

Die invloed van boor, trosvibrasie en relatiewe humiditeit van die trosatmosfeer

op die bestuiwing van kweekhuistamaties

(Lycopersicon esculentum L.)

deur

Johannes Nicolaas Smit



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

Studieleier: Dr. N.J.J. Combrink

Departement Agronomie

Universiteit van Stellenbosch

Maart 2003

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.

J.N. Smit

Uittreksel

Die verbouing van kweekhuistamaties in Suid-Afrika geskied meestal onder toestande wat ongunstig is vir produksieprosesse en veral die bestuivingsproses wat die basis van produksie is. Onder toestande van hoë temperature is die voorkoms van afwykings in die blomorfologie (gesplete meeldraadbuis en verlengde styl) algemeen. Net so, onder toestande van lae temperature, sal gebrekkige groei van die meeldraadkrans ook tot die blootstelling van die stempel lei. Die oordraging van die stuifmeel vanaf die helmknop na die stempel word hierdeur benadeel. Tydens humiede toestande mag vasklewing van stuifmeel aan die helmknoppe ook die beweging van stuifmeel belemmer. 'n Verdere faktor wat tot die probleem bydra is die verbod op die invoer van hommelse uit Europa. Alternatiewe metodes vir oordraging van stuifmeel moet dus gevind word. Trosvibrasie, heuningbye en die gebruik van plantgroeireguleerders (PGR's) is die mees populêre alternatiewe. Trosvibrasie met 'n 'polli-bee' en die aanwending van PGR's is arbeidsintensief. Heuningbye ondervind navigasieprobleme in plastiek kweekhuise en is nie so effektief as hommelse nie.

Tydens die eerste fase van die ondersoek is stuifmeel vanaf plante, wat by vier verskillende B-voedingspeile (0.02; 0.16; 0.32 en 0.64 mg l⁻¹) verbou is, versamel en *in vitro* ontkiem. Dit is by verskillende temperature en periodes opgeberg en op verskillende media vir ontkieming geïnkubeer. Geen bewyse kon gevind word dat stuifmeel vanaf B-gebrekkige plante swak ontkiem nie. Kiemkrag van stuifmeel het na sewe dae opberging betekenisvol verswak. Verswakking in kiemkrag kon beperk word deur die stuifmeel by 5°C op te berg. 'n Ontkiemingsmedium met ten minste 10% sukrose is vir goeie *in vitro* ontkieming van stuifmeelkorrels nodig terwyl die byvoeging van B geen voordelige effek getoon het nie.

Tydens die tweede gedeelte van hierdie ondersoek is die invloed van die genoemde vier B-voedingspeile ondersoek. Die ondersoek is in 'n glashuis, waarvan die temperature meganies beheer is (22 °C en 10°C dag/nag), uitgevoer. Plantmateriaal van die kweekhuistamatiekultivar, Abigail, is in suurgewasde riviersand geplant. Hoofstamme is vertikaal opgelei en die sylote is een maal per week uitgebreek. Die eerste, derde en vierde bloeiwyses is vir die ondersoek gebruik. Die opname van al die essensiële voedingselemente (blaarontledings), vrugset, die verhouding van groot vrugte tot kleiner vrugte, fisiese en chemiese kwaliteite van die vrugte en die rakkewe daarvan is ge-evalueer. Die toediening van B teen hoër peile het die opname van Ca ten koste van K bevoordeel. Die beste resultate ten opsigte van vrugset, vrugontwikkeling, vrugkleur en die hou vermoë (rakkewe) van die vrugte is verkry teen 'n B-toedieningspeil van 0.16 mg.l⁻¹.

Vir die derde gedeelte van die ondersoek is die tweede tros van dieselfde aanplanting gebruik. Die invloed van die vier B-voedingspeile, relatiewe humiditeit (RH) van die omgewing rondom die tros en trosvibrasie is ondersoek. Die tweede bloeiwyse is met 'n deursigtige plastieksakkie bedek. Droë {<10% relatiewe humiditeit (RH)}, normale {60-75% RH} en vogtige {85-97% RH} lug is teen 50 ml min^{-1} oor die tros gestuur. Trosvibrasie is as derde faktor teen twee peile gebruik deur trosse daaglik met 'n elekriese vibreerder ("polli-bee") te vibreer. Die aantal blomme per tros, vrugte per tros, vrugset, trosmassa (opbrengs), vrugmassa, aantal sade, vrugmassa per saad en blom-end-verrotting (BER) is ge-evalueer. Die toediening van hoër B-voedingspeile, 60-75% RH lug en trosvibrasies het vrugmassa, trosmassa en vrugset bevoordeel. Hoë lugvog het die omvang van BER verhoog, waarskynlik weens 'n gebrek aan transpirasie vanaf die vrugoppervlakke wat aanleiding tot 'n beperking in translokasie van Ca kon gee.

Abstract

In South Africa tomato production in greenhouses normally occurs out of season when conditions are unfavourable for production and for the pollination process. Pollination is of special importance and the backbone of production. High temperatures contribute to the formation of abnormalities in flower morphology such as splitting of the anther cone and style exertion. Low temperatures inhibit growth of the anther cone and therefore the style is uncovered. The movement of pollen from the anther to the style is inhibited by the higher style position in relation to the anther cone. Under humid conditions the pollen tends to stick to the anther surface. Another factor contributing to the problem is the banning of European bumble bees in South Africa. Alternative methods of pollen transport have to be found. Truss vibration, honey bees and plant growth regulators (PGR) are the most popular alternatives. Truss vibration and the use of PGR's are labour intensive and honey bees tend to get disorientated inside a plastic greenhouse.

During the first part of this study pollen from plants, grown at four different B-levels (0.02; 0.16; 0.32 and 0.64 mg l⁻¹) was germinated *in vitro*. It was kept at different temperatures and periods before incubating on different growth media. No proof was found that pollen from B-deficient plants germinated poorly. Germination of pollen decreased significantly after one week storage. Deterioration of pollen viability could be lowered by storage at 5°C. At least 10% sucrose is needed in the growth medium for *in vitro* germination but addition of B had no positive effect.

In a second phase of the study, the influence of the mentioned B application rates were tested. The experiment was done in a glasshouse where temperatures were mechanically regulated (22 °C and 10°C day/night). Seedlings of the greenhouse tomato cultivar, Abigail, were planted in acid washed river sand. Plants were grown with the main stem trellised vertically and the side shoots removed weekly. Only the first, third and fourth cluster were used for this part of the study. The uptake of all the essential nutrient elements, fruit set, the relation of larger to smaller fruits, physical and chemical quality and fruit shelf life were evaluated. The application of B at higher rates increased the uptake of Ca and decreased K-uptake. Fruit set, fruit development, fruit color and shelf life were the best at a B-level of 0.16 mg l⁻¹. At this rate the abortion of flowers was the least.

The same plants were used for the second part of the study, using the third cluster. The influence of the same four B-levels, the relative humidity (RH) of the truss atmosphere and truss vibrations were tested. The second cluster was covered with a plastic bag. Dry {<10% relative humidity (RH)}, normal {60-75% RH} and moist {85-97% RH} air were constantly applied to the bags at ± 50 ml min⁻¹. As a third factor, truss vibration was applied daily by means of an electric vibrator (polli-bee). The amount of flowers per cluster, fruits per cluster, fruit set, weight of the cluster

(yield), fruit weight, seed production, fruit weight per amount of seeds formed and fruits with blossom-end-rot (BER) were evaluated. The application of higher B-levels, air with the normal RH and the vibration of the clusters positively affected fruit weight, weight of the cluster and fruit set. High RH increased the occurrence of BER, probably due to a lack of transpiration from the fruit surface and therefor a lack in Ca translocation.

Bedankings

‘n Spesiale woord van dank aan my studieleier, Dr. N.J.J. Combrink, vir die waardevolle insetsels tydens die uitvoer van die ondersoek en die skryf van hierdie tesis.

Professor G.A. Agenbag, vir die voorsiening van fondse en vir die beskikbaarstelling van die geriewe by die Welgevallen Proefplaas.

Mnr. M.F. La Grange, vir die installering van die apparaat wat vir die uitvoering van die ondersoek benodig is.

My ouers en skoonouers, vir die morele bystand tydens moeilike tye.

My vrou, Nelia, vir jou hulp tydens die uitvoering van die ondersoek en vir die morele ondersteuning tydens die skryf van die tesis.

Rykie de Villiers en Danita Pienaar vir die hulp met die uitvoering van die stuifmeelontkiemingsproef.

Aan my Skepper wat vir my die geleentheid en die vermoëns gegee het om hierdie studie te voltooi: “Geseënd is dië wat weet hoe afhanklik hulle van God is, want aan hulle behoort die koninkryk van die hemel”. Matteus 5:3.

Inhoudsopgawe

HOOFSTUK 1 Literatuurstudie

1. Inleiding	1
2. Die rol van die bestuiwingsproses in die bepaling van opbrengs en vruggrootte	1
3. Invloed van omgewingsfaktore op blomproduksie	2
3.1 Ligkwaliteit	2
3.2 Temperatuur	3
3.3 Soutinhoud van die groeimedium	4
3.4 CO ₂ -verryking van die atmosfeer	4
4. Faktore wat die bestuiwingsproses beïnvloed	5
4.1 Omgewingsfaktore	5
4.1.1 Temperatuur	5
4.1.2 Dagliglengte en ligintensiteit	6
4.1.3 CO ₂ -verryking	6
4.1.4 Lugbeweging en relatiewe humiditeit	7
4.2 Plantvoeding	7
4.2.1 Stikstof	7
4.2.2 Boor	7
4.2.3 Kalsium	9
4.3 Ouderdom van die stuifmeel	9
4.4 Siektes en plae	10
5. Invloed van omgewingsfaktore op vrugontwikkeling	10
5.1 Temperatuur	10
6. Blaaroppervlakte	10

7. Bestuivingsmetodes	10
7.1 Insekbestuiving	11
7.2 Vibrasie van die tros	11
7.3 Plantgroeireguleerders	11
7.4 Toediening van addisionele stuifmeel	12
7.5 Partenokarpie	12
8. Verwysings	13

HOOFSTUK 2 Die invloed van boor op die *in vitro* ontkieming van stuifmeel van kweekhuistamaties

Uittreksel	20
Inleiding	21
Materiaal en metodes	21
Resultate en bespreking	23
Verwysings	25

HOOFSTUK 3 Die invloed van verskillende Boor-voedingspeile op die groei, bestuiving en opbrengs van kweekhuistamaties (*Lycopersicon esculentum* L.)

Uittreksel	26
Inleiding	27
Materiaal en Metodes	28
Resultate en bespreking	30
Gevolgtrekking	34
Verwysings	35

HOOFSTUK 4 Die invloed van verskillende boor-voedingspeile, relatiewe humiditeit van die atmosfeer en trosvibrasies op die bestuiwing en opbrengs van kweekhuistamaties (*Lycopersicon esculentum* L.)

Uittreksel	38
Inleiding	39
Materiaal en Metodes	41
Resultate en bespreking	44
Gevolgtrekking	50
Verwysings	51

HOOFSTUK 5 Opsomming **54**

Hoofstuk 1: Literatuurstudie

Inleiding

Groente is van die wêreld se belangrikste voedselbronne. Met die hedendaagse veranderinge in die eetgewoontes van mense sal hierdie status van groente as voedselbron steeds verstewig. In Suid-Afrika is die verbouing van groente in kweekhuise een van die snelgroeidendste landboubedrywe. Die redes hiervoor is die beperkte grondoppervlakte vir landbou en die ongure klimaatstoestande wat in sekere seisoene van die jaar oopland groenteverbouing beperk. Tamaties maak die grootste gedeelte van die groente aanplantings in kweekhuise uit.

Weens die hoër insetkoste betrokke by kweekhuisverbouing van tamaties en die feit dat verbruikers nie 'n premie op die prys van kweekhuistamaties betaal nie, kan produsente nie kompeteer met oopland tamatieproduksie nie. Kweekhuisprodusente word gedwing om tamaties buite-seisoen te produseer wanneer die tamatiepryse hoog is. Dit het tot gevolg dat produksietoestande nie optimaal is nie. Opbrengs word grootliks deur sonlig en nagtemperatuur bepaal, wat albei gebrekkig is tydens hierdie seisoene (Tesi & Tognoni, 1986). Van die grootste redes vir laer produksie buite-seisoen is die beperkende invloed van omgewingstoestande op die bestuiwingsproses (Osborne & Went, 1953). Bestuiwing onder hierdie ongunstige toestande is grootliks afhanklik van meganiese en/of chemiese hulpmiddels (Verkerk, 1957). In Europese lande word hommelpyl grootliks gebruik as 'n bestuiwingsagent. Die invoer van hommelpyl na Suid-Afrika is verbied en dus moet daar eerstens gekyk word na metodes om enige stremmings op die bestuiwingsproses te verminder en tweedens moet daar gesoek word vir 'n alternatiewe manier van stuifmeeloordraging.

2. Die rol van die bestuiwingsproses in die bepaling van opbrengs en vrug grootte

Bestuiwing is die beweging van stuifmeel vanaf die helmknoppe na die stempel (Kevan, 1991). Vrugset word grootliks bepaal deur die hoeveelheid bestuiwings wat plaasvind tydens alle stadia van blomontwikkeling (Charles & Harris, 1972).

Bestuiwing is die basis vir landbouproduksie en is 'n oeroue ontwikkelde proses wat diere en plante saambind (Kevan, 1991). Goeie bestuiwing gee aanleiding tot 'n goeie tamatieproduksie (Tesi & Tognoni, 1986; Verkerk, 1956). Sato, Peet & Thomas (2000) het gevind daar is 'n betekenisvolle verband tussen die aantal stuifmeelkorrels wat vrygestel word en die persentasie vrugset. Enkele stuifmeelkorrels ontkiem swakker as 'n groep stuifmeelkorrels (Brewbaker & Kwack, 1963). By bloubessieplante het lae vrugbaarheid van stuifmeel tot gevolg dat die bevrugting van die vrugbeginsel benadeel word. Die probleem kan voorkom word deur die hoeveelheid stuifmeel op die stempel te verhoog. Die hoeveelheid lewensvatbare stuifmeel wat na die stempel oorgedra word, het dus 'n groter invloed op die vruggrootheid by toestande van lae stuifmeelvrugbaarheid (Van der Kloet, 1983).

Vrugmassa is 'n eienskap van die kultivar, maar word ook sterk beïnvloed deur die aantal vrugte per tros (Tesi & Tognoni, 1986). Bestuiwing het 'n direkte invloed op die aantal sade geproduseer. By appels is gevind die grootte van die 'sink', wat deur die getal sade bepaal word, beïnvloed die grootte en vorm van die vrugte (Keulemans, Bruselle & Eyssen, 1996). Die grootte van tamatievrugte (ontwikkelde vrugbeginsel) is direk eweredig aan die getal geproduseerde saad. Meer sade lei tot groter vrugte met 'n beter vorm. Elke ontwikkelde saad is 'n bevrugte saadknop wat deur 'n stuifmeelkorrel bevrug moet word. Binne perke sal 'n verhoging in die aantal stuifmeelkorrels op die stempel ook die aantal sade geproduseer verhoog en daardeur ook die vrugmassa (Verkerk, 1956).

Volgens Verkerk (1956) vereis dit 20 maal meer saad om die massa van 'n vrug te verdubbel. Produksie van 20 maal die volume saad van 'n vrug vereis dat 1 000 maal die volume stuifmeel op die stempel moet beland.

Tempo van rypwording van tamatievrugte word deur beter bestuiwing versnel (Verkerk, 1956).

3. Invloed van omgewingsfaktore op blomproduksie

3.1 Ligkwaliteit

Kinet (1977) het gevind dat dagliglengte en ligintensiteit 'n gesamentlike rol op blomproduksie speel. Onder toestande van hoë nagtemperatuur (20 °C) en lae ligintensiteit is dagliglengtes korter as 8 h skadelik vir blomproduksie, terwyl blomontwikkeling maksimaal tydens kort dae met hoë ligintensiteite en lae nagtemperatuur (<10°C) is (Kinet, 1977; Tesi & Tognoni, 1986; Calvert, 1959; Calvert, 1969). Blomontwikkeling en vrugproduksie word deur lae ligintensiteite benadeel (Calvert, 1969; Howlett, 1936). Die aantal blare wat vorm voordat die eerste bloeiwyse gevorm word, word deur

'n verhoogde ligintensiteit verminder. Trosiniasie word deur hoër ligintensiteite versnel (Calvert, 1959). Die verhoging in blomproduksie a.g.v. lae temperature tydens die vroeë ontwikkelings stadium word deur 'n verlaagde ligintensiteit geneutraliseer (Wittwer & Teubner, 1957). Blomproduksie word meer deur ligintensiteit beïnvloed wanneer die omgewingstemperatuur laag is (Calvert, 1959). Abortering vind plaas tydens langdagtoestande met 'n lae ligintensiteit. 'n Moontlike verklaring hiervoor is die kompetisie tussen vegetatiewe groei en reprodutiewe ontwikkeling weens die beperkte hoeveelheid assimilate (Cooper & Hurd, 1968; Kinet, 1977; Tesi & Tognoni, 1986). Plante produseer meer blare onder langdagtoestande (Calvert, 1959). Die mees kritieke tyd vir trosabortering is tydens die latere stadiums van ontwikkeling (Calvert, 1969). Wanneer die tweede tros ontwikkel, is die effek van verandering in dagligtoestande op blomontwikkeling kleiner aangesien meer blare reeds op daardie stadium gevorm is (Kinet, 1977).

3.2 Temperatuur

Temperatuurtoestande beïnvloed die groei van die meeste blomplant spesies (Polowick & Sawhney, 1985). Lohar & Peat (1998) het gevind dat die kultivar 'Pusa Ruby' 'n beperkte aantal blomme produseer by temperature van 35/30°C dag/nag. Hoë temperature belemmer blomproduksie (Charles & Harris, 1972; Lewis, 1953). 'n Afname in blomproduksie is dikwels die gevolg van die uitputting van koolhidraatreserwes weens hoë respirasietempos by hoër temperature (Charles & Harris, 1972). Blomme wat tydens hoë temperatuurtoestande ontwikkel vorms soms slegs 'n blomkelk en geen kroonblare, meeldraadkrans of stamper nie (Lohar & Peat, 1998). Volgens Lohar & Peat (1998) word die verlenging van die styl geneties bepaal, maar Hanna & Hernandez (1982) het gevind dat hoë temperature die styl laat verleng en die meeldraadbus laat split en sodoende word die styl aan warm lug blootgestel. By lae temperature (4-6°C) is die stempel ook blootgestel, maar dit is die gevolg van gebrekkige groei van die meeldraadbus (Tesi & Tognoni, 1986). Die hoogte van die stempel in die meeldraadkrans is belangrik. Volgens El Ahmadi & Stevens (1979) is die verlenging van die styl 'n nadeel vir bestuiwing tydens hoë temperature en daar is wel 'n verbetering in die vrugset met 'n laer stempelposisie (Charles & Harris, 1972; Smith, 1932).

Lae temperature tydens die vroeë ontwikkelings stadium (twee tot drie weke na swelling van die saadlobbe) vertraag die groeitempo, verhoog die aantal blomme geproduseer en verminder die getal blare geproduseer voordat die eerste tros gevorm word. Die optimum nagtemperatuur vir tamaties is 10°C vir groei en 14°C vir antese (Calvert, 1959; Tesi & Tognoni, 1986; Wittwer & Teubner, 1957).

Lewis (1953) het gevind dat tamatieplante ag tot twaalf dae nadat die saadlobbe begin swel op hul gevoeligste vir temperatuurskokke is.

Die reaksie van blomproduksie by tamaties op omgewingstemperature is gekoppel aan die bepaalde kultivar (Lewis, 1953; Lohar & Peat, 1998; Polowick & Sawhney, 1985). Die getal blomme per tros kan verhoog word deur kouebehandelings tydens die ontwikkelingsperiode van die tros (Calvert, 1959; Calvert, 1969). Die effek van temperatuur op morfogenetiese patrone by blomme word deur veranderings in endogene planthormone veroorsaak. Dieselfde effek word verkry wanneer groeistimulante toegedien word, bv. lae temperature en eksogene gibberelliene het dieselfde effek op blomontwikkeling (Polowick & Sawhney, 1985).

Hoër temperature verhoog die vraag na assimilate deur ontwikkelende vrugte en kan tot die afspeen van blomme op later gevormde bloeiwyses aanleiding gee (De Koning, 1989).

3.3 Soutinhoud van die groeimedium

Die getal trosse wat deur die plante geproduseer word, word nie deur die soutinhoud van die groeimedium beïnvloed nie. Opbrengs van tamatieplante is met tot 42% verlaag deur 'n hoë soutkonsentrasie in die groeimedium. Die grootste invloed van die soute is op die grootte van die geproduseerde vrugte (Combrink, 1998; Costa, Diez, Nuez, Palomares & Cuartero, 1986). Souttoestande in die wortelsone gee aanleiding tot blomentverrotting en die grootte van die invloed word deur die kultivar bepaal (Costa, *et al.* 1986).

'n Te lae soutinhoud in die wortelsone mag tot vegetatiewe groei aanleiding gee en die produksie van vrugte benadeel. 'n Lae soutinhoud kan die gevolg van 'n te lae EC van die besproeiingswater of die gevolg van oorbeproeïing wees (Loots, 1986).

3.4 CO₂-verryking van die atmosfeer

CO₂-verryking van die atmosfeer verhoog volgens Cooper & Hurd (1968) die aantal blomme wat op die eerste bloeiwyse gevorm word en verhoog assimilaatproduksie wat tot 'n beter algehele metabolisme van die plant aanleiding gee.

4. Faktore wat die bestuiwingsproses beïnvloed

4.1 Omgewingsfaktore

East (1921) het gevind dat die hoeveelheid aktiewe stuifmeelkorrels geproduseer, deur die omgewing beïnvloed word. Volgens Went & Cospers (1945) is swak vrugset van gesonde tamatieplante 'n direkte gevolg van swak omgewingstoestand tydens die bestuiwingsperiode.

4.1.1 Temperatuur

Temperatuur het 'n invloed op die algemene metabolisme van plante. Vrugset word belemmer deur temperature buite die gebied 10°C tot 30°C (Loots, 1986; Picken, 1984). Nagtemperatuur van 26°C en hoër verlaag die saadindeks (sade per vrug) en die aantal vrugte (Bartholomew & Peet, 1996). Temperature wat die optimum met 'n paar grade oorskry, belemmer produksie en saadset. Die mees gevoelige tyd vir hoë temperature is 15-7 dae voor antese (Sato *et al.*, 2000; Lohar & Peat, 1998).

Vrygestelde stuifmeel se vrugbaarheid word benadeel deur hoë temperature (Sato *et al.*, 2000; Polowick & Sawhney, 1985). By hoë temperature daal die persentasie vrugset, aantal vrugte en die getal sade per vrug (Berry & Rafique Uddin, 1988). Volgens Dempsey (1970) vind geen bestuiwing plaas indien die dagtemperatuur bokant 37.5°C styg nie. Swak vrugset by hoë temperature is die gevolg van onvrugbaarheid van stuifmeel, die relatief hoë posisie van die stempel in die meeldraadbuiskap en die onontvanklikheid van die stempel vir stuifmeel (Charles & Harris, 1972).

Cultivars wat geteel is vir produksie by hoë omgewingstemperature toon 'n groot mate van partenokarpiese vrugontwikkeling (Abdul-baki & Stommel, 1995).

Die vermoë van tamatiestuifmeel om lae temperature te oorleef is laag. Nadat meïose plaasgevind het, word stuifmeelproduksie nadelig deur lae temperature beïnvloed (Charles & Harris, 1972). Swak vrugset word verkry wanneer stuifmeelproduksie plaasvind tydens periodes waar nagtemperatuur onder 10°C is. Hierdie verskynsel is toe te skryf aan 'n afname in stuifmeelvrugbaarheid (Dempsey, 1970; Fernandez-Muñoz, Gonzalez-Fernandez & Cuartero, 1995; Charles & Harris, 1972; Tesi & Tognoni, 1986; Loots, 1986) en die stadige groei van die stuifmeelbuis (Charles & Harris, 1972). Die mees sigbare effek van lae nagtemperatuur is abnormale blomme wat misvormde en gekraakte vrugte produseer (Tesi & Tognoni, 1986). Stuifmeel wat by temperature van 12.8°C geproduseer word is abnormaal of hol (Went, 1944). Fernandez-Muñoz *et al.* (1995) het gevind die meeste stuifmeelkorrels, wat by lae temperature gevorm word, tydens die meïoseproses geaborteer word. Degradering van

stuifmeel geskied nadat meïose plaasgevind het. Temperature kan dus laag gehou word tot en met die vroeë blomknopstadium om die getal blomme te verhoog waarna temperature verhoog kan word om maksimum vrugset te verseker (Hornby & Daubeny, 1956). Stuifmeel wat onder optimum temperatuurtoestande geproduseer is, kan by lae temperature van tot 5°C ontkiem en buise vorm (Dempsey, 1970).

Dit is moeilik om tussen die invloed van dag- en nagtemperature te onderskei (Bartholomew & Peet, 1996).

4.1.2. Dagliglengte en ligintensiteit

Vrugte word uit die produkte, wat tydens die fotosinteseproses in die blare gevorm word, opgebou. Fotosintese is direk afhanklik van ligkwaliteit (Verkerk, 1956). Die produksie van koolhidrate word deur lae ligintensiteit en kort dagliglengtes beperk (Howlett, 1936). Die effek van 'n lae ligintensiteit word vererger deur die aanplanting van gewasse in kweekhuise wat boonop 'n gedeelte van die lig absorbeer en weerkaats (Picken, 1984). Die ontwikkeling van manlike reprodutiewe organe word deur 'n gebrek aan koolhidrate onderdruk (Howlett, 1936). Blominisiasie en –ontwikkeling word meer as vegetatiewe groei deur 'n gebrek aan koolhidrate beperk (Calvert, 1969). Kompetisie tussen vegetatiewe en reprodutiewe groei tydens hoër temperature (30/20°C dag/nag) en toestande van lae ligintensiteit verlaag vrugset (Calvert, 1969; Osborne & Went, 1953; Verkerk, 1956). Verkerk (1956) het gevind dat die effek van addisionele bestuiwings groter is tydens toestande van swak ligintensiteit en dat groter klem op die bestuiwingsproses onder toestande van gebrekkige assimilaatproduksie geplaas moet word.

4.1.3 CO₂-verryking

Die opbrengs van tamaties kan deur die CO₂-verryking van die atmosfeer verhoog word. Verhoogde opbrengste is gewoonlik die gevolg van verhoogde vrugset en –massa (Wittwer & Robb, 1964). Dit volg op 'n verbeterde koolhidraatstatus van die plant weens die verhoging in netto fotosintese (Hurd, 1968; Bishop & Wittingham, 1968; Picken, 1984). Vrugontwikkeling word wel deur bestuiwing geïnisieer, maar is afhanklik van die voorsiening van assimilate vanaf die fotosinteseproses (Verkerk, 1956).

4.1.4 Lugbeweging en relatiewe humiditeit

Beperkte lugbeweging belemmer die beweging van stuifmeel na die stempel (Charles & Harris, 1972; Loots, 1986). Warm lug met 'n lae relatiewe humiditeit laat die blomme aborteer en die stuifmeelkorrels verdroog (Hanna & Hernandez, 1982). Hoë relatiewe humiditeite laat stuifmeel aan helmknoppe vaskleef wat bestuiwing belemmer (Loots, 1986). 'n Verhoogde relatiewe humiditeit laat die probleme met vrugset, saadset, vrugmassa stuifmeelvrystelling en stuifmeelontkieming wat by hoë temperature ervaar word, vererger. 'n Hoë (90%) en lae (30%) relatiewe humiditeit lei tot abnormaliteite by stuifmeelkorrels (Peet, Sato, Clemente & Pressman, 2002). Boorgebreke kan in blomme voorkom wat in 'n omgewing met 'n hoë RH ontwikkel (De Wet, Robbertse & Groenewald, 1989). Die optimale relatiewe humiditeit vir bestuiwing van tamaties is ongeveer 70% (Loots, 1986).

4.2 Plantvoeding

4.2.1 Stikstof

Hoë stikstofvlakke laat volgens Loots (1986) oormatige vegetatiewe groei plaasvind wat die reprodktiewe ontwikkeling van die plant belemmer. Hierteenoor beweer Wittwer & Teubner (1957) dat vroeër en beter blomvorming met hoë (440 mg.kg^{-1}) stikstofvlakke as met laer (55 mg.kg^{-1}) vlakke plaasvind. Mikrospore degradeer, stuifmeelvrugbaarheid neem af en die ontwikkeling van die vroulike reprodktiewe organe word volgens Howlett (1936) tydens periodes van stikstofgebreke onderdruk.

4.2.2 Boor

Boor (B) is essensieel vir die normale voltooiing van die reprodktiewe siklus by die meeste vaskulêre plante (Sommer & Lipman, 1926). Aspekte wat deur B ge-afekteer word is blom- en blomknopontwikkeling (Kamali & Childers, 1970), bestuiwing, groei van die stuifmeelbuis (De Wet *et al.*, 1989), saad- en vrugset en vrugproduksie (Birch, 1981; Blamey, Mould & Chapman, 1979; Brewbaker & Kwack, 1963; DeMoranville & Deubert, 1987; Walker, Graffis & Faulkner, 1987;). Opbrengs, vrugvorm, sowel as rակlewe word deur voldoende B-voeding verbeter (Adams & Winsor, 1974; Coetzer, Robbertse, Stoffberg, Holtzhausen & Barnard, 1990; DeMoranville & Deubert, 1987). Opbrengs is met 18.3% verhoog waar addisionele B-voeding op gronde met 'n pH van 7 toegedien is

(Adams & Winsor, 1974). Die persentasie ontkiemde stuifmeel op die stempel van mango (*Mangifera indica* L.) is verhoog deur addisionele B-bespuittings van die blomme (De Wet *et al.*, 1989). Volgens DeMoranville & Deubert (1987) is die opbrengs van veenbessies m.b.v Ca/B-bespuittings verhoog as gevolg van verhoogde vrugset. Met appels is gevind dat addisionele B-voeding blomontwikkeling, bestuiwing, vrugset, herstel van koueskade en die uitloop van ogies bevoordeel (DeMoranville & Deubert, 1987).

Boor word passief deur die transpirasiestroom in die xileem vervoer en is min translokeerbaar (Lovatt & Bates, 1984). Boorgebreke kan dus deur vogstremmings geïnduseer word. Hoë peile van fosfate en nitrate lei tot antagonismes teenoor die opname van B deur die plant. B is ook minder toeganklik by 'n pH van 7.2 en hoër (Adams & Winsor, 1974). Geen reprodktiewe organe word gevorm deur tamatieplante indien 'n totale B-gebrek ontstaan nie. 'n Tekort aan B het die opbrengs van sonneblomme en tamaties met tot 50% laat afneem (Coetzer *et al.*, 1990; Adams, 1978). B-gebreke in pere het stuifmeelontkieming benadeel en het tot die afspeen van blomme gelei (Kamali & Childers, 1970). 'n Boorgebrek by seldery het tot 'n verdunning van die kolenkiem selwande gelei (Spurr, 1957). Dieselfde verklaring geld vir die oopkraak van vrugte tydens die ontwikkelingsfase van tamatievrugte indien B-voeding beperk is (Maynard, Gersten & Michelson, 1959).

Hoë temperature en lae lugvog lei tot hoë transpirasietempo's en kan 'n boortoksisiteit induseer (Coetzer *et al.*, 1990). Hoër B-vlakke is gevind in blomme wat onder toestande met 'n lae relatiewe humiditeit (RH) ontwikkel het as in die blomme wat onder hoë RH-toestande ontwikkel het (De Wet *et al.*, 1989). Hoë B-vlakke in *Cucurbita pepo* lei tot verlaging in fotosintese, vertraagde stingel- en wortelgroei en dus verlaagde produksie voordat sigbare toksisiteitstekens sigbaar is (Lovatt & Bates, 1984). Kritiese boorvlakke verskil van kultivar tot kultivar (Blamey *et al.*, 1979).

Lae B-voedingspeile het blare by spanspek vroeg laat vergeel weens 'n verhoogde tempo van chlorofiel-verliese tydens vrugontwikkeling (Combrink, Jacobs & Maree, 1995).

Volgens Dugger (1983) is die funksies van B die volgende:

- i. Fasiliteer suikerabsorpsie en metabolisme deur die vorming van suikerboraat komplekse.
- ii. Beïnvloed die respirasietempo.
- iii. Speel 'n rol in die biosintese van die stuifmeelbuiswand.

Die gebruik van blaarontledings as riglyn vir B-aanvullings is volgens DeMoranville & Deubert (1987) onakkuraat.

4.2.3 Kalsium

Geen stuifmeelbuisverlenging vind plaas in die afwesigheid van kalsium (Ca^{++}) nie. Die teenwoordigheid van K^+ of Mg^{++} is nie essensieel vir die ontkieming van stuifmeel nie, maar die aktiwiteite van die kalsiumioon word gestimuleer deur die teenwoordigheid van K, Na en/of Mg. Stuifmeelbuisgroeï is meer sensitief vir Ca^{++} -vlakke as die ontkieming van die stuifmeel. Deurlaatbaarheid, ioonselektiwiteit en strukturele rigiditeit word deur Ca^{++} aan die wande van die stuifmeelbuis verleen. Ca^{++} -vlakke wat voldoende vir stuifmeelbuisgroeï is, inhibeer die multidimensionele vergroting van die stingelapeks selle (Brewbaker & Kwack, 1963). Volgens Mascarenhas & Machlis (1962) bestaan daar 'n moontlikheid dat Ca-gradiënte stuifmeelbuise chemotropies stimuleer om na die kiemsak te groeï.

Blaarontledings van 'n plant toon dat die hoeveelheid beskikbare Ca^{++} daal met 'n toename in hoogte van monsterneming (Maynard *et al.*, 1959). Blaarbespuite Ca^{++} is immobiel. Volgens DeMoranville & Deubert (1987) kan bespuitings van B die Ca^{++} in die blare mobiliseer in toestande van marginale Ca^{++} -vlakke. Combrink *et al.* (1995) het ook gevind dat die beweging van Ca vanaf die stingelpunt na die blomkelkpunt van 'n spanspekvrug deur die optimale B-voedingspeile bevorder word.

4.3 Ouderdom van die stuifmeel

Die kiemkragtigheid van stuifmeel neem af met tyd. Die tempo van afname word deur omgewingsfaktore bepaal. Stuifmeel wat opgeberg word, meestal vir telingsdoeleindes, se kiemkragtigheid neem stadiger af by lae temperature. Deur van 'n vriesdrogingstegniek gebruik te maak is aartappelstuifmeel reeds effektief vir twee jaar opgeberg sonder afname in kiemkragtigheid (Weatherhead, Grout & Henshaw, 1978). Appelstuifmeel is meer as tien jaar opgeberg teen -20°C by 'n verlaagde lugdruk (Stösser, Hartmann & Anvari, 1996). Met *in vitro* ondersoeke is gevind dat tamatiestuifmeel, wat net na antese versamel is, beter ontkieming gelewer het as stuifmeel wat op later stadia geoes is (Charles & Harris, 1972). Bestuiwing van kersies word benadeel indien die vrugbeginsel verouder. Vrugbeginsels begin 4-5 dae na antese degradeer (Stösser & Anvari, 1983). Die beste resultate sal dus verkry word indien bestuiwing kort na antese plaasvind.

4.4 Siektes en plaë

Die proses van sporogenese en die ontwikkeling van die manlike gametofiet word deur aanvalle van galmyte, rooispinmyte en plantvirsusse benadeel (Howlett, 1936).

5. Invloed van omgewingsfaktore op vrugontwikkeling

5.1 Temperatuur

'n Verhoging van sub-optimale na optimale temperature vergroot die invloed van assimilate na vrugte ten koste van vegetatiewe plantdele. Gevolglik styg die vrugontwikkelingstempo en die lengte van die vrugontwikkelingsperiode verkort (De Koning, 1989). Verlaagde vrugmassas by hoër temperature is die gevolg van 'n verandering in die tempo van suikertranslokasie (Went, 1944). Daar is 'n positiewe verwantskap tussen die aantal bestuiwings en die vrugmassa (Verkerk, 1956; Charles & Harris, 1972). Lae temperature nadat bestuiwing plaasgevind het, het volgens Tesi & Tognoni (1986) geen nadelige invloed op vrugset nie.

6. Blaaroppervlakte

Die produksie van assimilate is uiters belangrik vir tamatieproduksie. Verkerk (1956) het gevind dat die verwydering van blare vrugproduksie voorkom ten spyte van goeie bestuiwing wat reeds plaasgevind het.

7. Bestuiwingsmetodes

In die natuur word bestuiwing deur insekte (bye en hommelve), wind en ander vorms van vibrasies bewerkstellig (Loots, 1986).

7.1 Insekbestuiwing

Bestuiwing deur insekte is 'n baie belangrike ekonomiese proses. In 1983/84 is die waarde van insekbestuifde gewasse in die VSA en Kanada onderskeidelik op \$20 x 10⁹ en \$1.2 x 10⁹ beraam. Insekgetalle word deur insekdoders, vernietiging van hul habitat en inseksiektes verlaag (Kevan, 1991). Selfs met oopland tamaties is insekbestuiwing swak en volgens Quiros & Marcais (1978) behoort daar ook na alternatiewe metodes van bestuiwing gekyk te word.

7.2 Vibrasie van die tros

Deur die tros te vibreer word 'n hoër vrugmassa verkry veral onder toestande van verhoogde temperature wat die styl laat verleng. Vir suksesvolle bestuiwing is dit noodsaaklik om hierdie blomme te vibreer. In die veld word dit deur die wind gedoen (Charles & Harris, 1972; Loots, 1986; Tesi & Tognoni, 1986).

Vibrasies word in kweekhuise verkry deur elektriese vibreerders te gebruik, met 'n voorwerp teen die opleitoue te slaan of die plante met 'n windblaser te blaas. Van bogenoemde is die elektriese vibreerder die meer effektiewe metode (Loots, 1986), maar dit is baie duur en arbeidsintensief. Die elektriese vibreerder (polli-bee) is net na die tweede wêreldoorlog ontwerp. Gereelde vibrasies van trosse lewer vroeër en hoër opbrengste weens verhoogde vrugmassas en meer sade per vrug asook beter kwaliteitskenmerke (Verkerk, 1956). Die slaan van die opleitoue om die plante te vibreer is oneffektief (Kerr & Kribs, 1955). Die vibrasie van die trosse d.m.v. 'n windblaser het gelei tot groter vrugte, 'n hoër opbrengs en meer bemarkbare vrugte (Hanna, 1999).

7.3 Plantgroeireguleerders

Plantgroeireguleerders word gebruik om die bestuiwingsproses te oorbrug en vrugset te verbeter. Resultate is wisselvallig en in sommige gevalle word geen effek verkry nie (Osborne & Went, 1953). Tot onlangs was Chlorinofenoksiasetaatsuur, met of sonder 2.4-D, die mees benutte plantgroeireguleerder vir hierdie doel. Die grootste probleem is die toediening van die regte dosis op die regte stadium en die nuwe-effek wat die middel op die vegetatiewe plantdele het (Loots, 1986).

Verkerk (1956) het gevind dat die toediening van ouksiene die bestuiwingsproses kan aanhelp of vervang. Saadlose vrugte is geproduseer waar ouksiene sonder enige bestuiwing toegedien is. Wanneer

die ouksiene die vrugbeginsel bereik voordat bestuiwing kan plaasvind, sal die bestuiwingsproses gestop word en die gevormde vrugte ook geen saad bevat nie. Die tempo van vrugontwikkeling tydens die eerste ses dae na die toediening van ouksien word deur die hoeveelheid toegediende ouksien bepaal (Luckwill, 1948).

Ouksien verhoog die suikerkonsentrasie in die weefsel weens 'n versnelde transport van fotosintate na hierdie gebiede wat 'n vinnige toename in die vruggies se groeitempo tot gevolg het (Marrè & Murneek, 1953). Ouksien word vrygestel wanneer die stuifmeelkorrel op die stempel ontkiem en die stuifmeelbuis tot by die vrugbeginsel afgroei. Met geen bestuiwing is daar geen ouksien in die weefsel rondom die vrugbeginsel nie en 'n afsnoeringslaag vorm wat die blom afsnoer. Indien 'n jong vruggie reeds begin vorm het, word ouksiene deur die vruggie self geproduseer wat die vruggie tot en met rypwording aan die plant sal hou (Verkerk, 1956).

Bespuittings van onbevrugte vrugbeginsels met 2-naftoksi-asynsuur (2NA) het die ontwikkeling van partenokarpiese vrugte geïnduseer. Die effektiwiteit van hierdie bespuittings daal met 'n styging in die dag- en/of nagtemperatuur (Osborne & Went, 1953).

7.4 Toediening van addisionele stuifmeel

Bestuiwing kan verbeter word deur die toediening van addisionele stuifmeel wat deur ander plante geproduseer is. Verkerk (1956) het gevind dat die toediening van addisionele stuifmeel vanaf *Lycopersicon peruvianum* tot verhoogde vrugontwikkelingstempos by tamaties lei. Normale vrugte het ontwikkel, maar sade is nie geproduseer nie aangesien embrios na twee tot vier weke geaborteer het. Moontlike verklarings vir die hoër vrugontwikkelingstempo's is 'n verhoogde ouksieninhoud in die stuifmeelkorrels van *Lycopersicon peruvianum* of die verlaagde voedingsbehoefte van die vrugbeginsel nadat die embrios op vier weke ouderdom afgespeen is. Klein volumes stuifmeel kan vir hierdie doel met poeier gemeng word. Beter resultate is deur meer gereelde bestuiwings verkry.

7.5 Partenokarpie

Volgens Foster & Tatman (1937) word partenokarpie en steriliteit deur hoë en lae temperature, lae koolhidraatvoorsiening en lae stikstofreserwes geïnduseer. Vrugte wat natuurlik partenokarpies ontwikkel vorm meer parenchiemagtige weefsel en toon 'n gebrek aan gelatienagtige weefsel. Vrugte

wat chemies tot partenokarpie forseer is, bv. met ouksienbespuitings, is groter as normaal ontwikkelde vrugte, het dieselfde massa en is meer geneigd tot holheid (Osborne & Went, 1953).

8. Verwysings

- ABDUL-BAKI, A. & STOMMEL, J.R., 1995. Pollen viability and fruit set of tomato genotypes under optimum and high-temperature regimes. *HortScience* 30, 115-117.
- ADAMS, P., 1978. Tomatoes in peat. Part 1. How feed variations affect yield. *Grower* 89, 1091-1097.
- ADAMS, P. & WINSOR, G.W., 1974. Some responses of glasshouse tomatoes to boron. *J. Hort. Sci.* 49, 355-363.
- BARTHOLOMEW, M. & PEET, M.M., 1996. Effect of Night Temperature on Pollen Characteristics, Growth, and Fruit Set in Tomato. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121(3), 514-519.
- BERRY, S.Z. & RAFIQUE UDDIN, M., 1988. Effect of High Temperature on Fruit Set in Tomato cultivars and Selected Germplasm. *HortScience* 23(3), 606-608.
- BIRCH, E.B., 1981. Some factors affecting seed set of sunflower. *Crop Prod.* 10, 22-26.
- BISHOP, P.M. & WHITTINGHAM, C.P., 1968. The photosynthesis of tomato plants in a carbon dioxide enriched atmosphere. *Photosynthetica* 2, 31-38.
- BLAMEY, F.P.C., MOULD, D. & CHAPMAN, J., 1979. Critical boron concentrations in plant tissues of two sunflower cultivars. *Agron. J.* 71, 243-247.
- BREWBAKER, J.L. KWACK, B.H., 1963. The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth. *Amer. J. Bot.* 50(9), 859-865.

- CALVERT, A., 1959. Effect of early environment on the development of flowering in tomato. II. Light and temperature interactions. *J. Hort. Sci.* 34, 154-162.
- CALVERT, A., 1969. Studies on the post-initiation development of flower buds of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *J. Hort. Sci.* 44, 117-126.
- CHARLES, W.B. & HARRIS, R.E., 1972. Tomato Fruit set at High and Low Temperatures. *Can. J. Plant Sci.* 52, 497-506.
- COETZER, L.A., ROBBERTSE, P.J., STOFFBERG, E., HOLTZHAUSEN, C.S. & BARNARD, R.O., 1990. The effect of boron on reproduction in tomato (*Lycopersicon esculentum*) and bean (*Phaseolus vulgaris*). *S. Afr. J. Plant Soil.* 7(4), 212-217.
- COMBRINK, N.J.J., JACOBS, G. & MAREE, P.C.M. 1995. The effect of calcium and boron on the quality of muskmelons (*Cucumis melo* L.) *J. S. Afr. Hort. Sci.* 5, 33-37.
- COMBRINK, N.J.J., 1998. Tomato fruit quality and yield as affected by NaCl in nutrient solutions. *J. S. Afr. Soc. Hort. Sci.* 8, 57-59.
- COOPER, A.J. & HURD, R.G., 1968. The influence of cultural factors on arrested development of the first inflorescence of glasshouse tomatoes. *Acta Horticulturae* 191, 107-112.
- COSTA, J., DIEZ, M.J., NUEZ, F., PALOMARES, G. & CUARTERO, J., 1986. The influence of saline irrigation on tomato protected cultivation. *Acta Horticulturae* 191, 107-112.
- DE KONING, A.N.M., 1989. The effect of fruit growth and fruit load of tomato. *Acta Horticulturae* 248, 329-336.
- DEMORANVILLE, C.J. & DEUBERT, K.H., 1987. Effect of commercial calcium-boron and manganese- zinc formulations on fruit set of cranberries. *J. Hort. Sci.* 62(2), 163-169.
- DEMPSEY, W.H., 1970. Effects of temperature on pollen germination and tube growth. *Tomato Genet. Coop. Rpt.* 20, 15-16.

- DE WET, E., ROBBERTSE, P.J. & GROENEWALD, H.T., 1989. The influence of temperature and boron on pollen germination in *Mangifera indica* L. *S. Afr. J. Plant Soil* 6(4), 228-234.
- DUGGER, W.M., 1983. Boron in plant metabolism. *Encycl. Pl. Phys.* 15, 627-649.
- EAST, E.M., 1921. A Study of Partial sterility in Certain Hybrids. *Genetics* 6, 311-365.
- EL AHMADI, A.B. & STEVENS, M.A., 1979. Reproductive responses of heat tolerant tomatoes to high temperatures. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104(5), 686-691.
- FERNANDEZ-MUÑOZ, R., GONZALEZ-FERNANDEZ, J.J. & CUARTERO, J., 1995. Variability of pollen tolerance to low temperatures in tomato and related wild species. *J. Hort. Sci.* 70(1), 41-49.
- FOSTER, A.C. & TATMAN, E.C., 1937. Environmental conditions influencing the development of tomato pockets or puffs. *Plant Physiol.* 12, 875-880.
- HANNA, H.Y., 1999. Assisting Natural Wind Pollination of Field Tomatoes with an Air Blower Enhances Yield. *HortScience* 34(5), 846-847.
- HANNA, H.Y. & HERNANDEZ, T.P., 1982. Response of Six Tomato Genotypes under Summer and Spring Weather Conditions in Louisiana. *HortScience* 17(5), 758-759.
- HORNBY, C.A. & DAUBENY, H.A., 1956. Genetic differences in pollen production, germination and growth. *Tomato Gen. Coop. Rep.* 6, 16.
- HOWLETT, F.S., 1936. The effect of carbohydrate and of nitrogen deficiency upon microsporogenesis and the development of the male gametophyte in the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) *Annals of Botany* 50, 767-804.
- HURD, R.G., 1968. Effects of CO₂-enrichment on the growth of young tomato plants in low light. *Annals of Botany* 32, 531-542.

- KAMALI, A.R. & CHILDERS, N.F., 1970. Growth and fruiting of peach in sand culture as affected by boron and a fritted form of trace elements. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 95, 652-656.
- KERR, E.A. & KRIBS, L., 1955. Electric vibrators as an aid in greenhouse tomato production. *Agr. Inst. Rev.* 10, 34.
- KEULEMANS, A., BRUSELLE, A. & EYSSSEN, R., 1996. Fruit weight in apple as influenced by seed number and pollinizer. *Acta Horticulturae* 423, 201-210.
- KEVAN, P.G., 1991. Pollination: Keystone process in sustainable global productivity. *Acta Horticulturae* 288, 103-110.
- KINET, J.M., 1977. Effects of light conditions on the development of the inflorescence in tomato. *Sci. Hort.* 6, 15-26.
- LEWIS, D., 1953. Some factors affecting flower production in the tomato. *J. Hort. Sci.* 28, 207-220.
- LOHAR, D.P. & PEAT, W.E., 1998. Floral characteristics and heat-sensitive tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivars at high temperature. *Scientia Horticulturae* 73, 53-60.
- LOOTS, W., 1986. Difficulties in the fruit setting of tomatoes in cold greenhouses in winter in subtropical climates, and parthenocarp as a possible solution. *Acta Horticulturae* 191, 289-291.
- LOVATT, C.J. & BATES, L.M., 1984. Early effects of Excess Boron on Photosynthesis and Growth of *Cucurbita pepo*. *J. Exp. Bot.* 152, 297-305.
- LUCKWILL, L.C., 1948. A method for the quantitative estimation of growth substances based on the response of tomato ovaries to known amounts of 2-naphtoxy-acetic acid. *J. Hort. Sci.* 24, 19-31.
- MARRÈ, E. & MURNEEK, A.E., 1953. Carbohydrate metabolism in the tomato fruit as affected by pollination, fertilization and application of growth regulators. *Plant Physiology* 28, 255-266.

- MASCARENHAS, J.P. & MACHLIS, L., 1962. The pollen-tube chemotropic factor from *Antirrhinum majus*; bioassay, extraction, and partial purification. *Amer. J. Bot.* 49, 482-489.
- MAYNARD, D.N., GERTSTEN, B. & MICHELSON, L.F., 1959. the effects of boron nutrition on the occurrence of certain tomato fruit disorders. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 74, 500-504.
- OSBORNE, D.J. & WENT, F.W., 1953. Climatic factors influencing parthenocarp and normal fruit set in tomatoes. *Botanical Gazette* 114, 312-322.
- PEET, M.M., SATO, S., CLEMENTE, C. & PRESSMAN, E., 2002. Heat stress increases sensitivity of pollen, fruit and seed production in tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) to non-optimal vapor pressure deficits. *XXVIth International Horticultural Congress & Exhibition*.
- PICKEN, A.J.F., 1984. A Review of pollination and fruit set in the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *J. Hort. Sci.* 59(1), 1-13.
- POLOWICK, P.L. & SAWHNEY, V.K., 1985. Temperature effects on Male Fertility and Flower and Fruit development in *Capsicum annum* L. *Scientia Horticulturae* 25, 117-127.
- QUIROS, C.F. & MARCAIS, A., 1978. Natural cross pollination and pollinator bees of the tomato in Celaya, Central Mexico. *HortScience* 13, 290-291.
- SATO, S., PEET, M.M. & THOMAS, J.F., 2000. Physiological factors limit fruit set of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under chronic, mid heat stress. *Plant, Cell and Environment* 23, 719-726.
- SMITH, O., 1932. Relation of temperature to anthesis and blossom drop of the tomato together with a histological study of the pistils. *J. Agr. Res.* 44, 183-190.
- SPURR, A.R., 1957. The effect of boron on cell-wall structure in celery. *Amer. J. Bot.* 44, 637-650.

- SOMMER, A.L. & LIPMAN, C.B., 1926. Evidence of the indispensable nature of zinc and boron for higher green plants. *Plant Physiology* 1, 231-249.
- STÖSSER, R. & ANVARI, S.F., 1983. Pollen tube growth and fruit set as influenced by senescence of stigma, style and ovules. *Acta Horticulturae* 139, 13-19.
- STÖSSER, R., HARTMANN, W. & ANVARI, S.F., 1996. General aspects of pollination and fertilization of pome and stone fruit. *Acta Horticulturae* 423, 15-22.
- TESI, R. & TOGNONI, F., 1986. Influence of Low Temperatures in the Greenhouse Production of Soanacea Plants in Mild Winter areas. *Acta Horticulturae* 191, 209-219.
- VANDER KLOET, S.P., 1983. The Relationship Between Seed Number and Pollen Viability in *Vaccinium corymbosum* L. *HortScience* 18(2), 225-226.
- VERKERK, K., 1956. The pollination of tomatoes. *Neth. J. Agric. Sci.* 5, 37-54.
- WALKER, W.M., GRAFFIS, D.W. & FAULKNER, C.D., 1987. Effect of potassium and boron upon yield and nutrient concentration of Alfalfa. *J. Plant Nutr.* 10, 2169-2180.
- WEATHERHEAD, M.A., GROUT, B.W.W. & HENSHAW, G.G., 1978. Advantages of storage of potato pollen in liquid nitrogen. *Potato Res.* 21, 331-334.
- WENT, F.W., 1944. Plant growth under controlled conditions. II. Thermoperiodicity in growth and fruiting of the tomato. *Amer. J. Bot.* 31, 135-150.
- WENT, F.W. & COSPER, L., 1945. Plant growth under controlled conditions. VI. Comparison between field and air-conditioned greenhouse culture of tomatoes. *Amer. J. Bot.* 32, 643-654.
- WITWER, S.H. & ROBB, W., 1964. Carbon dioxide enrichment of greenhouse atmospheres for food crop production. *Economic Botany* 18, 34-56.

WITWERT, S.H. & TEUBNER, F.G., 1957. The effects of temperature and nitrogen nutrition on flower formation in the tomato. *Amer. J. Bot.* 44, 125-129.

Hoofstuk 2

Die invloed van boor en opbergings temperatuur op die *in vitro* ontkieming van stuifmeel van kweekhuistamaties

Uittreksel

The effect of boron on the *in vitro* pollen germination of greenhouse tomatoes. Pollen was gathered from tomato plants that were produced at four different B levels. The pollen was kept at different temperatures and periods and germination tests were done on different media. No proof could be found that pollen from B-deficient plants germinated poorly. The germination percentage decreased significantly after seven days. The deterioration of pollen viability could be reduced by storage at 5°C. A medium for germination of tomato pollen *in vitro* needs at least 10% sucrose but addition of B did not have any beneficial effect.

Stuifmeel is van tamatieplante versamel wat by vier verskillende B-voedingspeile geproduseer is. Dit is by verskillende temperature en periodes opgeberg en op verskillende media vir ontkieming geïnkubeer. Geen bewyse kon gevind word dat stuifmeel vanaf B-gebrekkige plante swak ontkiem nie. Kiemkrag van stuifmeel het na sewe dae opberging betekenisvol verswak. Verswakking in kiemkrag kon verminder word deur die stuifmeel by 5°C op te berg. 'n Ontkiemingsmedium met ten minste 10% sukrose is vir goeie *in vitro* ontkieming van stuifmeelkorrels nodig, terwyl die byvoeging van B geen voordelige effek getoon het nie.

Keywords: boron, germination, pollen, sucrose, tomato

Inleiding

Swak bestuiwing is 'n algemene probleem waar tamaties buite seisoen verbou word. Weens die verbod op die invoer van hommelbye na Suid-Afrika, is dit belangrik dat alternatiewe metodes ondersoek word om bestuiwing van tamaties in Suid-Afrikaanse kweekhuise te bevorder. Die voorkoms van genoeg stuifmeel is nie noodwendig 'n aanduiding dat daar genoeg kiemkragtige stuifmeel is nie. Deur die stuifmeel *in vitro* of *in vivo* te laat ontkiem, kan die kiemkragtigheid van stuifmeel bepaal word (Stanley & Liskens, 1974). In die meeste toetse word die verskyning van die stuifmeelbuis as ontkieming beskou. Nadat 'n aantal stuifmeelkorrels vir 'n bepaalde periode aan gunstige ontkiemingstoestande blootgestel is, word die korrels, wat ontkiem het, mikroskopies bepaal en as aanduiding van kiemkragtigheid as persentasie uitgedruk. Wat voedingselemente betref kom boor, kalsium en magnesium normaal in die styl- of stigma-vloeistof voor waar stuifmeel ontkiem (Stanley & Linskens, 1974). Mercado, Fernando-Munoz & Quesada (1994) het ook die belangrikheid van sukrose as bron van energie vir die kiemingsproses gemeld. Indien kunsmatige bestuiwing oorweeg word en stuifmeel opgeberg moet word, mag die lengte van die bergingsperiode asook die bergingstemperatuur kiemkrag beïnvloed. Abdul-Baki (1992) het gevind dat die behoud van stuifmeel kiemkrag beter is as dit by lae temperature geberg word.

Tamatieplante wat by verskillende B-voedingspeile geproduseer is, se stuifmeel is versamel ten einde die kiemkragtigheid daarvan te bepaal. Die doel van hierdie ondersoek was ook om tegnieke te ondersoek waarmee die berging en ontkieming van stuifmeel bevorder kan word.

Materiaal en metodes

Produksie van stuifmeel (B-peile)

Die saad van 'Abigail', 'n kweekhuis tamatie kultivar is op 11 April 2002 in 'n 128-grootte saailaai gesaai. 'n Mengsel van vermikuliet, veen en gekomposteerde dennebas is in 'n verhouding 1:1:1 as medium gebruik. 'n Standaard voedingsoplossing teen halfsterkte (1.0 mS cm^{-1}) is gebruik om die saailinge te besproei. Saailinge is op 11 Mei 2002 in 5 liter plastieksakke met suurgewaste sand uitgeplant. Temperature in die glashuis is meganies beheer en het tussen 23°C en 10°C dag/nag gevarieer. Vier B-voedingspeile (0.02, 0.16, 0.32 & $0.64 \text{ mg B kg}^{-1}$) is met drupperlyne aan die plante voorsien. Die pH van die behandelings was $5.5 (\pm 0.2)$ en die elektriese geleiding (EC) daarvan 2.12

(± 0.2) mS cm^{-1} . Die plante is vier maal per dag besproei en die volume per besproeiing was voldoende om ten minste 'n 20% afloop te verseker.

Stuifmeel is op blomme van die onderskeie B-bandelings versamel deur die blom te vibreer en die stuifmeel met 'n petribakkie op te vang.

Opberging van stuifmeel (Temperatuur en periode)

In 'n eerste ondersoek is stuifmeel vir verskillende tye by verskillende temperature opgeberg. Stuifmeel van plante by die vier B-voedingspeile is versamel en elke monster in sewe verdere groepe verdeel. Die eerste groep is dadelik vir kiemkragtigheid getoets. Twee van elk van die oorblywende ses groepe is by temperature van $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en 20°C opgeberg vanwaar een groep van elke temperatuur regime se kiemkrag na 7 dae en weer na 14 dae bepaal is. In hierdie ondersoek is $20\text{ mm} \times 20\text{ mm}$ stukkies sellofaan (waterdeurlaatbaar en dunner as 0.04 mm) in 'n 15% sukrose oplossing geweek en daarna liggies drooggeklad (Dr. E.M. Marais, Departement Botanie, Universiteit van Stellenbosch, persoonlike mededeling). Behalwe 15% sukrose, het die sukrose oplossing ook 0.2% H_3BO_3 en 0.022% Ca bevat. 'n Groot druppel van hierdie oplossing is in 'n petribakkie geplaas met 'n sellofaan strokie bo-op, sonder om die bokant daarvan te laat nat word. 'n Klein kwassie is gebruik om die stuifmeel eweredig bo-op die sellofaan strokie te strooi. Die petribakkie is bedek om verdamping te beperk en vir 24 uur by 20°C gelaat. Na hierdie inkubasietydperk is ontkieming mikroskopies bepaal en as 'n persentasie uitgedruk. Die 28 behandelings kombinasies is twee maal in 'n bloklose proef herhaal.

Ontkiemingsmedium (Boor en sukrose)

'n Verdere ondersoek met stuifmeel van die vier B-behandelings is gedoen deur dit op media te laat ontkiem waar twee B-peile asook twee sukrose peile toegedien is. Die vier mediums is opgemaak deur 2 g agar by 100 ml gedistilleerde water te voeg en dit vir 30 minute by $122\text{ }^{\circ}\text{C}$ te hou. Hierna is 0.01 g KNO_3 , en 0.022 g $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ bygevoeg, asook sukrose en B teen twee peile elk:

Behandelingskode

S8.9 -B	8.9% Sukrose en	0 g Na ₂ B ₄ O ₇
S8.9 +B	8.9% Sukrose en	0.03 g Na ₂ B ₄ O ₇
S5.8 -B	5.8% Sukrose en	0 g Na ₂ B ₄ O ₇
S5.8 +B	5.8% Sukrose en	0.03 g Na ₂ B ₄ O ₇

Stuifmeel is met 'n kwassie bo-op die gestolde agar geplaas en die agarblokkies is vir 24 uur by 25°C in 'n digte houer geplaas waarin 'n bietjie vry water geplaas is om 'n relatief hoë vogpeil te verseker. Die behandelings is faktoriaal gereël (4x4) en twee keer in 'n bloklose proefontwerp herhaal.

Resultate en bespreking

Weens die relatief beperkte aantal herhalings wat gebruik is en geen duidelike wisselwerkings tussen B-voedingspeile en opbergingsbehandelings nie, word slegs die hoofeffekte in Tabel 1 verstrekk.

Alhoewel 'n tendens in Tabel 1 sigbaar is dat 'n verhoging in die B-voedingspeil (tot en met 0.32 mg B kg⁻¹) stuifmeel produseer waarvan die kiemkragtigheid verswak, was daar weer 'n verbetering in kiemkrag by die hoogste B-voedingspeil. Geen bewys kon met hierdie tegniek gevind word dat 'n relatief lae B voedingspeil die kiemkragtigheid van die stuifmeel verswak nie. In die tweede ondersoek (Tabel 2), waar stuifmeel op agar ontkiem is, is die beste ontkieming by die relatief lae 0.16 mg B kg⁻¹-voedingspeil gevind met betekenisvol swakker resultate by hoër en laer B-voedingspeile. Selfs waar B by die agar medium gevoeg is, was daar by die beste (8.9%) sukrose behandeling 'n betekenisvolle onderdrukking van ontkiemingspersentasie (Tabel 2). Swak vrugset wat deur verskeie navorsers met lae B-voedingspeile gerapporteer is (Kamali & Childers, 1970), was waarskynlik nie die gevolg van verswakte ontkieming van stuifmeel nie maar eerder weens 'n beperking op die vermoë van stuifmeelbuisse om voldoende te verleng om bevrugting te bewerkstellig (De Wet, Robbertse & Groenewald, 1989).

Tabel 1: Die invloed van opbergingstoestande op die ontkieming van stuifmeel wat by verskillende B-voedingspeile geproduseer is en in vitro op sellofaan ontkiem is.

Voedingsbehandelings	Ontkieming (%)
0.02 mg B kg ⁻¹	20.1
0.16 mg B kg ⁻¹	17.4
0.32 mg B kg ⁻¹	11.2
0.64 mg B kg ⁻¹	16.7
KBV (P=0.05)	1.99
Bergingstemperatuur	Ontkieming (%)
20°C	15.7
5°C	17.3
-2°C	16.1
KBV (P=0.05)	1.72
Bergingsperiode	Ontkieming (%)
Vars	23.5
7 dae	16.7
14 dae	16.0
KBV (P=0.05)	1.72
KV (%)	14.4

Na 'n week van opberging het die kiemkragtigheid van stuifmeel betekenisvol verswak (Tabel 1). Die verswakking in ontkiemingspersentasie kon in hierdie ondersoek slegs betekenisvol beperk word deur die stuifmeel by 5°C op te berg. Beter resultate is deur Abdul-Baki (1992) met opberging van stuifmeel teen laer temperature gerapporteer.

Tabel 2: Die invloed van ontkiemingsmedium* op die ontkieming van stuifmeel wat by verskillende B-voedingspeile geproduseer is en op agar met verskillende sukrose en B peile ontkiem is.

Voedingsbehandelings	Ontkieming (%)
0.02 mg B kg ⁻¹	28.1
0.16 mg B kg ⁻¹	31.1
0.32 mg B kg ⁻¹	22.8
0.64 mg B kg ⁻¹	29.6
KBV (P=0.05)	1.85
Agar medium*	Ontkieming (%)
S8.9 -B	31.9
S8.9 +B	29.2
S5.8 -B	24.9
S5.8 +B	25.6
KBV (P=0.05)	1.85
KV (%)	(11.12)

* S8.9 en S5.8 bevat 8.9% en 5.8% sukrose respektiewelik
-B bevat geen B nie en +B bevat 0.03 g Na₂B₄O₇ per 100 liter

Die tegnieke wat gevolg is om die ontkiemingspersentasie van tamatie stuifmeel te bepaal kort nog verfyning. Resultate in hierdie ondersoek dui tog daarop dat B nie tydens ontkieming van stuifmeel belangrik is nie, maar waarskynlik eers tydens verlenging van die stuifmeelbuis 'n belangrike bydrae lewer om bevrugting te laat plaasvind. Die optimum sukrose persentasie tydens ontkieming is waarskynlik tussen 10% en 15% maar behoort, net soos in die geval van lae bergingstemperature om kiemkrag te behou, verder ondersoek te word.

Verwysings

- ABDUL-BAKI, A.A., 1992. Determination of pollen viability in tomatoes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117(3), 473-476.
- DE WET, E., ROBBERTSE, P.J. & GROENEWALD, H.T., 1989. The influence of temperature and boron on pollen germination in *Mangifera indica* L. *S. Afr. J. Plant Soil* 6(4), 228-234.
- KAMALI, A.R. & CHILDERS, N.F., 1970. Growth and fruiting of peach in sand culture as affected by boron and a fritted form of trace elements. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 95, 652-656.
- MERCADO, J.A., FERNANDO-MUNOZ, R. & QUESADA, M.A., 1994. *In vitro* germination of pepper pollen in liquid medium. *Scientia Horticulturae* 57, 273-281.
- STANLEY, R.G. & LISKENS, H.F., 1974. Pollen- Biology, Biochemistry and Management. Springer-Verlag, Berlin.

Hoofstuk 3

Die invloed van verskillende Boor-voedingspeile op die groei, bestuiwing en opbrengs van kweekhuistamaties (*Lycopersicon esculentum* L.)

Uittreksel

The effect of different Boron levels on the growth, pollination and yield of greenhouse tomatoes. Greenhouse tomatoes were planted in acid-washed riversand. Four balanced nutrient solutions, with different boron (B) levels (0.02; 0.16; 0.32 and 0.64 mg l⁻¹), were applied. The uptake of all the essential nutrient elements were monitored with leaf samples. Fruit set, the relation of larger to smaller fruits, physical and chemical quality and shelf life were evaluated. The uptake of calcium (Ca) was positively influenced by higher B levels. Fruit set, fruit development, fruit colour and shelf life were the best at a B-level of 0.16 mg.l⁻¹. At this rate the abortion of flowers was the least.

Kweekhuistamaties is in suurgewasde riviersand geplant en vier gebalanseerde voedingsoplossings, waarvan die boor (B) vlakke verskil het (0.02; 0.16; 0.32 en 0.64 mg l⁻¹), is aan die plante voorsien. Veranderlikes wat ondersoek is, was die opname van al die essensiële voedingselemente (blaarontledings), vrugset, die verhouding van groot vrugte tot kleiner vrugte, fisiese en chemiese kwaliteite van die vrugte en die raklewe daarvan. Die toediening van B teen hoër peile het 'n gunstige effek op die opname van kalsium (Ca) deur die plant getoon. Toediening

van B teen 0.16 mg.l^{-1} het die beste vrugset, vrugontwikkeling, vrugkleur en houvermoë (raklewe) van vrugte gegee en het die laagste persentasie abortering van blomme getoon.

Keywords: boron deficiency, fruit development, fruit set, pollination, tomatoes

Inleiding

Die belangrikheid van spoorelemente in plantvoeding word waarskynlik onderbeklemtoon. Boor (B) speel 'n belangrike rol in die bepaling van opbrengs. Die grootste invloed van B is op die reprodktiewe ontwikkeling van die plant. Hoër B-vlakke word deur die plant benodig vir die reprodktiewe groeifase as vir die vegetatiewe groeifase. B is essensieel in vaskulêre plante vir die voltooiing van die reprodktiewe siklus (Sommer & Lipman, 1926). Die aspekte van die plant se groei wat beïnvloed word, is blom- en blomknopontwikkeling, bestuiwing, groei van die stuifmeelbuis, saad- en vrugset en vrugproduksie (Birch, 1981; Blamey, Mould & Chapman, 1979; Brewbaker & Kwack, 1963; DeMoranville & Deubert, 1987; De Wet, Robbertse & Groenewald, 1989; Kamali & Childers, 1970; Walker, Graffis & Faulkner, 1987). Opbrengs, vrugvorm en raklewe word deur korrekte B-voeding bevoordeel (Adams & Windsor, 1974; Coetzer, Robbertse, Stoffberg, Holtzhausen & Barnard, 1990; DeMoranville & Deubert, 1987).

Boor word passief deur die transpirasiestroom opgeneem. 'n Vogstremming en/of hoë humiditeit kan dus tot B-gebreke lei (Lovatt & Bates, 1984). Volgens Kamali & Childers (1970) kan 'n B-gebrek tot die afspeen van blomme lei en mag die ontkieming van stuifmeel by pere benadeel word. 'n B-gebrek word altyd by groeipunte waargeneem vanweë die lae mobiliteit van B in die plant.

Boortoksisiteit kan deur hoë temperature en 'n lae humiditeit geïnduseer word (Coetzer *et al.*, 1990). By *Cucurbita pepo* is gevind dat hoë B-vlakke tot 'n afname in fotosintese tempo, vertraagde stingel- en wortelgroei en dus 'n verlaagde produksie lei voordat toksiese simptome sigbaar is (Lovatt & Bates, 1984).

Volgens Dugger (1983) is die funksies van B om suikerabsorpsie en -metabolisme deur die vorming van suikerboraat komplekse te fasiliteer, die respirasie tempo te beheer en dit is ook betrokke by die biosintese van die stuifmeelbuiswand.

Materiaal en Metodes

Plantmateriaal

Saad van die kweekhuistamatiekultivar 'Abigail' is op 11 April 2002 in 'n saailaai gesaai wat met 'n 1:1:1 per volume mengsel van vermikuliet, veen en gekomposteerde dennebas gevul was. Saailaai is met 'n gebalanseerde voedingsoplossing (1.0 mS cm^{-1}) besproei.

Growwe riviersand is in 'n 0.1 M HCl-oplossing gedompel. Na tien uur is bikarbonaat bevattende water vir 16 uur deur die sand gespoel om die suur te neutraliseer. Die pH van die afloopwater is gereeld gemonitor totdat 'n pH van 6.5 bereik is.

Saailinge is op 11 Mei 2002 uitgeplant nadat voldoende wortelontwikkeling plaasgevind het. Plantmateriaal is in 5l plantsakke, wat met suurgewasde riviersand gevul was, uitgeplant. Sakke is in 'n glashuis van die Welgevallen proefplaas, Stellenbosch geplaas. Temperature in die glashuis is meganies beheer en het tussen 22°C en 10°C dag/nag gewissel.

Plante is op die konvensionele wyse hanteer met hoofstamme wat vertikaal opgelei is en alle sylote is weekliks uitgebreek. Geen bestuiwingsbehandelings is op bloeiwyse een, drie en vier gedoen nie. Vrugte is op die kleurbreekstadium geoes en aan die onderskeie analyses onderwerp. Trosse nommer een, drie en vier van elke plant is apart geoes en hanteer. Behandelings en metings wat op die tweede tros gedoen is, word in die volgende hoofstuk bespreek.

Behandelings

Vier gebalanseerde voedingsoplossings is in 800 liter tenke opgemaak waarna monsters vir chemiese ontleding geneem is om die presiese samestelling daarvan te bevestig. Boor (B)-vlakke het weens die behandelings verskil (Tabel 1A & 1B). Voedingsoplossings is met drupperlyne aan die plante voorsien. Die pH en elektriese geleiding van die voedingsoplossings was $5.5 (\pm 0.2)$ en $2.12 \text{ mS cm}^{-1} (\pm 0.2)$ onderskeidelik. Die besproeiingsfrekwensie was vier maal per dag en die besproeiingsvolume was voldoende om 'n minimum afloop van 20% te verseker.

Tabel 1A: Ontledings van makro-elemente in voedingsoplossings (mg liter^{-1})

Behandelings	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁴⁻	SO ₄ ⁼
B ₁	24	236	170	49	9	184	29.5	267
B ₂	22	231	166	48	9	182	28.8	264
B ₃	21	237	169	50	9	194	29	267
B ₄	22	240	175	51	9	182	29.9	270

Tabel 1B: Ontledings van mikro-elemente in voedingsoplossings (mg liter⁻¹)

Behandelings	Cu ⁺⁺	Zn ⁺⁺	Fe ⁺⁺⁺	Mn ⁺⁺	Cl ⁻	B (beplan)	B (verkry)
B ₁	0.07	0.51	0.60	0.53	21	0.00 (0%)	0.02 (6%)
B ₂	0.06	0.54	0.49	0.39	25	0.20 (50%)	0.16 (50%)
B ₃	0.09	0.61	0.47	0.28	11	0.40 (100%)	0.32 (100%)
B ₄	0.09	0.51	0.42	0.15	11	0.80 (200%)	0.64 (200%)

Metings

Blaarontledings

Twee blare van elke plant, tussen die vierde en vyfde trosse, is versamel. Volle chemiese ontledings van die blare is by Departement Landbou, Elsenburg se laboratorium laat doen.

Abortering (%)

Die aantal blomme wat antese bereik het, is getel. Met die aanvang van die oesproses is die aantal afgespeende blomme van elke tros getel en as 'n persentasie uitgedruk.

Vrugset (%)

Vrugset is ge-evalueer deur die aantal vrugte wat 'n grootte van >40 mm bereik het as 'n persentasie van die aantal blomme wat antese bereik het uit te druk. Steekproewe het getoon dat vrugte kleiner as 40 mm geen of weglaatbaar min sade bevat het en dus hoofsaaklik partenokarpies ontwikkel het.

Opbrengrs

Die eerste, derde en vierde trosse van elke plant is afsonderlik vir opbrengrsbepalings geoes. Tydens die oesproses is die vrugte in twee grootteklasse verdeel, nl. vrugte met 'n deursnee groter as 40 mm (groot) en vrugte met 'n deursnee kleiner as 40 mm (klein).

Raklewebepalings

Monsters, bestaande uit ses vrugte elk, is vanaf die derde en vierde trosse van elke plant geneem. Die fermheid en massa van drie van die ses vrugte is direk na oes met 'n densimeter bepaal. Dieselfde drie vrugte is ook gebruik om totale opgeloste stowwe (% TSS), totale titreerbare sure en pH te bepaal. Die orige drie vrugte is vir 14 dae by kamertemperatuur ($\pm 22^{\circ}\text{C}$) opgeberg, waarna dieselfde ontledings ook op hierdie vrugte gedoen is.

Resultate en bespreking

Minerale samestelling

Die werklike B-peile word in Tabel 1B weergegee. Ander elemente het onveranderd gebly, maar daar was tog 'n tendens dat toevoeging van B die konsentrasie van Mn in die voedingsoplossing verlaag het. Die laagste Mn-konsentrasie by B₄ was egter nie krities laag nie. Alhoewel Mn-konsentrasies in die blare deur die verhoogde B-peile verlaag is (Tabel 2), het die Mn-konsentrasies selfs nie eens by B₄ laer as die kritiese minimum van $<24 \text{ mg kg}^{-1}$ (Bennett, 1993) gedaal nie. Anders as Mn het die Zn-konsentrasies in die blare by hoër B-peile gestyg.

Die konsentrasie kalium (K) in die blare van plante by die B₁-peil was betekenisvol hoër ($P < 0.01$) as by die ander drie B-peile. By dieselfde B₁-peil was die konsentrasie kalsium (Ca) betekenisvol laer ($P = 0.05$) as by die ander B-peile. Dit blyk dus asof 'n afname in die peil van B die opname van K ten koste van Ca-opname verbeter (Tabel 2). Aangesien wortelpunte vinnig deur B-gebreke aangetas word, nekroses op groeipunte ontwikkel (Bussler, 1960) en aangesien Ca deur die wortelpunte opgeneem word, mag die gebrekkige opname van Ca by die lae B₁-peil die gevolg van beskadigde wortelpunte wees. Die beweeglikheid van Ca in die plant kan ook deur toediening van B bevoordeel word (Combrink, Jacobs & Maree, 1995) wat tot die hoër Ca-konsentrasies in die blare kon bydra.

Die toediening van die vier B-peile het geen betekenisvolle invloed gehad op die stikstof- (N), fosfor- (P), koper- (Cu), yster- (Fe) en aluminium-(Al)-inhoud van die blare nie (Tabel 2).

Tabel 2: Die effek van vier verskillende B-toedienings^x op die minerale samestelling van die kweekhuistamatiekultivar 'ABIGAIL' se blare

	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cu	Zn	Mn	Fe	Al	B
	%	%	%	%	%	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹
B ₁	2.65	0.53	6.02	3.18	0.46	562.30	22.03	76.03	244.75	135.25	19.00	10.90
B ₂	2.64	0.33	4.56	4.70	1.09	975.80	26.18	103.60	197.00	156.00	18.30	62.85
B ₃	2.63	0.34	4.74	4.11	1.04	929.00	27.73	147.50	162.25	159.50	21.00	91.58
B ₄	2.74	0.36	4.85	4.88	1.13	1179.50	33.80	158.72	94.43	154.25	17.95	182.50
KBV (P=5%)	NB ^y	NB	0.44	1.16	0.14	228.07	NB	28.44	61.81	NB	NB	23.13

^y Nie betekenisvolle verskille tussen behandelingsgemiddeldes by 5 % toetspeil

^x B₁= 0.02; B₂=0.16; B₃=0.32; B₄=0.64 mg B kg⁻¹

Die B-inhoud van die blare het met verhoging in B-toedieningspeile verhoog (Tabel 2), waarskynlik bloot die gevolg van 'n verhoogde konsentrasie B in die wortelsone. B word saam met water deur die wortels opgeneem (Bowen & Nissen, 1976; Lovatt & Bates, 1984) en soos Ca ook met die transpirasiestroom vervoer, sodat die relatiewe humiditeit van die omgewing ook die beweging van B in die plant beïnvloed (De Wet *et al.*, 1989).

Blom- en vrugproduksie

Die toediening van B het 'n sigbare effek op die reprodktiewe ontwikkeling van die plante getoon (Tabel 3). Hierdie effek het met 'n toename in hoogte van die tros op die plant vergroot. Dit kan moontlik 'n aanduiding wees dat die plant tydens 'n jong stadium B-reserwes, afkomstig uit die saailaaimedium, benut het.

'n Afname in die getal blomme per tros is slegs by B₁-peile sigbaar namate die plant verder ontwikkel. Vrugte wat op die onderste trosse begin ontwikkel vorm 'n 'sink' wat kompeteer vir assimilate, ten koste van die nuutgevormde bloeiwyses, veral waar B-voorsiening swak is. Bogenoemde verklaring geld ook vir die afname in die getal groot vrugte, massa van die groot vrugte, persentasie vrugset en die toename in die persentasie abortering by die hoër trosposisies. Dit lyk dus asof die produksie van fotosintate by die lae B-peile ontoereikend was en dat die probleem oor tyd by die hoër trosse beter sigbaar was, namate B-reserwes in die wortelmedium uitgeput is. Blare wat onder B-gebrekkige toestande op spanspekplante ontwikkel het, het gou vergeel weens

ontydige chlorofiel verliese (Combrink *et al.*, 1995), wat laer suiker konsentrasies tot gevolg gehad het.

Tabel 3: Die invloed van verskillende B-peile^z op die produksie van kweekhuistamaties

		Getal Tros nr.	Getal blomme	Getal groot vrugte	Massa groot vrugte	Getal vrugte (klein)	Massa vrugte (klein)	Abortering %	Vrugset %
B 1	Tros 1	6.25	4.17	413.64	0.92	44.67	16.94	70.06	
B 2	Tros 1	6.75	4.50	440.72	2.25	100.66	0.00	67.67	
B 3	Tros 1	6.17	3.42	311.45	2.67	85.08	0.58	57.00	
B 4	Tros 1	6.42	3.00	296.05	3.00	97.36	6.55	45.88	
KBV (5%)		NB*	NB	NB	1.51	NB	12.10	NB	
B 1	Tros 3	6.17	3.08	295.49	0.17	2.11	46.63	50.79	
B 2	Tros 3	6.25	3.92	294.97	1.58	15.37	13.29	61.27	
B 3	Tros 3	6.25	2.83	203.15	2.83	29.05	8.43	50.25	
B 4	Tros 3	6.33	3.50	236.03	2.42	68.05	6.71	55.09	
KBV (5%)		NB	NB	NB	1.43	NB	14.95	NB	
B 1	Tros 4	5.58	0.92	82.63	0.42	9.83	75.17	16.86	
B 2	Tros 4	6.00	2.33	166.63	2.00	11.29	26.19	40.99	
B 3	Tros 4	6.83	1.17	77.09	2.50	19.16	46.15	16.87	
B 4	Tros 4	6.00	1.50	106.98	2.00	22.67	36.32	28.49	
KBV (P=5%)		NB	NB	77.21	1.33	NB	24.08	NB	

* Nie betekenisvolle verskille tussen behandelingsgemiddeldes by 5 % toetspeil

^z B₁= 0.02; B₂=0.16; B₃=0.32; B₄=0.64 mg B kg⁻¹

B₁ het die laagste getal klein vruggies geproduseer, waarskynlik omdat meer blomme by B₁ afgespeen het (Tabel 3) en dus nie tot klein vruggies kon ontwikkel soos by die hoër B-peile nie. Kompetisie tussen vrugte van dieselfde bloeiwyse was dus ook laer. B₂ het by die vierde tros 'n betekenisvol hoër massa groot vrugte as B₁ en B₃ geproduseer. B₂ het die hoogste persentasie vrugset op die vierde tros getoon en die hoër opbrengs was die gevolg van meer blomme wat per tros bestuif is.

Waar stuifmeel op B₁ plante versamel is en *in vitro* ontkiem is, het dit nie swakker ontkiem as stuifmeel vanaf hoër B-peil plante nie (Hoofstuk 2). Aangesien die persentasie abortering (Tabel 3) by die hoër B-peil plante laer was as by B₁, was die B-effek waarskynlik weens 'n invloed op die stuifmeelbuis se groei (De Wet *et al.*, 1989). Die nadelige effek van 'n B-gebrek op die opname van Ca kan tot 'n Ca-gebrek lei. Volgens Mascarenhas & Machlis (1962) word 'n hoë konsentrasie Ca in die vrugbeginsel benodig om die stuifmeelbuis se groei rigting chemotropies te beheer. 'n Geïnduseerde gebrek aan Ca kon dus ook die stuifmeelbuis se groei belemmer het. 'n B-gebrek mag ook die produksie en translokasie van sukrose benadeel. Sukrose is die energiebron vir die groei van die stuifmeelbuis (Visser, 1955). Die swak produksie wat met die lae B₁-peil veral op die hoër trosse verkry is, was nie die gevolg van swak kieming van stuifmeelkorrels nie, maar eerder die groot persentasie blomme wat weens gebrekkige fotosintaat reserwes en/of onvoldoende

stufmeelbuisverlenging afgespeen het. Volgens Nederlandse norme is die optimum B-peil 0.32 mg kg⁻¹ vir tamaties. Volgens Tabel 3 het B₂ ewe goeie resultate gelewer teen 0.16 mg.kg⁻¹ terwyl B₄ teen 0.64 mg.kg⁻¹ reeds tekens van 'n B-toksiteit op tros nr. 1 toon.

Raklewe

Die fermheid van vrugte wat by die lae B-peil (B₁) geproduseer is, was swak. Hierdie tendens is ondervind voor en na die opbergingsperiode (Tabel 4). Vrugte wat by die B₁-peile geproduseer is, het 'n hoër verlies aan fermheid tydens die opbergingsperiode getoon. Normaalweg sou verwag word dat die verlies aan fermheid ook die gevolg van 'n vogverlies is. Geen betekenisvolle verskille in massaverlies is verkry nie. B het 'n direkte effek op sekere membraankomponente (Pollard, Parr & Loughman, 1977). Die verliese aan fermheid word dus toegeskryf aan 'n degenerasie van die selmembrane. Hierdie verklaring strook met Hirsch, Pengelly & Torrey (1982) se bevinding dat die degradering van selmembrane die eerste teken van 'n B-gebrek by sonneblomme is. Die toediening van B, selfs teen lae peile, het 'n positiewe effek op die fermheid en behoud van fermheid (raklewe) van tamaties getoon. Ook by uie is ondervind dat hoër B-toedienings die raklewe bevoordeel (Calbo, Monnerat & Shimoya, 1986).

Tabel 4: Die invloed van B-voedingspeile^z op die fisiese vrugteienskappe en raklewe van kweekhuistamaties

	Fermheid voor opberging	Fermheid na opberging	Massa voor opberging (g)	Massa na opberging (g)	Fermheids- verlies %	Massa- verlies %
B 1	46.08	23.92	291.2	269.75	47.94	7.31
B 2	57.17	45.58	238.88	219.75	20.24	8.06
B 3	60.83	46.92	226.45	208.08	22.83	8.16
B 4	58.34	48.33	247.3	224.9	17.15	8.89
KBV (P=5%)	5.96	5.42	46.34	41.65	7.4	NB*

* Nie betekenisvolle verskille tussen behandelingsgemiddeldes by 5 % toetspeil

^z B₁= 0.02; B₂=0.16; B₃=0.32; B₄=0.64 mg B kg⁻¹

Tabel 5: Die invloed van B-voedingspeile^z op die totale opgeloste vastestowwe (TSS), die titreerbare sure (TTA) en die pH van tamatievrugte

	TSS %	TTA ml	pH
B 1	4.65	6.55	5.70
B 2	8.44	8.09	5.32
B 3	8.93	9.27	5.11
B 4	8.73	8.55	5.19
KBV	0.63	0.86	0.24

^z B₁= 0.02; B₂=0.16; B₃=0.32; B₄=0.64 mg B kg⁻¹

'n Gebrek aan B het 'n afname in die hoeveelheid opgeloste stowwe in tamatievrugte getoon (Tabel 5). B is betrokke by die produksie van urasiel. Urasiel is die voorloper van uridien-difosfaat-glukose (UDPG) wat 'n essensiële ensiem is in die produksie van sukrose. Sukrose is die belangrikste vorm waarin suikers getranslokeer word. 'n Inhibering van sukroseproduksie kan tot 'n afname in die translokasie van assimilate lei (Van de Venter & Currier, 1977). Lae B-voedingspeile het blare by spanspek vroeg laat vergeel weens 'n verhoogde tempo van chlorofiel-verliese tydens vrugontwikkeling (Combrink *et al.*, 1995). Dit het ook tot laer TSS waardes in die vrugte aanleiding gegee.

Die swak opbrengs en swak kwaliteit vrugte wat by lae B-peile ontwikkel het, blyk duidelik uit die resultate. Die blare van B-gebrekkige plante was merkbaar vergeel en die blare het ook maklik afgebreek. Verskeie prosesse word waarskynlik deur B-voeding beheer wat verdere ondersoek regverdig.

Gevolgtrekking

Boor word, tesame met water, passief deur die wortels opgeneem (Bowen & Nissen, 1976; Lovatt & Bates, 1984). 'n Verhoging van die B-konsentrasie in die besproeiingswater het 'n direkte verhoging in die plant se B-inhoud tot gevolg.

Die toediening van B het die opname van Ca bevoordeel. Dit is dus belangrik om ook die B-voedingsstatus van 'n plant te ondersoek indien simptome van 'n Ca-gebrek bespeur word aangesien dit ook sekondêre gevolge van 'n B-gebrek mag wees.

'n Gebrek aan B het 'n groot hoeveelheid blomme laat afspeen, selfs al was die kieming van die stuifmeelkorrels goed. Dit wil dus voorkom asof daar eerder 'n beperking was soos swak groei van die stuifmeelbuis of 'n gebrek aan sukrose as bron van energie vir die stuifmeelbuis of vir plantontwikkeling (Van de Venter *et al.*, 1977; Visser, 1955). 'n Geïnduseerde gebrek aan Ca kon ook die chemotropiese rigtingbepaling van die stuifmeelbuis benadeel het (Mascarenhas *et al.*, 1962).

Die toediening van B het die fermheid sowel as die behoud van fermheid (raklewe) verbeter. Dit is in ooreenstemming met 'n gevolgtrekking wat vroeër gemaak is dat B 'n positiewe effek op die behoud van selmembrane het (Hirsch *et al.*, 1982). B het nie alleen die opbrengs nie, maar ook die TSS in vrugte verhoog. Blare by die laagste B-peil het merkbaar vergeel en kon waarskynlik nie produktief fotosinteer nie. Hierdie blare was ook bros en het maklik afgebreek.

Uit die resultate van die ondersoek kan afgelei word dat die optimum vlak van B-toediening vir tamaties in hidrokultuur ongeveer 0.16 mg.l^{-1} is. Hoër, sowel as laer vlakke het die produksie van plante benadeel.

Verwysings

- ADAMS, P. & WINSOR, G.W., 1974. Some responses of glasshouse tomatoes to boron. *J. Hort. Sci.* 49, 355-363.
- BENNETT, W.F., 1993. Nutrient deficiencies and toxicities in Crop Plants. APS Press. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota. pp 140.
- BIRCH, E.B., 1981. Some factors affecting seed set of sunflower. *Crop Prod.* 10, 22-26.
- BLAMEY, F.P.C., MOULD, D. & CHAPMAN, J, 1979. Critical boron concentrations in plant tissues of two sunflower cultivars. *Agron. J.* 71, 243-247.
- BOWEN, J.E. & NISSEN, P., 1976. Boron uptake by excised barley roots. I. Uptake into the free space. *Plant Physiol.* 57, 353-357.
- BREWBAKER, J.L. & KWACK, B.H., 1963. The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth. *Amer. J. Bot.* 50(9):859-865.
- BUSSLER, W., 1960. Relationship between root formation and boron in sunflowers. In: K. Mengel & E. A. Kirkby: Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute Bern, Switzerland.
- CALBO, M.E.R., MONNERAT, P.H. & SHIMOYA, C., 1986. Characterization of boron deficiency symptoms in onions (*Allium cepa* L.) at the production stage. *Revista Ceres* 33, 174-280.
- COETZER, L.A., ROBBERTSE, P.J., STOFFBERG, E., HOLTZHAUSEN, C.S. & BARNARD, R.O. 1990. The effect of boron on reproduction in tomato (*Lycopersicon esculentum*) and bean (*Phaseolus vulgaris*). *S. Afr. J. Plant Soil.* 7(4), 212-217.

- COMBRINK, N.J.J., JACOBS, G. & MAREE, P.C.J., 1995. The effect of Calcium and Boron on the quality of Muskmelons (*Cucumis melo* L.). *J. S. Afr. Soc. Hort. Sci.* 5, 33-37.
- DEMORANVILLE, C.J. & DEUBERT, K.H., 1987. Effect of commercial calcium-boron and manganese- zinc formulations on fruit set of cranberries. *J. Hort. Sci.* 62(2), 163-169.
- DE WET, E., ROBBERTSE, P.J. & GROENEWALD, H.T., 1989. The influence of temperature and boron on pollen germination in *Mangifera indica* L. *S. Afr. J. Plant Soil* 6(4), 228-234.
- DUGGER, W.M., 1983. Boron in plant metabolism. *Encycl. Pl. Phys.* 15, 627-649.
- HIRSCH, A., PENGELLY, W.L. & TORREY, J.G., 1982. Endogenous IAA levels in boron-deficient and control root tips of sunflower. *Bot. Gaz.* 143, 15-19.
- KAMALI, A.R. & CHILDERS, N.F., 1970. Growth and fruiting of peach in sand culture as affected by boron and a fritted form of trace elements. *J. of the Amer. Soc. For Hort. Sci.* 95, 652-656.
- LOVATT, C.J. & BATES, L.M., 1984. Early effects of Excess Boron on Photosynthesis and Growth of *Cucurbita pepo*. *J. Exp. Bot.* 152, 297-305.
- MASCARENHAS, J.P. & MACHLIS, L., 1962. The pollen tube chemotropic factor from *Antirrhinum*. *Amer. J. Bot.* 49, 482-489.
- POLLARD, A.S., PARR, A.J. & LOUGHMAN, B.C., 1977. Boron in relation to membrane function in higher plants. *J. Exp. Bot.* 28, 831-841.
- SOMMER, A.L. & LIPMAN, C.B., 1926. Evidence of the indispensable nature of zinc and boron for higher green plants. *Plant Physiology* 1, 231-249.
- VAN DE VENTER, H.A. & CURRIER, H.B., 1977. The effect of Boron deficiency on callose formation and ¹⁴C translocation in bean (*Phaseolus vulgaris*) and cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Amer. J. Bot.* 64, 861-865.

VISSER, T., 1955. Germination and storage of pollen. *Landbouwhogeschool Wageningen* 55, 1-68. In: A. C. Leopold: Plant growth and Development, McRaw-Hill Book Company.

WALKER, W.M., GRAFFIS, D.W. & FAULKNER, C.D., 1987. Effect of potassium and boron upon yield and nutrient concentration of Alfalfa. *J. Plant Nutr.* 10, 2169-2180.

Hoofstuk 4

Die invloed van verskillende boor-voedingspeile, relatiewe humiditeit van die atmosfeer en trosvibrasies op die bestuiwing en opbrengs van kweekhuistamaties *(Lycopersicon esculentum L.)*

Uittreksel

The effect of different Boron-nutrient levels, relative humidity of the atmosphere and truss vibration on the pollination and yield of greenhouse tomatoes. Greenhouse tomatoes were planted in acid washed riversand. Four balanced nutrient solutions, with different boron (B) levels (0.02; 0.16; 0.32 and 0.64 mg l⁻¹), were applied. The second flower cluster was covered with a transparent plastic bag. Dry { <10% relative humidity (RH)}, normal {60-75% RH} and moist {85-97% RH} air was constantly applied to the bags at ± 50 ml min⁻¹. As third factor at two levels, some of the clusters were vibrated daily with an electric vibrator (polli-bee). Evaluations made were the number of flowers per cluster, fruits per cluster, fruitset, weight of the cluster (yield), fruit weight, seed production, fruit weight per amount of seeds formed and fruits with blossom-end-rot (BER). The application of higher B-levels increased the number of fruits per truss and improved fruit set where truss vibration was not applied. A high RH reduced fruit set, lowered seed development and the weight per cluster and

induced the development of BER. Vibrated clusters produced more and bigger fruit. More BER developed on bigger fruit, probably due to longer distances that Ca had to be moved from the stem to the blossom ends.

Kweekhuistamaties is in suurgewasde riviersand geplant en vier gebalanseerde voedingsoplossings, waarvan slegs die Boor (B) vlakke verskil het (0.02; 0.16; 0.32 en 0.64 mg.l⁻¹), is aan die plante voorsien. Die tweede bloeiwyse van elke plant is met 'n plastieksakkie bedek. Droë (<10% relatiewe humiditeit (RH)), normale {60-75% RH} en vogtige {85-97% RH} lug is liggies oor die tros geblaas teen 50 ml.min⁻¹. Trosvibrasie is as derde faktor teen twee peile gebruik deur trosse daaglik met 'n elekriese vibreerder ("polli-bee") te vibreer. Hierdie 4x3x2 faktoriaal eksperiment is twee maal in 'n ewekansige blokontwerp herhaal. Die blomme per tros, vrugte per tros, vrugset, trosmassa (opbrengs), vrugmassa, aantal sade, vrugmassa per saad en blom-end-verrotting (BER) is ge-evalueer. Die toediening van hoër B-voedingspeile het die getal sade per tros verhoog en het vrugset verbeter waar trosvibrasie nie toegepas is nie. 'n Hoër RH het vrugset beperk, saadontwikkeling asook trosmassa verlaag en die ontwikkeling van BER geïnduseer. Trosvibrasie het meer en groter vrugte laat ontwikkel. Meer BER het op hierdie groter vrugte ontwikkel, waarskynlik weens die langer afstande waar Ca vanaf die stingel- tot by die blom-end vervoer moes word.

Keywords: boron, fruit set, pollination, relative humidity, tomatoes, truss vibration

* Aan wie korrespondensie gerig moet word.

Inleiding

Die produksie van kweekhuistamaties geskied grotendeels tydens ongunstige periodes onder Suid-Afrikaanse toestande. Gedurende hierdie periodes (herfs tot die middel van die winterseisoen en vroeg lente tot die middel van die somerseisoen) word die algemene groei en metabolisme van die plante onderdruk deur onderskeidelik koue, nat toestande (winter) en warm, droë toestande (somer). Tydens ongunstige produksieperiodes kom die meeste probleme ten opsigte van bestuiwing voor (Osborne & Went, 1953). Goeie bestuiwing gee aanleiding tot 'n goeie tamatieproduksie (Tesi & Tognoni, 1986; Verkerk, 1956). Volgens George, Scott & Splittstoesser (1984) is die bestuiwings- en bevrugtingsproses afhanklik van omgewingstoestande. Volgens Went & Cosper (1945) is die swak

vrugset van gesonde tamatieplante 'n direkte gevolg van swak omgewingstoestande tydens die bestuiwingsperiode. Ook Ilbi & Boztok (1994) het gevind dat ongunstige omgewingstoestande selfbestuiwing belemmer vanweë veranderings in die blomstruktuur en die produksie van lae volumes lewensvatbare stuifmeelkorrels.

'n Hoë relatiewe humiditeit (RH) lei tot die vasklewing van stuifmeel aan die helmknoppe en slegs gedeeltelike of geen bestuiwing vind plaas (Loots, 1986). Die risiko van beperkte stuifmeelvrystelling, stuifmeelontkieming, saadset, vrugset en vrugmassa neem toe met verhoogde temperature tesame met 'n hoë RH. By hoë (90%) en lae (30%) RH is die stuifmeelkorrels geneig om abnormaliteite te ontwikkel (Peet, Sato, Clemente & Pressman, 2002). Die optimale RH vir die bestuiwingsproses van tamaties is $\pm 70\%$ (Loots, 1986).

By hoë temperature is die stempel verleng en by lae temperature (4-6 °C) is die meeldrade korter (Hanna & Hernandez, 1982; Tesi & Tognoni, 1986). In beide situasies is die stempel hoër as die helmknoppe. Die beweging van die stuifmeel vanaf die helmknop na die stempel word dus belemmer. In die natuur word hierdie probleem deur die wind en insekte opgelos. Lugbeweging in kweekhuise is nie voldoende om stuifmeel te versprei nie terwyl die voorkoms van insekbestuiwers beperk is. Deur die tros te vibreer word hoër vrugmassas verkry (Charles & Harris, 1972; Loots, 1986; Tesi & Tognoni, 1986). In kweekhuise word die vibrasies verkry deur met 'n voorwerp teen die opleitoue te slaan, 'n stroom lug oor die trosse te blaas of deur gebruik te maak van 'n elektriese vibreerder ('polli-bee'). Laasgenoemde is die mees effektiewe manier, maar is arbeidsintensief (Loots, 1986). Daar is gevind dat die slaan van die opleitoue, alhoewel dit baie gebruik word, oneffektief is (Kerr & Kribs, 1955). Gereelde vibrasies van die trosse lewer vroeër en hoër opbrengste weens 'n verhoogde getal sade per vrug wat weer tot 'n hoër vrugmassa en beter kwaliteitskenmerke lei (Verkerk, 1956). Die vibrasie van die trosse deur van 'n windblaser gebruik te maak het gelei tot groter vrugte, 'n hoër opbrengs en meer bemarkbare vrugte (Hanna, 1999).

Hoër Boor (B) vlakke word deur die plant benodig vir die reprodktiewe groeifase as vir die vegetatiewe groeifase. Die fasette van die plant se groei wat deur B beïnvloed word, is blom- en blomknopontwikkeling, bestuiwing, groei van die stuifmeelbuis, saad- en vrugset en vrugproduksie (Birch, 1981; Blamey, Mould & Chapman, 1979; Brewbaker & Kwack, 1963.; DeMoranville & Deubert, 1987; De Wet, Robbertse & Groenewald, 1989; Kamali & Childers, 1970; Walker, Graffis & Faulkner, 1987;). B word passief met die besproeiingswater deur die wortels opgeneem en dan met die transpirasiestroom deur die xileem vervoer. Die RH van die omgewing het gevolglik 'n groot invloed op die B-konsentrasies in sekere plantdele (Lovatt & Bates, 1984). B-toksisiteit kan deur hoë

temperature en 'n lae RH geïnduseer word (Coetzer, Robbertse, Stoffberg, Holtzhausen, Barnard, 1990).

Hierdie ondersoek is gedoen om die invloed van B-voeding op tamatieplante te ondersoek terwyl lugvog slegs in die trosomgewing gemanipuleer is ten einde die invloed daarvan op die bestuivingsproses te beperk. Die invloed van trosvibrasie kon sodoende by verskillende tros-lugvogpeile getoets word.

Materiaal en Metodes

Plantmateriaal

Saad van die kweekhuistamatiekultivar 'Abigail' is op 11 April 2002 in 'n saailaai gesaai wat met 'n 1:1:1 mengsel van vermikuliet, veen en gekomposteerde dennebas gevul is. Saailaai is soos nodig met 'n gebalanseerde voedingsoplossing ($1.0 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$) besproei. Die saailinge is op 11 Mei 2002 uitgeplant nadat voldoende wortelontwikkeling plaasgevind het.

Growwe riviersand is in 'n 0.1 M HCl-oplossing gedompel. Na tien uur is bikarbonaat bevattende munisipale water vir 16 uur deur die sand gespoel om die suur te neutraliseer. Die pH van die afloopwater is gereeld gemonitor totdat 'n pH van 6.5 bereik is.

Plantmateriaal is in 5l plantsakke uitgeplant wat met die suurgewasde riviersand gevul is. Die plantsakke is in 'n glashuis van die Welgevallen proefplaas geplaas. Temperature in die glashuis is meganies beheer en het tussen 22°C en 10°C dag/nag gewissel.

Behandelings

Vier gebalanseerde voedingsoplossings, waarvan slegs die boor-vlakke verskil het, is in 800 liter tenke opgemaak en monsters daarvan is by Elsenburg ten volle chemies ontleed (Tabel 1A & 1B). Voedingsoplossings is vier maal per dag outomaties met drupperlyne aan die plante voorsien. Die pH en elektriese geleiding van die voedingsoplossings was $5.5 (\pm 0.2)$ en $2.12 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1} (\pm 0.2)$ onderskeidelik. Die besproeiingsvolume was voldoende om 'n afloop van minstens 20% te lewer.

Tabel 1A: Ontledings van makro-elemente in voedingsoplossings (mg liter⁻¹)

Behandelings	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁴⁻	SO ₄ ⁼
B ₁	24	236	170	49	9	184	29.5	267
B ₂	22	231	166	48	9	182	28.8	264
B ₃	21	237	169	50	9	194	29	267
B ₄	22	240	175	51	9	182	29.9	270

Tabel 1B: Ontledings van mikro-elemente in voedingsoplossings (mg liter⁻¹)

Behandelings	Cu ⁺⁺	Zn ⁺⁺	Fe ⁺⁺⁺	Mn ⁺⁺	Cl ⁻	B (beplan)	B (verkry)
B ₁	0.07	0.51	0.60	0.53	21	0.00 (0%)	0.02 (6%)
B ₂	0.06	0.54	0.49	0.39	25	0.20 (50%)	0.16 (50%)
B ₃	0.09	0.61	0.47	0.28	11	0.40 (100%)	0.32 (100%)
B ₄	0.09	0.51	0.42	0.15	11	0.80 (200%)	0.64 (200%)

Plante is op die konvensionele wyse hanteer met die hoofstam wat vertikaal opgelei word en alle sylote wat weekliks uitgebreek is. Die tweede bloeiwyse van elke plant is as 'n eksperimentele eenheid behandel. Deursigtige plastiek sakkies is om die bloeiwyses geplaas sodra die eerste blom antese bereik het en dit is met rubber rekkies teen die bloeiwyse steel afgeseël. Lugtoevoer is gedoen met behulp van 5 mm rubber pypies wat tussen die sakkie en die bloeiwyse se steel geplaas is. Lugvloei is gereguleer deur 'n vistenkklampie om die pypie en 'n mikrosputtjie voorin die pypie te plaas. Lug, waarvan die voginhoud gemanupileer is (Combrink, Jacobs, Maree & Marais, 1995) is aan die bloeiwyses verskaf. Die voginhoud van die drie lugbronne is daagliks met 'n HI 8564-vogmeter gemonitor en die RH was onderskeidelik <10%, 60-75% en 85-97%. Trosvibrasiebehandelings is toegepas waartydens sommige trosse daagliks vir vyf sekondes met 'n elektriese vibreerder ("Polli-Bee") vibreer is en die res geen vibrasies ontvang het nie.

Metings

Blomme per tros

Die aantal blomme van elke bloeiwyse is getel sodra die laaste blomme van elke bloeiwyse antese bereik het.

Trosmassa

Trosse is as 'n eenheid geoes en die massa is bepaal.

Vrugte per tros

Die trosse is gelaat totdat die laaste ontwikkelende vrug begin rooi verkleur het. Die vrugte is geoes en die getal vrugte per tros is bepaal.

Gemiddelde vrugmassa (g)

Die totale tros is geweeg en deur die getal vrugte gedeel om die gemiddelde vrugmassa te bepaal.

Saadmassa

Die sade is uit die vrugte gedruk en in 'n oond by 60°C gedroog. Die massa van die gedroogde sade is bepaal.

Vrugmassa per saad gevorm (g saad¹)

Die massa van die vrugte aan elke tros is bepaal en die hoeveelheid sade van al die vrugte van die tros is bepaal. Die verhouding van die vrugmassa tot die aantal sade gevorm is bepaal deur die vrugmassa met die aantal sade te deel.

Persentasie vrugset (%)

Die getal blomme per tros is getel. Tydens die oesproses is die getal vrugte bepaal. Die persentasie vrugset is bepaal deur die aantal vrugte te deel met die aantal blomme op dieselfde bloeiwyse en dit dan as 'n persentasie uit te druk.

Resultate en bespreking

Getal blomme gevorm

Soos verwag het die verskillende vlakke van lugvog, sowel as die vibrasies van die trosse geen betekenisvolle verskille in die getal blomme per tros gelewer nie aangesien hierdie behandelings eers uitgevoer is nadat die trosse antese bereik het. Ook die verskillende B-voedingspeile het geen betekenisvolle invloed op die getal blomme per tros getoon nie alhoewel die laagste B₁-peil wel relatief swakker ontwikkel het (Tabel 2). Aangesien die saailinge voor uitplant met 'n B-bevattende voedingsoplossing besproei is, wil dit voorkom asof die lae B-peil plante steeds oor voldoende B-reserwes beskik het om die tweede bloeiwyse relatief normaal te laat ontwikkel. Alhoewel dit nie in hierdie geval duidelik blyk nie, het B 'n belangrike rol te speel in die ontwikkeling van elke blomknop (Birch, 1981; Blamey *et al.*, 1979; Brewbaker & Kwack, 1963.; DeMoranville & Deubert, 1987; De Wet *et al.*, 1989; Kamali & Childers, 1970; Walker *et al.*, 1987).

Aantal vrugte per tros

'n Toename in die B-voedingspeil het 'n positiewe invloed op die aantal vrugte per tros gehad (Tabel 2). Volgens Loots (1986) is die optimale RH vir bestuiwing $\pm 70\%$. Soos in Tabel 2 aangetoon, het die grootste aantal vrugte by 'n RH van 60-75% gevorm.

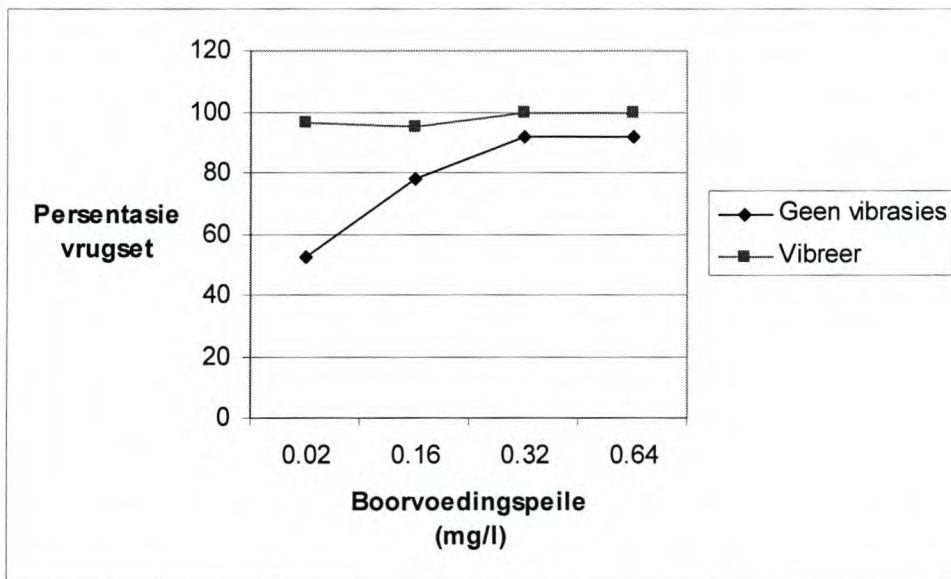
Tabel 2: Behandelingsgemiddeldes van die kweekhuistamatiekultivar 'Abigail' ten opsigte van aantal blomme en aantal vrugte per tros, vrugset, trosmassa, vrugmassa, aantal sade per tros, vrugmassa per saad en die massa per saadjie

Behandelings	Aantal blomme	Aantal vrugte	Persentasie vrugset (%)	Trosmassa (g)	Gemiddelde vrugmassa (g/vrug)	Aantal sade (sade/tros)	Blom-end verrotting	Vrugmassa per saad gevorm (g)
B 1 (0.02 mg B/l)	4.33	3.33	Figuur 1	380.91	121.00	315.50	0.17	0.01
B 2 (0.16 mg B/l)	6.25	5.33		367.02	70.09	376.42	0.83	0.01
B 3 (0.32 mg B/l)	6.08	5.83		385.94	72.88	361.75	0.83	0.02
B 4 (0.64 mg B/l)	6.17	6.00		379.46	59.20	374.42	0.75	0.02
KBV (P=5%)	NB*	1.36		NB	17.43	NB	NB	NB
RH (85-97%)	5.25	4.19	Figuur 2	Figuur 3	Figuur 4	Figuur 5	1.63	0.02
RH (60-75%)	6.00	5.81					0.25	0.01
RH (<10%)	5.88	5.38					0.06	0.01
KBV (P=5%)	NB	1.18					0.65	NB
Geen vibrasie	5.75	4.71	Figuur 1&2	Figuur 3	Figuur 4	Figuur 5	0.33	0.01
Vibreer	5.67	5.54					0.96	0.01
KBV (P=5%)	NB	NB					0.53	NB

* Nie betekenisvolle verskille tussen behandelingsgemiddeldes by 5 % toetspeil

Persentasie vrugset

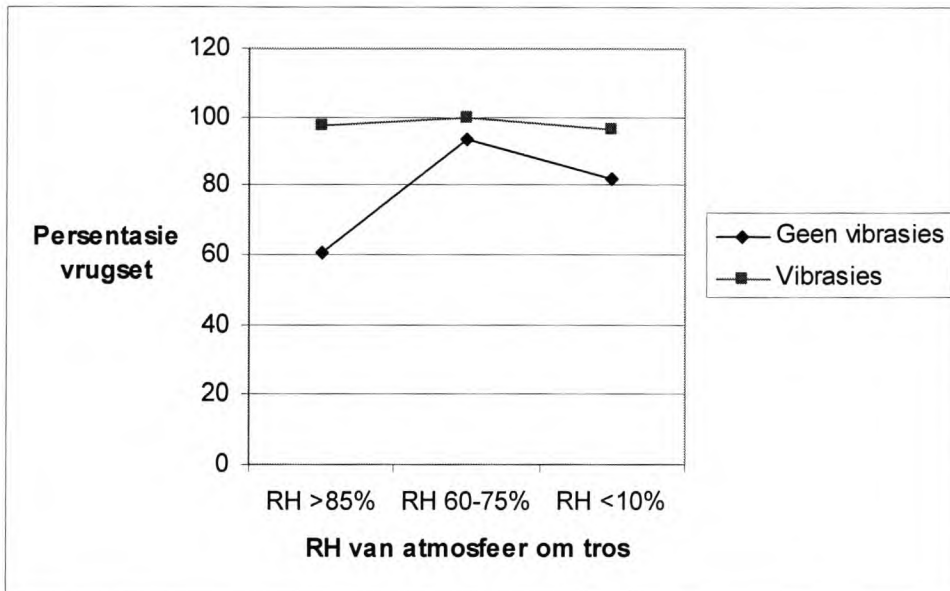
Die daaglikse vibrering van die trosse het 'n positiewe invloed op die persentasie vrugset (Figuur 1). Volgens Van Tonder & Combrink (1997) dien trosvibrasie as 'n effektiewe wyse van stuifmeeloordraging. In Hoofstuk 2 is getoon dat die kiemkrag van stuifmeel nie deur die verhoogde B-voedingspeile verhoog is nie. Die effek van die vibrasies is groter by die lae B-voedingspeile (Figuur 1). Die produksie van stuifmeel waarvan die stuifmeelbuis goed genoeg kan verleng om bestuiwing te laat plaasvind (De Wet *et al.*, 1989) word deur 'n B-gebrek beperk. Met vibrasies word meer stuifmeel egter na die stempel oorgedra en die kans dat lewensvatbare stuifmeel op die stempel beland word verhoog. Volgens Sato, Peet & Thomas (2000) is daar 'n betekenisvolle verband tussen die aantal vrygestelde stuifmeelkorrels en die persentasie vrugset. Ook Brewbaker & Kwack (1963) het gevind dat 'n groep stuifmeelkorrels beter ontkiem as enkele stuifmeelkorrels. Dit lyk dus asof die positiewe effek van trosvibrasie, wat veral by lae B-peile sigbaar was, bloot die gevolg van 'n groter aantal stuifmeelkorrels was wat op die stempel beland het.



Figuur 1: Die invloed van die wisselwerking ($P = 0.05$) tussen die boor (B) voedingspeile en trosvibrasies op die persentasie vrugset van die kweekhuistamatiekultivar 'Abigail'

Loots (1986) het gevind dat die optimale RH vir bestuiwing van tamaties $\pm 70\%$ is. Dieselfde tendens word in Figuur 2 gesien. By 'n hoë RH is die effek van trosvibrasies groter. Volgens Loots (1986) lei 'n hoë RH tot die vasklewing van die stuifmeel aan die helmknop. Met die vibrering van die tros word hierdie stuifmeel vrygestel. Volgens Hanna & Hernandez (1982) laat warm lug met 'n lae RH blomme afspeen en die produksieproses van stuifmeel word ook benadeel. Dit verklaar die tendens dat die

persentasie vrugset by die lae RH-behandelings afneem (Figuur 2). Die nadelige effek van 'n te hoë of te lae lugvog (RH) kan grootliks verminder word deur trosvibrasies toe te pas.



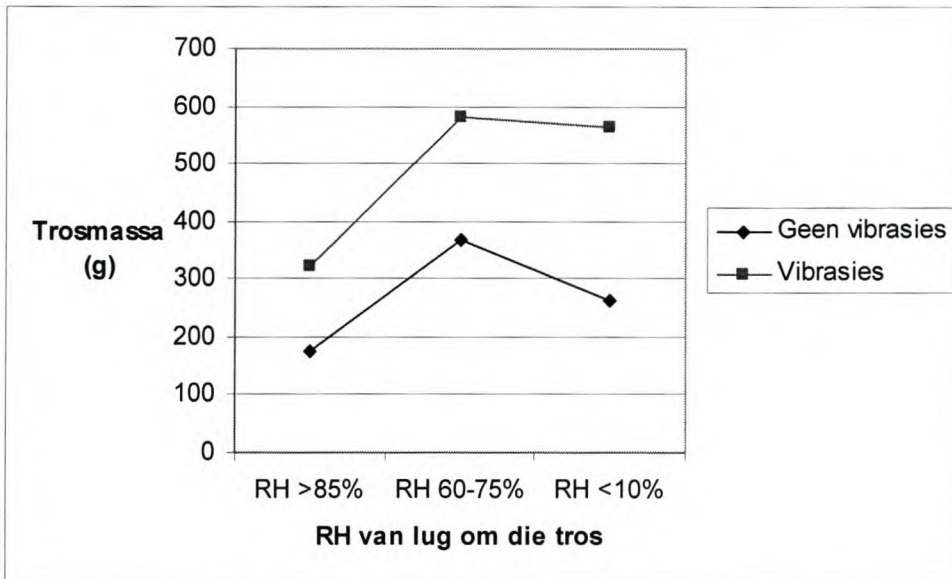
Figuur 2: Wisselwerking ($p = 0.05$) tussen die relatiewe humiditeit (RH) van die trosomgewing en trosvibrasies en die effek daarvan op die persentasie vrugset van die kweekhuistamatiekultivar 'Abigail'

Trosmassa

Die trosmassa word positief deur trosvibrasies beïnvloed (Figuur 3). By 'n hoë RH is die stuifmeel geneig om aan die helmknop vas te kleef (Loots, 1986). Die effek van trosvibrasies op trosmassa was groter by die lae RH. Uit Figuur 2 het dit geblyk dat die effek van trosvibrasies op vrugset die grootste was by die hoë RH. Die laer trosmassa by 'n hoë RH was waarskynlik die gevolg van minder sade per tros (Figuur 5) en 'n toename in die voorkoms van blom-end-verrotting (BER) (Tabel 2). Aangesien die sade per tros deur die effektiwiteit van bestuiwing bepaal word (Verkerk, 1956), kan aanvaar word dat die effektiwiteit van bestuiwing laag is onder toestande van hoë RH (Figuur 3&5). Kalsium word met die transpirasiestroom in die xileem vervoer. 'n Hoë RH beperk die transpirasievermoë vanaf die oppervlakte van blomme en vrugte wat kalsiumvervoer belemmer (Mengel & Kirkby, 1987). 'n Gebrek aan kalsium lei tot die ontwikkeling van BER. Barta & Tibbitts (1991) het gevind dat 'tipburn', 'n fisiologiese reaksie van slaai op 'n tekort aan kalsium, kan ontwikkel weens beperkte transpirasie of beperkte kalsium vervoer. Die voorkoms van BER, 'n fisiologiese reaksie van tamaties op gebrekkige kalsiumbeskikbaarheid, belemmer die normale ontwikkeling van vrugte en beperk dus die trosmassa. Volgens Mascarenhas & Machlis (1962) word 'n hoë konsentrasie Ca in die vrugbeginsel benodig om

die stuifmeelbuis se groeirigting chemotropies te beheer. 'n Hoë RH van die atmosfeer rondom die tros beperk transpirasie en dus kalsium beweging. 'n Tekort aan kalsium sal die groei van die stuifmeelbuis beperk en dus die bestuivingsproses benadeel.

Die voorkoms van BER is ook betekenisvol deur trosvibrasies verhoog (Tabel 2), waarskynlik omdat trosvibrasies groter vrugte laat vorm het (Figuur 4) en sodoende die afstand wat kalsium oor die lengte van die vrugte tot by die blom-end vervoer moes word vergroot het. Groter vrugte blyk dus meer gevoelig vir BER te wees.



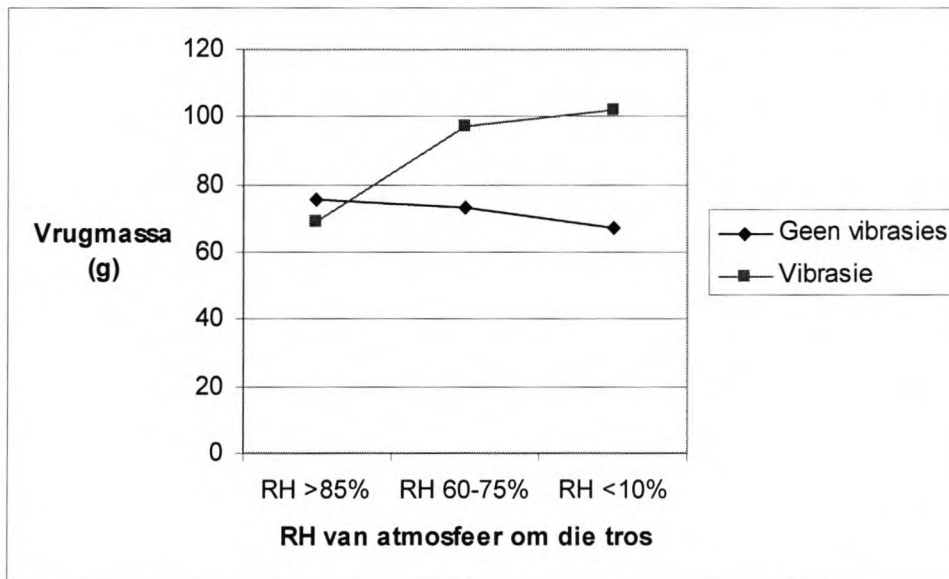
Figuur 3: Wisselwerking ($P = 0.05$) van die relatiewe humiditeit (RH) van die trosomgewing en trosvibrasies en die effek daarvan op die trosmassa van die kweekhuistamatiekultivar 'Abigail'

Vrugmassa

Die gemiddelde vrugmassa is betekenisvol deur hoër B-voedingspeile verlaag. Aangesien vrugte kompeteer vir geproduseerde assimilate en daar by die hoër B-voedingspeile meer vrugte per tros gevorm het, het kompetisie tussen vrugte waarskynlik daartoe aanleiding gegee dat 'n laer massa per vrug verkry is (Tabel 2).

Onder toestande van hoë RH het trosvibrasies geen noemenswaardige effek op die vrugmassa getoon nie (Figuur 4). Onder hierdie toestande was die voorkoms van BER hoog (Tabel 2) en die beperking daarvan op vrugontwikkeling het die effek van trosvibrasies beperk. Volgens Verkerk (1956) kan vruggrootte gekoppel word aan die aantal sade per vrug. Die aantal sade per vrug word direk deur die

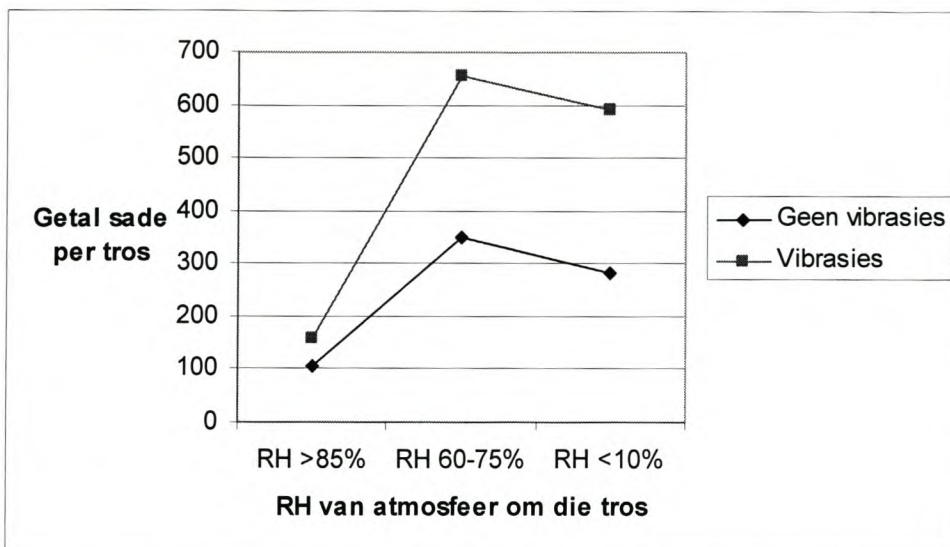
doeltreffendheid van bestuiwing bepaal. Die grootte van tamatievrugte is direk eweredig aan die getal geproduseerde saad en meer sade lei gewoonlik tot groter vrugte met 'n beter vorm (Van Tonder & Combrink, 1997). Binne perke sal 'n verhoging in die hoeveelheid lewensvatbare stuifmeelkorrels op die stempel die vrugmassa positief beïnvloed (Verkerk, 1956). By appels is gevind dat die grootte en vorm van die vrugte deur die grootte van die 'sink' of deur die hoeveelheid gevormde sade bepaal word (Keulemans, Bruselle & Eyssen, 1996). Die aantal sade per vrug word deur die effektiwiteit van bestuiwing bepaal (Verkerk, 1956).



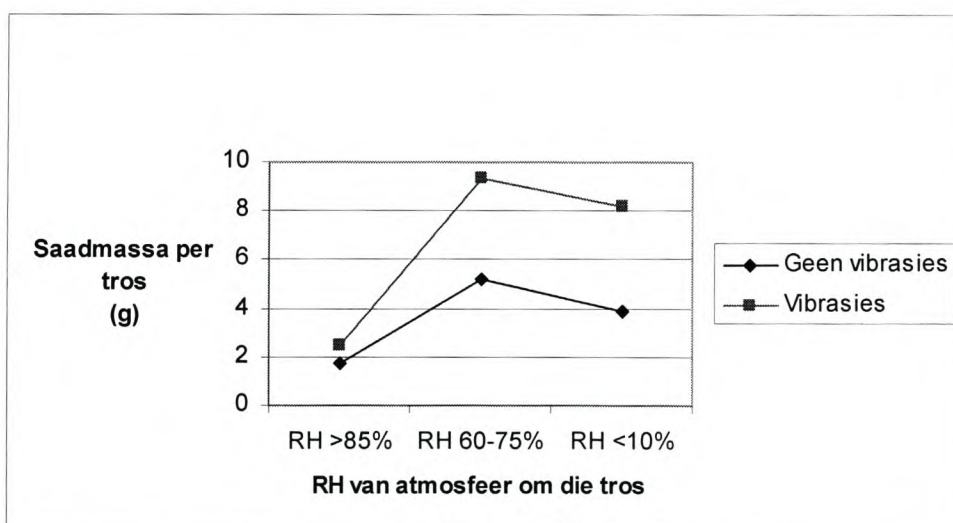
Figuur 4: Wisselwerking ($P = 0.05$) tussen die relatiewe humiditeit (RH) van die trosomgewing en trosvibrasies en die invloed daarvan op die vrugmassa van die kweekhuistamatiekultivar 'Abigail'

Aantal sade per tros

Die aantal sade per tros word direk deur die effektiwiteit van bestuiwing bepaal (Verkerk, 1956). Dit is wenslik dat 'n groter getal sade per tros vorm wat kan lei tot die ontwikkeling van groter vrugte met 'n beter vorm wat ook vroeër rypwording bereik (Verkerk, 1956). Trosvibrasie het 'n positiewe invloed op die aantal sade wat per tros ontwikkel het gehad (Figuur 5). Om die massa van 'n vrug te verdubbel vereis dit dat 20 maal meer sade in die vrug gevorm word. Om 20 maal meer saad te produseer moet 1 000 maal meer stuifmeelkorrels op die stempel beland (Verkerk, 1956).



Figuur 5: Wisselwerking ($P = 0.05$) tussen relatiewe humiditeit (RH) van die trosomgewing en trosvibrasies en die invloed daarvan op die aantal sade per tros van die kweekhuistamatiekultivar 'Abigail'



Figuur 6: Wisselwerking ($P = 0.05$) tussen relatiewe humiditeit (RH) van die trosomgewing en trosvibrasies en die invloed daarvan op die massa sade per tros van die kweekhuistamatiekultivar 'Abigail'

Die wisselwerking tussen vogvlakke en trosvibrasies en die invloed daarvan op die trosmassa (Figuur 3), getal sade per tros (Figuur 5) en die saadmassa per tros (Figuur 6) het in alle gevalle dieselfde tendens getoon. Daar was dus geen betekenisvolle verskil in die vrugmassa wat per saadjie gevorm het nie (Tabel 2).

Gevolgtrekking

Die verhoging van B-peile vanaf 0.02 na 0.16 tot en met 0.32 mg.l⁻¹ het 'n positiewe invloed op die persentasie vrugset getoon waar geen trosvibrasie toegepas is nie. B is essensieel vir die reprodktiewe fase van tamatieplante (Sommer & Lipman, 1926) en 'n tekort aan B kan opbrengs beperk deurdat vrugset beperk word.

Die optimale RH vir die bestuiwing van tamaties was 60-75% in hierdie ondersoek. Dit strook met die bevinding van Loots (1986) dat die optimale RH vir bestuiwing van tamaties $\pm 70\%$ is. By 'n lae RH is die nadelige effek daarvan op bestuiwing gedeeltelik deur trosvibrasies opgehef. By behandelings met 'n hoë RH was die vrugte meer gevoelig vir BER, waarskynlik weens die beperking op transpirasie en dus die beperking op Ca-translokasie. Die vermoë om atmosferiese kondisies te beheer is belangrik om opbrengs en kwaliteit van tamaties te beheer. Alhoewel dit nie in die ondersoek ontleed is nie, is dit bekend dat die RH van die omgewing nie alleen Ca nie, maar ook B se beweging in die plant bepaal (Bowen & Nissen, 1976; Lovatt *et al.*, 1984). 'n Hoë RH van die atmosfeer kan tot 'n B-gebrek en 'n beperking op die bestuiwingsproses aanleiding gee.

Trosvibrasie kan as 'n effektiewe metode vir stuifmeeloordraging aangewend word. Verkerk (1956) het gevind dat die hoeveelheid sade per vrug, vruggrootheid, opbrengs en kwaliteit verbeter word deur trosvibrasies. Van Tonder & Combrink (1997) het ook gevind dat trosvibrasies as 'n effektiewe manier van stuifmeeloordraging aangewend kan word. Die grootste nadeel van die metode is egter die vereiste dat dit gereeld toegepas moet word aangesien die blomme op 'n bloeiwyse nie op dieselfde tyd antese bereik nie en dat dit dus 'n arbeidsintensiewe praktyk is.

Die vrugmassa en dus die opbrengs word deur die hoeveelheid sade in die vrug bepaal. Die hoeveelheid sade is 'n direkte gevolg van die effektiwiteit van die bestuiwingsproses. 'n Groter getal sade wat per tros vorm, lei tot die ontwikkeling van groter vrugte met 'n beter vorm en wat volgens Verkerk (1956) ook vroeër rypwording bereik.

Verwysings

- BARTA, D.J. & TIBBITTS, W., 1991. Calcium localization in lettuce leaves with and without tipburn: Comparison of controlled-environment and field-grown plants. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116, 870-875.
- BIRCH, E.B., 1981. Some factors affecting seed set of sunflower. *Crop Prod.* 10, 22-26.
- BLAMEY, F.P.C., MOULD, D. & CHAPMAN, J., 1979. Critical boron concentrations in plant tissues of two sunflower cultivars. *Agron. J.* 71, 243-247.
- BOWEN, J.E. & NISSEN, P., 1976. Boron uptake by exercised barley roots. I. Uptake into the free space. *Plant Physiol.* 57, 353-357.
- BREWBAKER, J.L. & KWACK, B.H., 1963. The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth. *Amer. J. Bot.* 50(9), 859-865.
- CHARLES, W.B. & HARRIS, R.E., 1972. Tomato Fruit set at High and Low Temperatures. *Can. J. Plant Sci.* 52, 497-506.
- COETZER, L.A., ROBBERTSE, P.J., STOFFBERG, E., HOLTZHAUSEN, C.S. & BARNARD, R.O., 1990. The effect of boron on reproduction in tomato (*Lycopersicon esculentum*) and bean (*Phaseolus vulgaris*). *S. Afr. J. Plant Soil.* 7(4), 212-217.
- COMBRINK, N.J.J., JACOBS, G., MAREE, P.C.J. & MARAIS, E.M., 1995. Effect of Relative Humidity during fruit development on Muskmelon Fruit Quality. *J. S. Afr. Soc. Hort. Sci.* 5, 43-46.
- DEMORANVILLE, C.J. & DEUBERT, K.H., 1987. Effect of commercial calcium-boron and manganese- zinc formulations on fruit set of cranberries. *J. Hort. Sci.* 62(2), 163-169.

- DE WET, E., ROBBERTSE, P.J. & GROENEWALD, H.T., 1989. The influence of temperature and boron on pollen germination in *Mangifera indica* L. *S. Afr. J. Plant Soil* 6(4), 228-234.
- GEORGE, W.L., SCOTT, J.W. & SPLITTSTOESSER, W.E., 1984. Parthenocarpy in tomato. *Hort. Rev.* 65-84.
- HANNA, H.Y., 1999. Assisting Natural Wind Pollination of Field Tomatoes with an Air Blower Enhances Yield. *HortScience* 34(5), 846-847.
- HANNA, H.Y. & HERNANDEZ, T.P., 1982. Response of Six Tomato Genotypes under Summer and Spring Weather Conditions in Louisiana. *HortScience* 17(5), 758-759.
- ILBI, H. & BOZTOK, K., 1994. The effects of different truss-vibration durations on pollination and fruit set of greenhouse grown tomatoes. *Acta Horticulturae* 366, 73-78.
- KAMALI, A.R. & CHILDERS, N.F., 1970. Growth and fruiting of peach in sand culture as affected by boron and a fritted form of trace elements. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 95, 652-656.
- KERR, E.A. & KRIBS, L., 1955. Electric vibrators as an aid in greenhouse tomato production. *Agr. Inst. Rev.* 10, 34.
- KEULEMANS, A., BRUSELLE, A. & EYSEN, R., 1996. Fruit weight in apple as influenced by seed number and pollinizer. *Acta Horticulturae* 423, 201-210.
- LOOTS, W., 1986. Difficulties in the fruit setting of tomatoes in cold greenhouses in winter in subtropical climates, and parthenocarpy as a possible solution. *Acta Horticulturae* 191, 289-291.
- LOVATT, C.J. & BATES, L.M., 1984. Early effects of Excess Boron on Photosynthesis and Growth of *Cucurbita pepo*. *J. Exp. Bot.* 152, 297-305.
- MASCARENHAS, J.P. & MACHLIS, L., 1962. The pollen tube chemotropic factor from *Antirrhinum*. *Amer. J. Bot.* 49, 482-489.

- MENGEL, K. & KIRKBY, E.A., 1987. Principles of plant nutrition. International Potash Institute Bern, Switzerland. Fourth edition. pp. 559-572.
- OSBORNE, D.J. & WENT, F.W., 1953. Climatic factors influencing parthenocarpy and normal fruit set in tomatoes. *Botanical Gazette* 114, 312-322.
- PEET, M.M., SATO, S., CLEMENTE, C. & PRESSMAN, E., 2002. Heat stress increases sensitivity of pollen, fruit and seed production in tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) to non-optimal vapor pressure deficits. *XXVIth International Horticultural Congress & Exhibition*.
- SATO, S., PEET, M.M. & THOMAS, J.F., 2000. Physiological factors limit fruit set of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under chronic, mid heat stress. *Plant, Cell and Environment* 23, 719-726.
- SOMMER, A.L. & LIPMAN, C.B., 1926. Evidence of the indispensable nature of zinc and boron for higher green plants. *Plant Physiology* 1, 231-249.
- TESI, R. & TOGNONI, F., 1986. Influence of Low Temperatures in the Greenhouse Production of Solanaceae Plants in Mild Winter areas. *Acta Horticulturae* 191:209-219.
- VAN TONDER, C.S.M. & COMBRINK, N.J.J., 1997. Die effek van trosvibrasie en plantgroeireguleerders op vrugontwikkeling van kweekhuistamaties 'F 144' en 816'. Ongepubliseerde M. Sc Agric.thesis, Universiteit van Stellenbosch, Stellenbosch.
- VERKERK, K., 1956. The pollination of tomatoes. *Neth. J. Agric. Sci.* 5, 37-54.
- WALKER, W.M., GRAFFIS, D.W. & FAULKNER, C.D., 1987. Effect of potassium and boron upon yield and nutrient concentration of Alfalfa. *J. Plant Nutr.* 10, 2169-2180.
- WENT, F.W. & COSPER, L., 1945. Plant growth under controlled conditions. VI. Comparison between field and air-conditioned greenhouse culture of tomatoes. *Amer. Jour. Bot.* 32, 643-654.

Hoofstuk 5: Opsomming

'n Verbetering in die persentasie vrugset is die beste manier om die produksie wat deur 'n gesonde tamatieplant gelewer word te verbeter. Om 'n goeie vrugset te verkry, verg dat 'n aantal prosesse (blomproduksie, stuifmeelproduksie, stuifmeeloordraging na die stempel, vasklewing van stuifmeel op die stempeloppervlakte, stuifmeelbuisgroeï, bevrugting van die vrugbeginsel en die vorming van die vrug) optimaal plaasvind. Van bogenoemde prosesse kan slegs die oordraging van die stuifmeel direk aangehelp word. Vir die ander prosesse om glad te verloop kan optimale toestande geskep word deur die manipulering van plante se voeding en omgewingstoestande.

In hierdie ondersoek is gevind dat die toediening van B teen verskillende peile 'n groot invloed op die opbrengs van tamatieplante het. In die eerste gedeelte van die ondersoek is gevind dat die toediening van B teen 'n peil van 0.16 mg.l^{-1} die beste resultate gelewer het ten opsigte van blomproduksie, vrugset, vrugontwikkeling, vrugkleur en die rakkewe van tamatievrugte. 'n Gebrek aan B kan ook lei tot 'n Ca-gebrek aangesien die Ca-vlakke in die blare laag was by die plante wat geen B-voeding ontvang het nie. Die verhoging van die B-voedingspeile van 'n gedeelte van die plante het geen positiewe invloed op die kiemkragtigheid van die stuifmeel gehad nie. Die vrugset het egter afgeneem met 'n afname in B-voedingspeile en dit wil dus voorkom of 'n B-gebrek 'n groter invloed op die groei van die stuifmeelbuis het. Die blare van B-gebrekkige plante het vergeel weens ontydige onttrekking van die chlorofiel. Die produksie van fotosintate en dus vrugset mag hierdeur benadeel word.

In die tweede gedeelte van die ondersoek is gevind dat die manipulering van die relatiewe humiditeit (RH) van die omgewing rondom die tros 'n invloed het op die produksie en die kwaliteit van die tamatievrugte. By 'n hoë RH is die voorkoms van blom-end-verrotting (BER) hoog vanweë die beperking daarvan op transpirasie en daardeur ook op die beweging van Ca en B. By lae RH was die vrugset beperk. Die optimale RH vir bestuiwing van tamaties is 60-75%. Trosvibrasie is as 'n effektiewe metode vir die oordraging van stuifmeel na die stempel geïdentifiseer. Die grootste effek is hiermee onder lae RH toestande verkry. Die nadeel verbonde aan hierdie metode van bestuiwing is die gereeldheid waarmee dit herhaal moet word aangesien al die blomme op 'n bloeiwyse nie op dieselfde stadium antese bereik nie.

Die beste resultate ten opsigte van opbrengs en kwaliteit is verkry by 'n B-voedingspeil van 0.16 mg B.l^{-1} , 'n RH van 60-75% tesame met die toepassing van trosvibrasies.

Die vrugset van tamaties is 'n komplekse proses en daar is steeds geleentheid vir verdere ondersoek, veral ten opsigte van alternatiewe bestuiwingsmetodes aangesien trosvibrasies met 'n 'polli-bee' arbeidsintensief is en die invoer van Europese hommelpy na Suid-Afrika verbied is.