producers permanently cover vineyards with hail netting. In this study, the long term effect of hail netting on four *Vitis vinifera* L. scion cultivars (Pirobella, Bien Donné, Ronelle en Italia) grafted onto Jacquez (*Vitis aestivalis* Mich. x *V. cinerea* Engel x *V. vinifera* L.), clone 5/8/4 was investigated in a field study. The experimental vineyard was a block of four-year-old vines at the Roodeplaat experimental farm 30 km north-east of Pretoria in the Transvaal. Treatments comprised a net covered set of vines as well as a control. Black hail netting (20 % shading) with a diamond mesh size of 8 x 8 mm of high density polyethylene filament and lint was used. The hail netting was erected in September 1987, one year before commencement of the trial. The experiment was conducted over a period of three growing seasons, viz. 1988/89 to 1990/91. The trial was laid out as a combined randomised block design. The experimental vines were selected on the basis of stem diameter. The following parameters were evaluated: budding percentage, bud fertility, cane mass, yield, bunch mass, berry mass and berry cracking as well as sugar concentration (total soluble solids), acid concentration (titratable acidity), and pH of the berry juice. Budding percentage and bud fertility were adversely affected by hail netting. Reproductive growth in terms of yield and bunch mass seemed to be higher under hail netting compared to conditions in direct sunlight, while berry mass was not affected. Berry cracking tended to decrease under hail netting. Therefore an improvement in grape quality can be expected. Berry sugar concentration and pH decreased significantly under hail netting, while the acid concentration increased, seemingly as a result of decreased radiation under the netting.

Results of this study indicated that hail netting did not significantly impair reproductive performance of vines in the long run, provided that canopy management practices are optimally applied. Consequently corrective canopy management practices are required to limit the negative effect of hail netting on budding percentage and bud fertility.

## LITERATUURVERWYSINGS

1. Hopping, M.E. (1977). Effect of light intensity during cane development on subsequent bud break and yield of 'Palomino' grape vines, *N. Z. J. Exp. Agric.*, 5, 287-290.
2. May, P. & Antcliff, A.J. (1963). The effect of shading of fruitfulness and yield in the Sultana, *J. Hort. Sci.*, 38, 85-94.
3. Archer, E. (1987). Die rol van lig en somerloofbestuur in Suid-Afrikaanse wingerde, *Sagtevrugteboer*, 37, 397-405.
4. Pérez, J.R. & Kliewer, W.M. (1982). Influence of light regime and nitrate fertilization on nitrate reductase activity and concentrations of nitrate and arginine in tissues of three cultivars of grapevines, *Am. J. Enol. Vitic.*, 33, 86-93.
5. Iannini, B., Pasquarella, C., Rotundo, A. & Lavezzi, A. (1989). Metabolic efficiency and optimum use of radiant energy in grapevine (*Vitis vinifera sativa*) through canopy cover, *VigneVini*, 6, 55-59.
6. Giulivo, C. (1979). Anti-hail nets: effects on the microclimate and on the yield of orchards and vineyards, *Frutticoltura*, 41, 27-32.
7. Lomkatsi, S.I., Ordzhonikidze, A.A., Mgledze, T.A., Gurabanidze, L.R., Dzhimshitashvili, L.G., Pipiya, A.D., Chubinashvili, TS.M. & Mazanashvili, T.G. (1983). Protection of vineyards from hail damage, *Vestnik Sel'skokhozyaistvennoi Nauki*, 2, 66-68 (Hort. Abstr. 53, 4953).
8. Giulivo, C. & Ponchia, G. (1977). The use of anti-hail nets for high-density apple plantings, *Incontro frutticolo su: rinnovamento della coltura del melo, e monstra pomologia varietale*, Bologna, Dicembre 1977, 187-190 (Hort. Abstr. 48, 5155).
9. Morgan, D.C., Stanley, C.J. & Warrington, I.J. (1985). The effects of simulated daylight and shade-light on vegetative and reproductive growth in kiwifruit and grapevine, *J. Hort. Sci.*, 60, 473-484.
10. Kliewer, W.M. & Lider, L.A. (1970). Effects of day temperature and light intensity on growth and composition of *Vitis vinifera* L. fruit, *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 95, 766-769.
11. Kliewer, W.M., Lider, L.A. & Schultz, H.B. (1967). Influence of artificial shading of vineyards on the concentration of sugar and organic acid in grapes, *Am. J. Enol. Vitic.*, 18, 78-86.
12. 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.
13. Sparks, D. & Larsen, R.P. (1966). Effect of shading and leaf area on fruit soluble solids of the Concord grape, *Vitis labrusca* L., *Am. Soc. Hort. Sci.*, 89, 259-267.
14. Gaete, L. & Pérez-Harvey, J. (1986). Effect of light microclimate on Sultanina table grapes under parronal trellis system. I Appearance and palatability, *Ciencia e Investigacion Agraria*, 13, 103-112.
15. Ashton, K. & Admiraal, S. (1990). Effect of shading on vine physiology, *Aust. Grapegrower Winemaker*, 320, 10-11.
16. Morrison, Janice C. & Ann 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.*, 41, 193-200.
17. Rojas-lara, B.A. & Morrison, Jjanice C. (1989). Differential effects of shading fruit or foliage on the development and composition of grape berries, *Vitis*, 28, 199-208.
18. Smart, R.E., Robinson, J.B., Due, G.R. & Brien, C.J. (1985). Canopy microclimate modification for the cultivar Shiraz. II. Effects on must and wine composition, *Vitis*, 24, 119-128.
19. Pérez-Harvey, J. & Gaete, L. (1986). Effect of light microclimate on Sultanina table grapes under parronal trellis system. II. Berry shattering, waterberry and botrytis infection, *Ciencia e Investigacion Agraria*, 13, 113-120.
20. Van der Merwe, G.G., Geldenhuys, P.D. & Botes, W.S. (1991). Guide-lines for the preparation of table grapes cultivars for export, Unifruco Limited, P.O.Box 505, 7535 Bellville.
21. Avenant, J.H. (1994). Die invloed van haelnette op die prestasie van *Vitis vinifera* (L.) in die somerreëngebied, M.Sc. (Agric.)-verhandeling, Univ. Pretoria.
22. Avenant, J.H. (1989). Konstruksie van prieelstelsels met haelbeskerming, *Sagtevrugteboer*, 39, 185-190.
23. Genstat 5 committee of Statistics Department, Rothamsted

- experimental station (1987). Genstat 5 Reference Manual, Oxford: Clarendon Press.
24. Pérez, J. & Kliwer, W.M. (1990). Effect of shading on bud necrosis and bud fruitfulness of Thompson Seedless grape-vines, *Am. J. Enol. Vitic.*, 41, 168-175.
  25. Pérez-Harvey, J. & Valde S. Laursen, M. (1989). Effect of nitrogen fertilization and shading on bud fruitfulness and bud necrosis in cv. Sultanina (Thompson Seedless), *Ciencia e Investigacion Agraria*, 16, 89-98.
  26. Snelgar, W.P. & Hopkirk, G. (1988). Effect of overhead shading on yield and fruit quality of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*), *J. Hort. Sci.*, 63, 731-742.
  27. May, P., Clingeffer, P.R. & Brien, C.J. (1976). Sultana (*Vitis vinifera* L.) canes and their exposure to light, *Vitis*, 14, 278-288.
  28. Doud, D.S. & Ferree, D.C. (1980). Influence of altered light levels on growth and fruiting of mature 'Delicious' apple trees, *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 105, 325-328.
  29. Giulivo, C. & Ganzini, M. (1971). Effects of hail protection nets on the microclimate of the orchard and on the characteristics of Jonathan apple fruits, *Rivista della Ortoflorofrutticoltura Italiana*, 55, 389-414.
  30. Snelgar, W.P., Manson, P.J. & Hopkirk, G. (1991). Effect of overhead shading on fruit size and yield of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*), *J. Hort. Sci.*, 66, 261-273.
  31. Kappel, F. (1989). Artificial shade reduces 'Bartlett' pear fruit size and influences fruit quality, *HortScience*, 24, 595-596.
  32. 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.
  33. Todorov, K.H. & Georgiev, Z. (1986). Effect of light regime on the vegetative and reproductive performances of grape-vine cvs. *Rastenievodni Nauki, Sofia*, 23, 100-103.
  34. Yamamura, H., Naito, R. & Tamura, H. (1986). Effects of light intensity and humidity around clusters on the formation of surface wax and the resistance to berry splitting in Delaware grapes, *J. Jap. Soc. Hort. Sci.*, 55, 138-144.
  35. Considine, J.A. (1973). A statistical study of rain damage of grapes grown for drying in Victoria, *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, 13, 604-611.
  36. Considine, J.A. (1982). Physical aspects of fruit growth; cuticular fracture and fracture patterns in relation to fruit structure in *Vitis vinifera*, *J. Hort. Sci.*, 57, 79 - 91.
  37. Evans, E.P. (1980). Breeding for berry-split resistance in a pure *Vitis vinifera* context under summer rainfall conditions, Proc. of the 3rd Int. Symp. in Grape Breeding, June 1980, University of California, Davis.
  38. Malan, A.H. & Carstens, W.J. (1971). The cultivation of table grapes in South Africa, Department of Agricultural Technical Services, Bulletin Nr. 388.
  39. Meynhardt, J.T. (1956). Bars van tafeldruwe met spesiale verwysing na Queen of the Vineyard, M.Sc. (Agric.)-verhandeling, Univ. Stellenbosch.
  40. Weaver, R.J. (1976). Grape Growing, New York: John Wiley & Sons.
  41. Considine, J.A. & Kriedemann, P.E. (1972). Fruit splitting in grapes: determination of the critical turgor pressure, *Aust. J. Agric. Res.*, 23, 17-24.
  42. Considine, J.A. (1981). Correlation of resistance to physical stress with fruit structure in the Grape *Vitis vinifera* L., *Aust. J. Bot.*, 29, 475-482.
  43. Meynhardt, J.T. (1964). A historical study of berry-splitting in some grape cultivars, *S. Afr. J. Agric. Sci.*, 7, 707-716.
  44. Avenant, J.H. (1992a). Tafeldruifkultivars - Pirobellia, NIWW 290, Boerdery in Suid-Afrika, Nietvoorbij Instituut Wingerden Wynkunde, Privaat sak X5026, 7599 Stellenbosch.
  45. Avenant, J.H. (1992b). Tafeldruifkultivars - Ronelle, NIWW 293, Boerdery in Suid-Afrika, Nietvoorbij Institut Wingerden Wynkunde, Privaat sak X5026, 7599 Stellenbosch.
  46. Kliwer, W.M. & Lider, L.A. (1968). Influence of cluster exposure to the sun on the composition of Thompson Seedless fruit, *Am. J. Enol. Vitic.*, 19, 175-184.
  47. Reynolds, A.G. & Wardle, D.A. (1989). Influence of fruit microclimate on monoterpane levels of Gewürztraminer, *Am. J. Enol. Vitic.*, 40, 149-154.
  48. Reynolds, A.G., Pool, R.M. & Mattick, L.R. (1986). Influence of cluster exposure on fruit composition and wine quality of Seyval blanc grapes, *Vitis*, 25, 85-95.
  49. Kliwer, W.M. (1977). Influence of temperature, solar radiation and nitrogen on coloration and composition of Emperor grapes, *Am. J. Enol. Vitic.*, 28, 96-103.