

Vruggroei van *Macadamia integrifolia* Maiden & Betche cv Keauhou in die Transvaalse Laeveld

A.J. Joubert*

Instituut vir Tropiese en Subtropiese Gewasse, Privaat sak X11208, Nelspruit 1200

L.C. Holtzhausen

Afdeling Tuinboukunde, Universiteit van Pretoria, Pretoria 0002

Ontvang 12 Augustus 1992; aanvaar 21 September 1992

UITTREKSEL

Die morfologiese veranderinge van die vrug van Macadamia integrifolia, vanaf vrugset tot vrugrypwording, is ondersoek en die groeifases van die vrug is beskryf. Die lengte van die vruggroeiperiode vanaf volblom tot vrugrypwording was 31 weke en die groeiperiode is in 3 stadia ingedeel. Gedurende stadium I, wat 2 weke geduur het, was die sigoot rustend. Stadium II is die saadontwikkelingsperiode en het 12 weke geduur. Stadium III is die rypwordingsperiode en het 17 weke geduur. Die morfogenetiese veranderinge van die vrug is op 'n tydskaal ingedeel en dit blyk dat die kritieke periode van vrugval strek vanaf die tweede tot die vierde week na volblom wanneer seldeling in die vrugweefsel 'n aanvang neem. Vrugval bereik 'n piek gedurende die vierde week na volblom. Nege weke na volblom staak seldeling en vrugset eindig. Daarna vind selvergroting plaas waarna die vrug ryp word.

ABSTRACT

Fruit growth of Macadamia integrifolia Maiden & Betche cv Keauhou in the Transvaal Lowveld

The morphological changes of the fruit of Macadamia integrifolia, from fruit set to fruit ripening, were studied and the growth phases of the fruit are described. The length of the fruit growth period, from full bloom to fruit ripening, was 31 weeks and the growth period is divided into three stages. During Stage I, which lasted 2 weeks, the zygote was dormant. Stage II is the seed development period, which lasted 12 weeks. Stage III is the ripening period, which occurred over 17 weeks. The morphogenetic changes of the fruit were divided into a time scale and it is evident that the critical period during which fruit drop occurs is from the second to the fourth week after full bloom, when cell division commences in the fruit tissues. Fruit drop reaches a peak during the fourth week after full bloom. Cell division ceases 9 weeks after full bloom, when fruit drop ends. Thereafter cell enlargement and fruit ripening occur.

INLEIDING

Die Makadamianeut (*Macadamia integrifolia* Maiden & Betche) is 'n belangrike landbougewas in Suid-Afrika. Die huidige waarde van die bedryf is R11 miljoen en dit is noodsaaklik dat verbouingspraktyke toegespits moet word op die verhoging van produksie en vrugkwaliteit. Om die doelwit te bereik, is kennis van die groeipatroon van die vrug noodsaaklik.

Verskillende navorsers het reeds aandag geskenk aan aspekte soos die groeifases van die vrug^{1,2,3} en die invloed van temperatuur op vruggroei.⁴ Volgens Jones¹ is die lengte van die vruggroeiperiode in Kalifornië 215 dae terwyl Radspinner² dit in Hawaii op sewe maande stel, en Strohschen³ dit in Sydney (Australië) as 10 maande aangee. Aangesien verskille in die lengte van die vruggroeiperiode gerapporteer is, is dit noodsaaklik om inligting oor die lengte van die vruggroeiperiode en die vergroting van die vrug en saad onder Suid-Afrikaanse toestande in te win.

Vrugval is deur Nagao & Sakai⁵ ondersoek en hulle het bevind dat die afspening van jong vruggies deur etileen gestimuleer word. Strohschen³ meld dat 0,5 tot 1% blomme tot volwasse vrugte ontwikkel. Sedgley⁶ meld dat alle vruggies wat vier tot vyf weke na volblom afgespeen

het wel bevrug was en sommige het tekens van embryo-afsterwing getoon.

Hierdie studie is derhalwe onderneem om die vruggroei van *M. integrifolia* te ondersoek en die groeifase van die vrug te beskryf, sodat die verbouingspraktyke daarvolgens aangepas kan word en manipulasietegnieke met betrekking tot die oesvormingsproses wetenskaplik gefundeer kan word. Verdere inligting oor vrugval is ingewin om die verband tussen vrugval en vruggroei beter te definieer en om die kritieke stadium van vrugval onder tipiese Suid-Afrikaanse toestande te identifiseer.

PROSEDURE

Vir hierdie studie is vier bome van *M. integrifolia*, cv Keauhou, by die Instituut vir Tropiese en Subtropiese Gewasse, Nelspruit, gekies. Bloeiwyses is gemerk en 500 vrugte genommer en weekliks getel om die persentasie vrugval te bereken.

Die deursnee van die vrugte is weekliks gemeet en die gemiddelde vrugdeursnee is bereken. 'n Monster van 10 ongemerkte vrugte van presies dieselfde deursnee is daarna gemonster en die vrugmassa, asook die deursnee van die saad, is bepaal.

*Outeur aan wie korrespondensie gerig kan word.

Die weeklikse vrugmetings is na 19 weke gestaak, aangesien die vrugdeursnee sedert 15 weke na volblom konstant op ongeveer 30 mm gebly het. Die ryp vrugte is 31 weke na volblom geoes en gemeet op die stadium toe die perikarp oopgebars het en die saad vrygestel is. Die weeklikse saaddeursneemetings is 14 weke na volblom gestaak, aangesien die saadhuid toe reeds verhard het. Die saad is weer op die oesdatum gemeet.

RESULTATE

Vruggroei

Uit die resultate van die vrugdeursneemetings (fig.1) blyk dit dat die vruggroei metings 'n sigmoïdiese groeikromme volg. Die totale lengte van die vruggroei periode is by Nelspruit 31 weke. Die aanvanklike periode van stadige vruggroei duur tot sowat twee weke na volblom. Daarna volg 'n periode van 12 weke waartydens die vruggroei vinnig toeneem totdat die saadhuid verhard en die saad volwasse is. Nadat die saadhuid verhard het, vergroot die

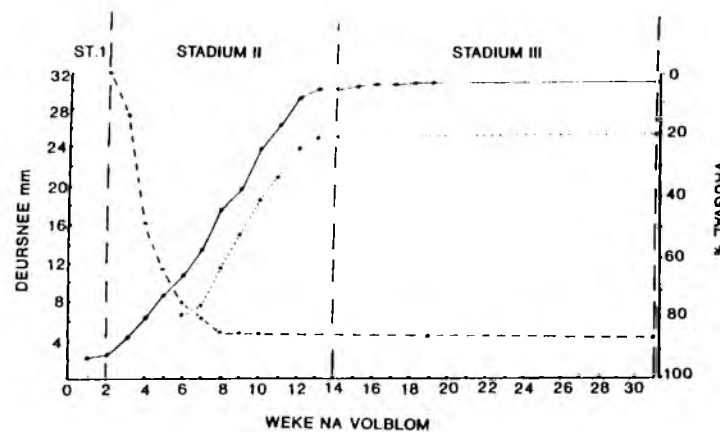
vrug baie min vanaf 15 tot 31 weke na volblom, waarna dit rypheid bereik.

Die groeikromme van die saad (fig.1) volg dieselfde groeipatroon en 14 weke na volblom verhard die saadhuid, terwyl die saadgrootte konstant bly, totdat die ryp saad 31 weke na volblom vrygestel word.

Vrugval

Na volblom verdroog die blomblare en val af tesame met al die onbevrugte vrugbeginsels. Ongeveer twee weke na volblom is die vruggies se deursnee ongeveer 2 mm. Vrugval vind daarna plaas oor 'n periode wat tot nege weke na volblom strek (fig.1).

Uit fig.1 blyk dit dat 86,8% van die gemerkte vrugte uiteindelik afval. Meer as die helfte hiervan val tussen die tweede en vierde week na volblom af. Verder blyk dit dat die vruggetal vanaf die 9de tot die 31ste week na volblom met slegs 1,6% verminder.



FIGUUR 1: Vruggroei (-), saadgroei (···) en vrugval (- - -) van *M. integrifolia* cv Keauhou te Nelspruit.

BESPREKING

Vruggroei

Die vruggroei periode vanaf volblom totdat die vrug volwassenheid bereik, word deur Jones,¹ Radspinner² en Strohschen³ as Stadium 1 van vruggroei beskryf. Die periode van stadige vruggroei totdat die sigoot verdeel en snelle vruggroei begin, word egter nie deur hulle onderskei nie. Strohschen³ meld wel dat die sigoot ongeveer vyf weke rustend bly voordat dit begin verdeel. Kausik⁷ meld dat die sigoot lank rustend bly. In 'n studie deur Joubert⁸ is gevind dat die sigoot twee weke na volblom begin verdeel, waarna vruggroei snel toeneem.

Volgens die resultate van hierdie studie duur dit 14 weke vanaf volblom totdat die vrug en saad volwasse grootte onder Nelspruit-toestande bereik. Dit stem ooreen met die resultate van Jones¹ wat meld dat die saadhuid na 90 tot 111 dae verhard. Radspinner² beskryf die eerste drie maande van vrugontwikkeling as die endospermontwikkelingsperiode, maar dié benaming is nie aanvaarbaar nie. Die endospermweefsel word gedurende dié periode volledig deur die ontwikkelende embrio geabsorbeer en daar kan dus nie sprake wees van endospermontwikkeling

nie.⁸ Dit sou meer aanvaarbaar wees om dit te beskryf as die saadontwikkelingsperiode, want aan die einde van die periode bereik die saad volwasse grootte. Volgens Strohschen³ duur die periode 20 weke. Dit is ses weke langer as wat in hierdie studie gevind is en kan moontlik toegeskryf word aan die rusperiode van die sigoot wat volgens Strohschen se bevinding 5 weke lank was.

Die verdere ontwikkeling van die vrug vanaf volwassenheid tot rypheid word deur Radspinner² as die olievormingsperiode (stadium II) beskryf. Volgens die resultate van hierdie studie is die duur van die periode in die Nelspruit-omgewing 17 weke, in vergelyking met 4 maande (± 120 dae) in Hawaii,² 125 dae in Kalifornië¹ en 20 weke in Australië.³

Volgens Jones¹ vind daar hoofsaaklik chemiese veranderinge in die saadlobbe gedurende stadium II plaas, wat bepalend is vir die olie-inhoud en dus die kwaliteit van die neut. Faktore wat groeistremming veroorsaak, naamlik ongunstige hoë of lae temperature, lae relatiewe lugvogtigheid en 'n wanbalans of tekorte in die voeding-

status van die boom, mag ook 'n invloed hê op die olievorming en gevolglike kwaliteit van die neut.

Die belangrikste anatomiese veranderinge wat gedurende vruggroei plaasvind, is deur Joubert⁸ beskryf en word skematies in tabel 1 vergelyk met die resultate van hierdie studie van vruggroei. Die vruggroei-periode van volblom tot vrugrypwording word deur Radspinner² in twee stadia ingedeel. Uit hierdie vergelykende studie blyk dit dat dit wenslik is om ook die rusperiode van die sigoot te identifiseer.

Daar word dus voorgestel dat stadium I van Radspinner² onderverdeel word in stadium I (sigoot rustend) en stadium II (saadontwikkelingsperiode). Die voorgestelde indeling word in tabel 2 vergelyk met die indeling van Jones,¹ Radspinner² en Strohschen.³

Vrugval

Gedurende die saadontwikkelingsperiode vind vrugval plaas en soos blyk uit fig. 1 het 51% van die gemerkte vrugte tussen die tweede en die vierde week na volblom afgeval. Volgens die resultate van Joubert,⁸ soos aangegee in tabel 1, is dit die periode waartydens die vruggie van 2 mm tot 6 mm in deursnee vergroot en die pro-embrio tot die hartstadium ontwikkel.

Nagao & Sakai⁵ het bevind dat vrugte van 3,0 tot 6,5 mm in deursnee, vier tot ses weke na volblom afval. Dit stem ooreen met die resultate van hierdie studie waar gevind is dat vrugval voorkom by vrugte wat ongeveer 6,1 mm in deursnee is.

Strohschen³ het ook bevind dat die grootste persentasie vrugval gedurende die eerste ses weke na volblom plaasvind. Dit is gedurende die vroeë embriodelings, voordat selwande in die endosperm vorm. Alhoewel daar 'n tydverskil is, stem die resultate ooreen met die bevindings in hierdie studie.

Die totale vrugvalperiode strek oor ongeveer nege weke (63 dae) en dit stem ooreen met die gegewens van Urata⁹ wat meld dat vrugval plaasvind oor 'n periode van 45 tot 60 dae na volblom.

Joubert⁸ het bevind dat embrio-afsterwing en vrugval plaasvind gedurende die vroeë embriodelings en weefsel-differensiasie. In teenstelling met dié opvatting beweer Sedgley⁶ dat degenerasie van die embrio nie die oorsaak van vrugafspening is nie, aangesien geen embriodegenerasie in vrugte wat van die boom gepluk is, waargeneem is nie alhoewel sommige sekerlik sou afspeen. Volgens Sedgley is vrugafspening 'n fisiologiese probleem wat te wyte kan wees aan 'n onvoldoende toevoer van water en voedingstowwe aan die jong vruggie. Volgens Koen, Du Plessis, Langenegger, Smith & Smart¹⁰ het die elemente stikstof, fosfor, magnesium, sink en yster in makadamiablare gedurende die vruggroei-periode van September-Oktober tot en met Januarie verminder. Dié gegewens behoort in verband gebring te word met Sedgley⁶ se bewering dat vrugval te wyte kan wees aan 'n tekort aan water en voedingstowwe gedurende die kritieke periode van embriodeling. 'n Verdere ondersoek is noodsaaklik om vrugval fisiologies te verklaar.

TABEL 1

Tydskaalindeling van die ontwikkeling van die weefselstreke asook groeistadia van die vrug van *M. integrifolia* vanaf volblom tot vrugrypwording

Vrugweefsel en groeistadium	Weke na volblom						
	1	2	3	4	9	14	31
EMBRIO*	Sigoot rustend		Deling van die pro-embrio	Embrio hartvormig	Embriodifferensiasie voltooi	Embriovolwasse grootte	Embriovolwasse
SAAD							
Deursnee (mm)				4,5	15,1	25,0	25,0
VRUG							
Deursnee (mm)	2,1	2,5	4,2	6,1	19,3	30,2	30,9
Vrugmassa (g)					0,89	17,0	19,3
Vrugval %	Onbevrugte vrugbeggingsval		14	37	Einde van vrugval		
			86,6				
Vruggroei-stadium	STADIUM I 14 dae		STADIUM II 84 dae			STADIUM III 119 dae	

*Volgens Joubert⁸

TABEL 2

Lengte van die vruggroeistadia van *M. integrifolia* volgens verskillende outeurs

Outeur	STADIUM I Sigoot rustend	STADIUM II Saadontwikkeling	STADIUM III Rypwording	Totaal Weke/ dae
Joubert ⁸	2 weke	12 weke	17 weke	31 weke = 217 dae
	STADIUM I Endospermontwikkeling		STADIUM II Olievorming	
Jones ¹	90 – 111 dae		125 dae	215 dae
Radspinner ²	3 maande		4 maande	7 maande ± 210 dae
Strohschen ³	20 weke		20 weke	40 weke = 280 dae

LITERATUURVERWYSINGS

- Jones, W.W. (1957). Oil characteristics and oil production in the macadamia, *Calif. Mac. Soc. Yrbk.*, 3,39-40.

2. Radspinner, A.L. (1971). A study of variability in macadamia, (Ph.D.thesis, Univ. of Hawaii, Honolulu.)
3. Strohschen, B. (1985). Vergleichende morphologische und anatomische untersuchungen zur Fruchtenwicklung von drei vertretern der familie der Proteaceae: *Macadamia integrifolia* F.Muell., *Hicksbeachia pinnatifolia* F.Muell und *Persoonia pinifolia* SM., Dr. troph.thesis, Rheinischen Friedrich Wilhelms Universität, Bonn.
4. Allan, P. (1972). The future of macadamia nuts, *Citrus Grower & Subtropical Fr. J.*, 459, 17-21.
5. Nagao, M.A. & Sakai, W.S. (1985). Effect of growth regulators on abscission of young macadamia fruit, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 100, 654-657.
6. Sedgley, M. (1981). Early development of the macadamia ovary, *Austr. J. Bot.*, 29, 185-193.
7. Kausik, S.B. (1938). Studies in the Proteaceae. Floral anatomy and morphology of *Macadamia ternifolia*, F.Muell. *Proc. Ind. Acad. Sci.*, B.8, 45-62.
8. Joubert, A.J. (1986). 'n Vergelykende morfogenetiese studie van *Macadamia integrifolia* (Maiden & Betche) en *Faurea speciosa* (Welw.) (Proteaceae), D.Sc. (Agric.)-proefskrif, Univ. v. Pretoria, Pretoria
9. Urata, U. (1954). Pollination requirements of macadamia, *Hawaii Agric. Exp. Stat.*, 22.
10. Koen, T.J., Du Plessis, S.F., Langenegger, W., Smith, B. & Smart, G. (1976). Variasie in samestelling van makadamiabome gedurende een seisoen, *Citrus & Subtrop. Fr. J.*, 513, 13-16.