Stuifmeelmorfologie van *Prototulbaghia* Vosa: ’n Vergelykende palinologiese studie van die Alliaceae in Suider-Afrika

Authors:
Melissa Andriessen[1]
Madeleen Struwig[1]
Stefan J. Siebert[1]

Affiliations:
[1]Unit for Environmental Sciences and Management, North-West University, Potchefstroom, South Africa

Correspondence to:
Madeleen Struwig

Email:
madeleen.struwig@nwu.ac.za

Postal address:
A.P. Goossens Herbarium, Unit for Environmental Sciences and Management, North-West University, Private Bag X6001, Potchefstroom 2520, South Africa

Dates:
Received: 29 Oct. 2012
Accepted: 15 Apr. 2013
Published: 14 May 2013

How to cite this article:
Andriessen, M., Struwig, M. & Siebert, S.J., 2013, ‘Stuifmeelmorfologie van *Prototulbaghia* Vosa: ’n Vergelykende palinologiese studie van die Alliaceae in Suider-Afrika’, *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie* 32(1), Art #389, 5 pages. http://dx.doi.org/10.4102/satnt.v32i1.389

Copyright:
© 2013. The Authors. Licensee: AOSIS OpenJournals. This work is licensed under the Creative Commons Attribution License.

Read online:
Scan this QR code with your smart phone or mobile device to read online.

Die Suider-Afrikaanse Alliaceae Borkh. word verteenwoordig deur vier genera (*Allium* L., *Nothoscordum* Kunth, *Tulbaghia* L. en *Prototulbaghia* Vosa) en 28 spesies. Die stuifmeelmorfologie van die bedreigde monotipiese genus *Prototulbaghia* is onbekend en nog nooit gedokumenteer nie. ’n Vergelykende studie van die stuifmeelmorfologie van *P. siebertii* Vosa, *Nothoscordum borbonicum* Kunth, *Tulbaghia simmleri* P.Beauv. en *T. violaceae* Harv. word in hierdie artikel aangebied. Stuifmeel is met behulp van skandeerelektron- en ligmikroskopie ondersoek. Die stuifmeelmorfologie van die spesies is perprolaat en monosulkaat, en die oppervlakskulptuur is geretikuleer en heterobrogaat. *Prototulbaghia siebertii* se stuifmeel vertoon egter ’n unieke eienskap, aangesien die korrels in die breedte vou sodat die verste punte bymekaarkom en die korrels dus driehoeking en disulkaat vertoon. Hierdie vouing kan moontlik toegeskryf word aan die proses van harmomegatie, of ’n nog onbekende gebeurtenis wat tydens die ontwikkeling van die stuifmeelkorrel plaasvind. Die verskynsel sal egter verder ondersoek moet word om die oorsaak van die vouing te bepaal en vas te stel of dit ’n unieke taksonomiese kenmerk is wat tot die genus beperk is en om te bepaal of dit, wat die Alliaceae betref, van evolusionêre belang is.

Pollen morphology of *Prototulbaghia* Vosa: A comparative palynological study of the Southern African Alliaceae. The Southern African Alliaceae Borkh. is represented by four genera (*Allium* L., *Nothoscordum* Kunth, *Tulbaghia* L. and *Prototulbaghia* Vosa) and 28 species. The pollen morphology of the endangered monotypic genus *Prototulbaghia* has not been described before. A comparative study of the pollen morphology of *Prototulbaghia siebertii* Vosa, *Nothoscordum borbonicum* Kunth, *Tulbaghia simmleri* P.Beauv. and *T. violaceae* Harv. is presented in this article. Scanning electron microscopy, as well as light microscopy, were used to examine the pollen. The pollen morphology of the species can be described as perprolate and monosulcate, and the surface sculpture as reticulate and heterobrochate. However, the pollen of *Prototulbaghia siebertii* displays a unique characteristic as the grains are folded in their breadth with the tips touching, hence causing the grain to display a triangular and disulcate appearance. It might be possible to ascribe this fold to the process of harmomegathy or a still unknown event that occurs during the development of the pollen grain. This phenomenon should be further investigated to determine the cause of folding and whether it is a unique taxonomic characteristic of this genus, and if it could be of evolutionary significance for the Alliaceae.

Inleiding

Die Alliaceae Borkh. bestaan uit 13 genera en 645 spesies wat in gematigde en tropiese klimaatstreke voorkom en dikwels in semi-ariede habitatte aangetref word (Judd *et al.* 2006). Vier genera (*Allium* L., *Nothoscordum* Kunth, *Tulbaghia* L. en *Prototulbaghia* Vosa) en 28 spesies kom wydverspreid in Suider-Afrika, maar veral in die Oos-Kaap, voor (Germishuizen *et al.* 2003).

Die mees onbekende lid van die Alliaceae in Suider-Afrika is *Prototulbagia*, ’n monotipiese genus wat endemies is in die Leoloberge in Limpopo, Suid-Afrika (Vosa 2007). Hierdie bergreeks is alombekend vir floristiese endemisme en kom voor in die Sekoekoenilandse Sentrum vir Endemisme (Van Wyk & Smith 2001). *Prototulbagia siebertii* Vosa is ’n skraal geofiet wat tot 150 mm lank kan word. Die blare is heldergroen, semitereet en vlesig met haakvormige punte, en stel ’n knoffelreuk vry wanneer hulle gekneus word. Die blommetjies is klein (5 mm – 7 mm) en wit, soms met ’n pienkerige of pers skynsel, en het ’n groen streep op die dorsale oppervlak van die buitenste periantsegmente. Die blomme maak soggens oop, blom slegs vir een dag lank

en verkleur pienk soos hulle verouder. Ses meeldrade is teenwoordig en drie van hierdie meeldrade se filamente is vergroot en met die ander drie vergroei om ’n pseudobykroon te vorm (Vosa 2007; Siebert *et al.* 2008).

Die stuifmeelmorfologie van die Alliaceae is deur verskeie outeurs beskryf (Schulze 1980; Güler & Pehlivan 2006; Namin *et al.* 2009). Schulze (1980) het die stuifmeelmorfologie van agt Alliaceae-genera (*Allium*, *Gilliesia* Lindl., *Ipheion* Raf., *Miersia* Lindl., *Nothoscordum*, *Solaria* Phil., *Tristagma* Poepp. en *Tulbaghia*) beskryf as sulkaat met lengtes van 30 μm – 45 μm en ’n geretikuleerde wandstruktuur. Die stuifmeelmorfologie van *Allium*-spesies word beskryf as monosulkaat, prolaat, subprolaat of prolaatsferies en die eksienskulptuur as gerimpel, gerimpel-gestreep of perforaat (Güler & Pehlivan 2006; Namin *et al.* 2009).

Die stuifmeelmorfologie van *Prototulbaghia* is onbekend en nog nie gedokumenteer nie. Die doel van hierdie studie is om die stuifmeelmorfologie van *P. siebertii* Vosa te beskryf en dit met behulp van skandeerelektron- en ligmikroskopie met die stuifmeel van *Nothoscordum borbonicum* Kunth, *Tulbaghia simmleri* P.Beauv. en *T. violaceae* Harv. te vergelyk.

Materiaal en metodes

Blommateriaal van *Nothoscordum borbonicum* is versamel in tuine op die Potchefstroomkampus van die Noordwes-Universiteit (NWU), terwyl dié van *Tulbaghia simmleri*, *T. violaceae* en *Prototulbaghia siebertii* uit die NWU-Botaniese Tuin verkry is. (Sien Tabel 1: Bewyseksemplare)

Skandeerelektronmikroskopie (SEM)

Vars stuifmeelkorrels is op SEM-knopies gemonteer met koolstoflint met dubbelkleefkante en in ’n vakuum met goudpalladium (Au/Pd) bedek. Die korrels is ondersoek en mikrograwe is met ’n FEI Quanta 200 ESEM-skandeerelektronmikroskoop geneem. Die lengte en breedte van ongeveer nege stuifmeelkorrels per spesie is gemeet. Die terminologie wat gebruik word, volg dié van Punt *et al.* (2007).

Ligmikroskopie (LM)

Vars stuifmeelkorrels is, in ooreenstemming met Fripp (1983) se metode, in gliserienjellie op mikroskoopplaatjies gemonteer. Mikrograwe is geneem met ’n digitale Nikon-DXM 1200 F kamera, gemonteer op ’n Nikon Eclipse E800.

Resultate

Die stuifmeelkorrels van *N. borbonicum* (Figuur 1a, 2a), *T. simmleri* (Figuur 1b) en *T. violaceae* (Figuur 1c, 2b) is perprolaat (lengte/breedte > 2) en monosulkaat, en die oppervlakskulptuur van al drie die spesies is geretikuleer en heterobrogaat (Figuur 3a, b, c). Die stuifmeelkorrels van *N. borbonicum* is 50.36 ± 1.69 μm lank en 19.84 ± 2.56 μm breed en die punte van die sulkusse is breed en rond. Die stuifmeelkorrels van *T. simmleri* is 45.12 ± 2.72 μm lank en 17.63 ± 1.81 μm breed en dié van *T. violaceae* 42.89 ± 4.16 μm lank en 18.04 ± 1.58 μm breed. Die punte van die sulkusse van beide *T. simmleri* en *T. violaceae* is spits.

Die stuifmeelkorrels van *P. siebertii* is perprolaat en monosulkaat (Figuur 1d; 2c), en die oppervlakskulptuur is geretikuleer en heterobrogaat (Figuur 3d). Die korrels vou egter in die breedte dubbel, en vertoon driehoekig en disulkaat. Dit lyk ook soms asof die punte van die opgevoude stuifmeelkorrels aan die bokant vergroei is (Figuur 4). Wanneer dit in die driehoekvorm gevou is, het die korrels ’n lengte van 32.42 ± 1.93 μm en ’n loodregte sy van 25.58 ± 2.49 μm, wat daarop dui dat die totale lengte ongeveer 65 μm en die breedte minder as 25.58 μm is wanneer dit oopgevou is. Weens die vou kan die punte van die sulkus nie waargeneem en beskryf word nie.

Bespreking

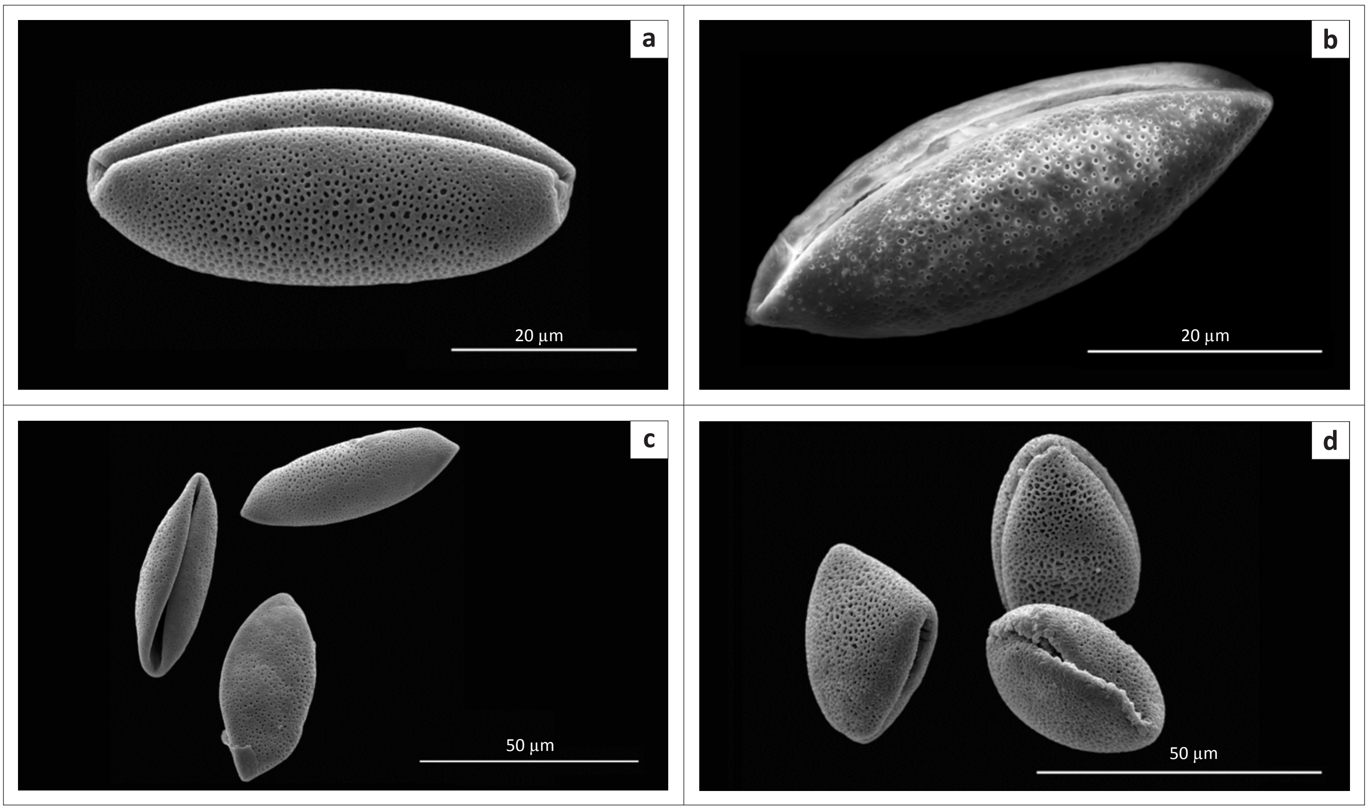
Die stuifmeelkorrels van *N. borbonicum*, *T. simmleri*, *T. violaceae* en *P. siebertii* is eenders en vertoon perprolaat en monosulkaat, terwyl die oppervlakskulptuur geretikuleer en heterobrogaat is. Die beskrywings van hierdie spesies se stuifmeelkorrels stem ooreen met die beskrywings vir die *Allium*-spesies wat deur Güler & Pehlivan (2006) en Namin *et al.* (2009) gedoen is, asook die beskrywings van die agt spesies wat deur Schulze (1980) ondersoek is. Die stuifmeelkorrels in hierdie studie is egter langer (42 μm – 65 μm) as die korrels wat deur Schulze (1980) vir *Allium* (30 μm – 45 μm) beskryf is.

Die stuifmeelkorrels van *P. siebertii* vertoon in beide die SEM- en die LM- ondersoeke asof dit in die breedte gevou is en asof die punte van die opgevoude stuifmeelkorrels bymekaarkom om sodoende die voorkoms van ’n driehoekige, disulkate stuifmeelkorrel te gee. Dit is ongewoon, aangesien

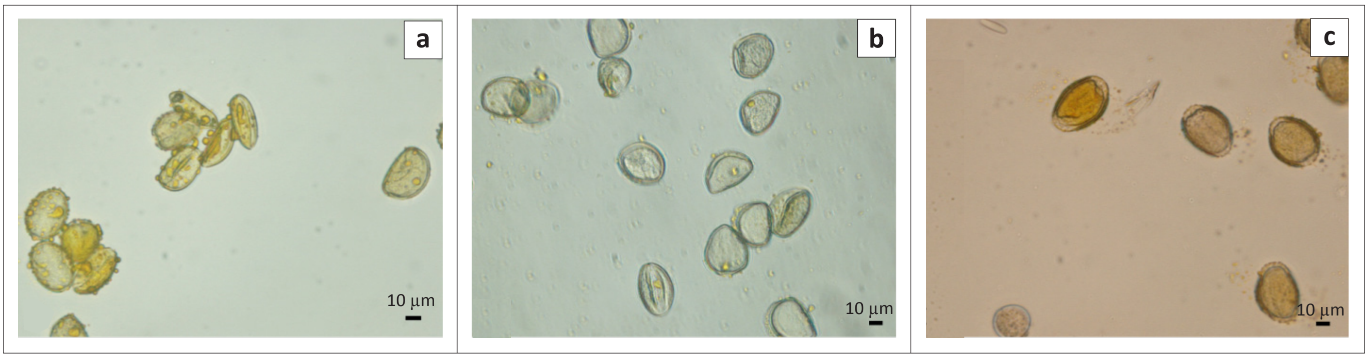
TABEL 1: Bewyseksemplare.

Taksonomie	Provinsie	Ruitverwysing	Lokaliteit	Datum	Versamelaar en versamelnommer	Herbarium
Prototulbaghia siebertii Vosa	Limpopo	–2430CA	Sekoekoeniland, Pelgrimsrus: die Leoloberge.	04 Apr. 2008	*Siebert & Muller 4248*	PUC, PRE
Nothoscordum borbonicum Kunth.	Noordwes	–2627CA	Noordwes-Universiteit, Potchefstroomkampus, Potchefstroom: in die tuin langs die biblioteek oorkant die J.S. van der Merwe- gebou	02 Feb. 2012	*Andriessen 4*	PUC
Tulbaghia simmlerii P.Beauv.	Noordwes	–2627CA	Noordwes-Universiteit, Potchefstroomkampus, Potchefstroom: in die botaniese tuin.	23 Feb. 2012	*Andriessen 6, 7*	PUC
Tulbaghia violaceae Harv.	Noordwes	–2627CA	Noordwes-Universiteit, Potchefstroomkampus, Potchefstroom: in die botaniese tuin.	23 Feb. 2012	*Andriessen 5, 8*	PUC

 doi:10.4102/satnt.v32i1.389



FIGUUR 1: Skandeerelektronmikrograwe van die stuifmeelkorrels van (a) *Nothoscordum borbonicum*; (b) *Tulbaghia simmleri*; (c) *Tulbaghia violaceae*; (d) *Prototulbaghia siebertii*.



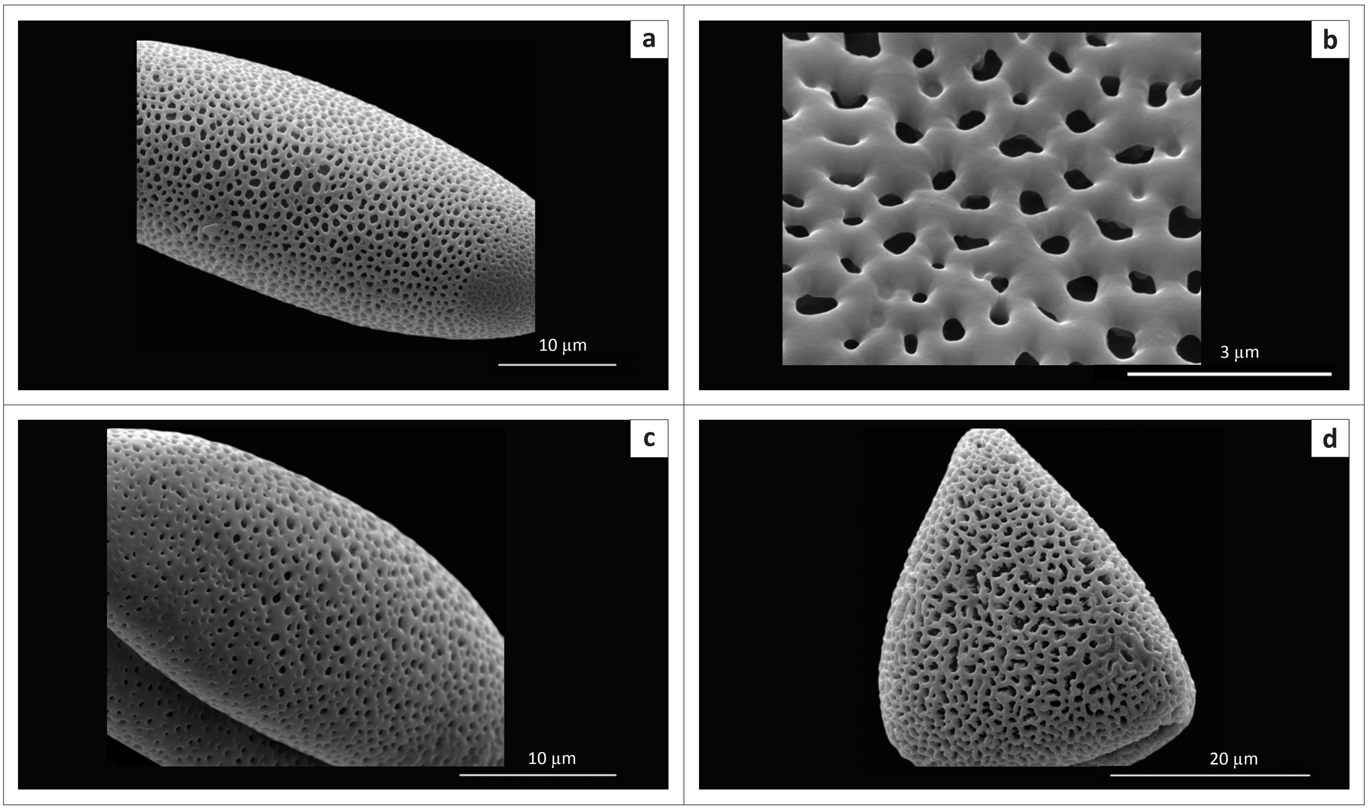
FIGUUR 2: Ligmikrograwe van die stuifmeel van (a) *Nothoscordum borbonicum*; (b) *Tulbaghia violaceae*; (c) *Prototulbaghia siebertii*.

monosulkate stuifmeelkorrels in die lengte vou (Katifori *et al.* 2010). Twee hipoteses kan geformuleer word om hierdie verskynsel te verklaar.

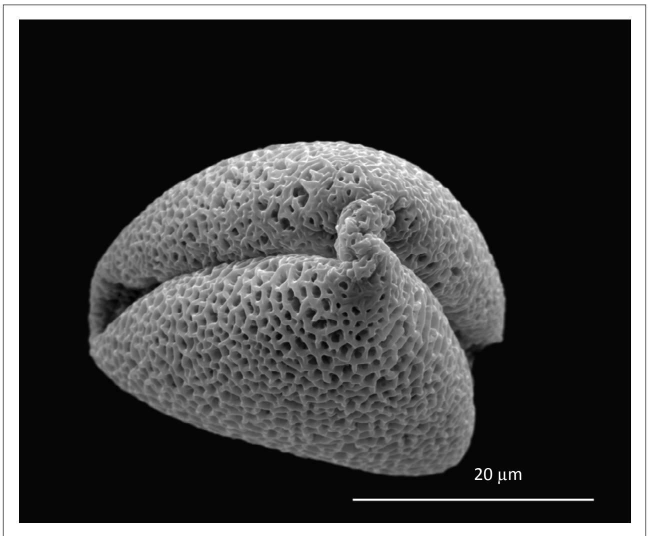
Die eerste hipotese is dat die vou teweeggebring word deur harmomegatie. Harmomegatie is die vouing van stuifmeelkorrels om die afname in sellulêre volume as gevolg van waterverlies te akkommodeer en sodoende die uitdroging van sellulêre materiaal te verhoed (Halbritter & Hesse 2004; Katifori *et al.* 2010).

Tydens dehidrasie verleng die opening in die stuifmeelwand, die stuifmeelwand vou in sodat die rande van die opening na mekaar beweeg en die opening verseël word. By die vouing van monosulkate stuifmeelkorrels maak die wand van die opening skerp voue voordat dit in die korrel oorloop, terwyl die res van die stuifmeelwand geleidelik na 'n spoelvorm oorrol (Katifori *et al.* 2010). By *P. siebertii* wil dit voorkom asof hierdie proses nie plaasvind nie, maar dat die korrel toespring sodat die verste punte aan mekaar raak. Dit sal beteken dat die sellulêre materiaal nie binne die stuifmeelkorrel verseël word nie en aan uitdroging blootgestel bly.

Die ontwikkelingsproses van stuifmeelkorrels verloop deur vyf fases, naamlik: (1) *mikrosporogenese*: wanneer die stuifmeelkorrel binne die helmknop ontwikkel en deur lokulêre vloeistof omring word; (2) *dehidrasie*: wanneer die lokulêre vloeistof weer deur die omringende blomorgane geabsorbeer word, of verdamp voordat die helmknop oopmaak en die stuifmeelkorrels dehidreer; (3) *aanbieding*: wanneer die helmknop oopmaak en die stuifmeelkorrels vrygestel word; (4) *verspreiding*: wanneer



FIGUUR 3: Skandeerelektronmikrograwe van die oppervlakskulptuur van die stuifmeel van (a) *Nothoscordum borbonicum;* (b) *Tulbaghia simmleri* (c) *Tulbaghia violaceae*, (d) *Prototulbaghia siebertii*.



FIGUUR 4: Skandeerelektronmikrograaf van *Prototulbaghia siebertii* wat die punt van die opgevoude stuifmeelkorrel toon.

stuifmeelkorrels deur agente versprei word terwyl dit aan omgewingsfaktore, soos byvoorbeeld sonlig, blootgestel is; en (5) *stuifmeel-stempel-interaksie*: wanneer stuifmeelkorrels op ʼn verenigbare stempel beland en die korrel, indien die toestande gunstig is, rehidreer en ontkiem (Firon *et al*. 2012). Harmomegatie en die gevolglike vouing van *P. siebertii* se stuifmeelkorrels, sal dus tydens die fase van dehidrasie plaasvind en die vermoede is dat die korrels dan tydens die fase van stuifmeel-stempel-interaksie weer sal ontvou.

ʼn Tweede hipotese is dat die stuifmeelkorrels van *Prototulbaghia siebertii* in die gevoude vorm ontwikkel en groei, en eers ontvou wanneer dit gereed is om te ontkiem en in aanraking met ʼn geskikte stempel kom. Dié hipotese kan moontlik verklaar waarom die punte van sommige van die gevoude korrels lyk asof hulle vergroei is.

Hierdie hipoteses gee nog nie bevredigende antwoorde op die vraag waarom die vouing by die stuifmeelkorrels plaasvind nie; en dit wys ook nie die faktore uit wat veroorsaak dat die korrels vou of ontvou nie. Dit laat wel die vraag ontstaan of hierdie spesie nie dalk anders aangepas is by die omgewing as die ander spesies in die Alliaceae-familie nie – veral wanneer die spesie se beperkte verspreiding (Vosa 2007) in ag geneem word.

Die manier waarop ʼn stuifmeelkorrel vou, kan ook uniek aan ʼn sekere taksonomiese groep wees en gevolglik as ʼn taksonomiese kenmerk gebruik word (Halbitter & Hesse 2004). Dit is dus van belang om hierdie unieke verskynsel van die vouing van *P. siebertii* se stuifmeelkorrel verder te ondersoek en die moontlike evolusionêre belang daarvan te bepaal.

Gevolgtrekking

Die stuifmeelstruktuur van *N. borbonicum*, *T. simmleri*, *T. violaceae* en *P. siebertii* is eenders. *Prototulbaghia siebertii* vertoon egter ʼn unieke verskynsel deurdat die stuifmeelkorrels in die breedte vou, sodat die verste punte aanmekaar raak en dan driehoekig en disulkaat vertoon. Hierdie vouing kan moontlik toegeskryf word aan die proses van harmomegatie of ʼn gebeurtenis tydens die ontwikkeling van die stuifmeelkorrel.

Erkenning

Die Laboratorium vir Elektronmikroskopie aan die Noordwes-Universiteit word bedank vir die gebruik van die skandeerelektronmikroskoop en die vakgroep Dierkunde, Skool vir Biologiese Wetenskappe vir die gebruik van die ligmikroskoop. Prof A.E. van Wyk van die Universiteit van Pretoria het waardevolle tegniese insette gelewer.

Mededingende belange

Die outeurs verklaar dat hulle geen finansiële of persoonlike verbintenis het met enige party wat hul nadelig kon beïnvloed in die skryf van hierdie oorsigartikel nie.

Outeursbydrae

M.S. (Noordwes-Universitieit) en S.S. (Noordwes-Universitieit) was die projekleiers. M.A. (Noordwes-Universitieit) het die laboratoriumwerk gedoen. Al drie outeurs het 'n bydrae gelewer tot die skryf van die artikel.

Literatuurverwysings

Firon, N., Nepi, M. & Pacini, E., 2012, 'Water status and associated processes mark critical stages in pollen development and functioning', *Annals of Botany* 109, 1201–1213. http://dx.doi.org/10.1093/aob/mcs070, PMid:22523424

Fripp, P.J., 1983, 'A method of preserving glycerine-jelly microscopic preparations', *South African Journal of Science* 79, 228.

Judd, W.S., Campbell, C.S., Kellogg, E.A., Stevens, P.F. & Donoghue, M.J., 2008, *Plant systematics: A phylogenetic approach*, 3rd edn., Sinauer Associates, Sunderland.

Germishuizen, G., Meyer, N.L., Steenkamp, Y. & Keith, M., 2006, *A checklist of South African plants. Southern African Botanical Diversity Network Report no. 41,* SABONET, Pretoria.

Güler, Ü. & Pehlivan, S., 2006, 'Pollen morphology of some species belonging to *Codonoprasum* and *Allium* sections of *Allium* (Liliaceae-Alliaceae) genus', *Biologia* 61, 449–445. http://dx.doi.org/10.2478/s11756-006-0075-z

Halbritter, H. & Hesse, M., 2004, 'Principal modes of infoldings in tricolp(or)ate Angiosperm pollen', *Grana* 43, 1–14. http://dx.doi.org/10.1080/00173130310017625

Katifori, E., Alben, S., Cerda, E., Nelson, D.R. & Dumais, J., 2010, 'Foldable structures and the natural design of pollen grains', *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107(17), 7635–7639. http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0911223107, PMid:20404200, PMCid:2867878

Namin, H.H., Mehrvarz, S.S., Zarre, S. & Fritsch, R., 2009, 'Pollen morphology of selected species of *Allium* (Alliaceae) distributed in Iran', *Nordic Journal of Botany* 27, 54–60. http://dx.doi.org/10.1111/j.1756-1051.2009.00319.x

Punt, W., Hoen, P.P., Blackmore, S., Nilsson, S. & Le Thomas, A., 2007, *Glossary of pollen and spore terminology*, besigtig op 2, 7 en 15 Augustus 2012, vanaf http://www.bio.uu.nl/palaeo/glossary/glos-int.htm

Schulze, W., 1980, 'Beiträge zur taxonomie der liliifloren V Alliaceae', *Wissenschaftliche Zeitschrift. Mathematisch-naturwissenschaftliche Reihe* 29, 595–606.

Siebert, S., Vosa, C., Van Wyk, A.E. & Muller, H., 2008, '*Prototulbaghia* (Alliaceae), a new monotypic genus from Sekhukhuneland, South Africa', *Herbertia* 62, 76–84.

Van Wyk, A.E. & Smith, G.F, 2001. *Regions of floristic endemism: A review with emphasis on succulents*, Umdaus Press, Hatfield.

Vosa, C.G., 2007, '*Prototulbaghia*, a new genus of the Alliaceae family from the Leolo Mountains in Sekhukhuneland, South Africa', *Caryologia* 60, 273–278.