Die verspreiding en habitat van Chambardia wahlbergi en Chambardia petersi (Bivalvia: Iridinidae) in Suid-Afrika

Authors:
Kenné N. de Kock[1]
Corrie T. Wolmarans[2]

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

[2]School of Environmental Sciences and Development, North-West University, South Africa

Correspondence to:
Kenné de Kock

Email:
kenne.dekock@nwu.ac.za

Postal address:
Private Bag X6001, Potchefstroom 2520, South Africa

Dates:
Received: 20 July 2011
Accepted: 01 Mar. 2012
Published: 10 May 2012

How to cite this article:
De Kock, K.N. & Wolmarans, C.T, 2012, 'Die verspreiding en habitat van *Chambardia wahlbergi* en *Chambardia petersi* (Bivalvia: Iridinidae) in Suid-Afrika', *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie* 31(1), Art. #39, 8 pages. http://dx.doi.org/10.4102/satnt.v31i1.39

© 2012. The Authors. Licensee: AOSIS OpenJournals. This work is licensed under the Creative Commons Attribution License.

Die verspreiding en habitat van *Chambardia wahlbergi* en *C. petersi*, soos weerspieël deur data in die databasis van die Nasionale Varswaterslakversameling (NVWSV) word weergegee en bespreek. Alhoewel die verspreiding van hierdie twee spesies grootliks in die Limpopo- en Mpumalangaprovinsie oorvleuel, kom *C. wahlbergi*, anders as wat in die literatuur gerapporteer is, ook in die Noordwes- en Vrystaatprovinsie in die wesvloeiende Vaalrivier en in verskeie lokaliteite in die Gautengprovinsie voor. Die meerderheid monsters van beide spesies is in riviere en damme en in watertoestande wat as standhoudend, staande, helder en vars beskryf is, versamel. Multivariansie-analises het temperatuur, hoogte bo seevlak en waterliggame as faktore uitgewys wat betekenisvol tot hul geografiese verspreiding bygedra het. Min is oor die bewaringstatus van hierdie twee spesies bekend, maar die opgedateerde IUCN Rooidata-lys (Seddon *et al.* 2011) dui albei as nie-bedreig aan. Die meerderheid rekords van beide spesies in die databasis van die NVWSV spruit uit werk tydens die vorige eeu in die Nasionale Krugerwildtuin (NKW). Meer onlangse versamelings deur die outeurs in die NKW dui egter op 'n afname in die aantal plekke van voorkoms, asook die getalle per versamelpunt wat aan die hand doen dat daar tog rede tot kommer oor hul voortbestaan mag wees. Die feit dat besonder groot eksemplare van *C. wahlbergi* tot so onlangs soos 2007 meestal toevallig in die Vaalrivier aangetref is, beklemtoon die behoefte om weer omvattende opnames van varswater Mollusca, soortgelyk aan dié van die vorige eeu, van stapel te stuur om die gedokumenteerde verspreiding op te dateer en ook die vordering van eksotiese indringerspesies te moniteer.

The distribution and habitats of *Chambardia wahlbergi* and *Chambardia petersi* (Bivalvia: Iridinidae) in South Africa. Based on the data in the database of the National Freshwater Snail Collection (NFSC), the distribution and habitat of *Chambardia wahlbergi* and *Chambardia petersi*, are presented and discussed. Although the distribution of these two species overlaps extensively in the Limpopo and Mpumalanga Provinces, contrary to reports in literature, specimens of *C. wahlbergi* were also collected in the North West Province and the Free State Province in the west-flowing Vaal River, as well as in Gauteng. The majority of samples of both species were collected in rivers and dams, in water conditions described as perennial, standing, clear and fresh. Multivariate analyses indicated that temperature, altitude and waterbodies played a significant role in the geographical distribution of both species. Although little is known of the conservation status of these species, it is categorised as of least concern in the revised edition of the UCN Red Data List (Seddon *et al.* 2011). The majority of records of both species in the database of the NFSC date from work done during the previous century in the Kruger National Park (KNP). More recent surveys by the authors in the KNP revealed a decline in the number of positive sites, as well as the number of specimens per site. This data suggest that there might be reason for concern regarding their conservation status. The fact that exceptionally large specimens of *C. wahlbergi* were collected, mostly by chance, on several occasions in the west-flowing Vaal River as recently as 2007 emphasises the need to conduct extensive mollusc surveys, as during the previous century, to update the documented geographical distribution and to monitor the progress of exotic invader species.

Inleiding

Die outeurs het in 2002 met 'n reeks artikels begin (De Kock *et al*. 2002, De Kock & Wolmarans 2004, 2006, 2007, 2008 2009, 2010) om bepaalde besonderhede met betrekking tot die meer as 30 000 monsters van varswaterslakke wat in die databasis van die Nasionale Varswaterslakversameling (NVWSV) opgeneem is, beskikbaar te stel.

Varswater Mollusca word beskou as een van die mees bedreigde diergroepe ter wêreld (Lydeard *et al.* 2004) en daar is steeds min bekend oor die funksionele rol wat hulle in ekostelsels speel (Vaughn & Hakenkamp 2001). Volgens hierdie outeurs het studies in hierdie verband, veral op varswater-grawende Bivalvia, grootliks agterweë gebly en in Noord-Amerika neem

die getalle van hierdie soort inheemse mossels reeds teen 'n katastrofiese koers af. Oor die bewaringstatus van die varswater Bivalvia van Suid-Afrika is min bekend omdat omvattende opnames van varswater Mollusca reeds in die vroeë tagtigerjare van die vorige eeu uitgefaseer is (De Kock & Wolmarans 2010). *Chambardia wahlbergi* (Krauss, 1848) en *C. petersi* (Martens, 1860) waaroor hierdie artikel handel, was voorheen as *Spathopsis wahlbergi* en *S. petersi* bekend. Volgens Appleton & Curtis (2007) is die gebruik van die generiese naam *Chambardia* Servain (1890) aanvegbaar omdat Van Damme (1984), Mandahl-Barth (1988) en Appleton (1996) voorkeur aan *Spathopsis* Simpson, 1900 verleen het. Appleton & Curtis (2007) regverdig egter die gebruik van die generiese naam *Chambardia* op sterkte van die argument van Daget (1998), naamlik dat die tiep-eksemplare van albei hierdie genera algemeen as subspesies van *Spathopsis wahlbergi* (Krauss, 1848) beskou word en gevolglik sinonieme is, en dat die ouer sinoniem *Chambardia* derhalwe prioriteit behoort te geniet.

In die hersiene weergawe van die IUCN se Rooidata-lys (Seddon *et al.* 2011) word besorgdheid oor die bewaringstatus van *Unio caffra* (Krauss, 1848) en die twee *Chambardia* spesies waaroor hierdie artikel handel, as gering aangedui. De Kock & Wolmarans (2010) is egter van mening dat die voortbestaan van al drie hierdie mosselspesies wel onseker mag wees, 'n mening gebaseer op resultate van relatief onlangse opnames in die Nasionale Krugerwildtuin (NKW) (De Kock & Wolmarans 1998; De Kock, Wolmarans & Du Preez 2002; Wolmarans & De Kock 2006) wat op 'n afname in sowel die getal plekke van voorkoms as die getal eksemplare van beide spesies dui. Hierdie afname is in vergelyking met rekords wat vroeër deur Oberholzer en Van Eeden (1967) vanuit dieselfde gebied gerapporteer is. Monsters van *C. wahlbergi* wat van 1980 tot 2007 in die NVWSV opgeneem is, toon egter dat die weswaartse verspreiding van hierdie mosselspesie wyer is as wat tot dusver in die literatuur gerapporteer is en dat die grootte van sommige van die eksemplare daarbenewens aansienlik groter is as wat tot dusver in die literatuur opgeteken is. Hierdie spesie mag egter ook verder suidwaarts aan die ooskus versprei wees as wat deur die monsters in die databasis van die NVWSV weerspieël word aangesien nie alle versamelings wat in daardie gebied gemaak is, noodwendig vir insluiting in die databasis beskikbaar gestel is nie.

In hierdie artikel word besonderhede van die habitat en geografiese verspreiding van die twee *Chambardia* spesies in die databasis van die NVWSV ontleed in 'n poging om hulle bestaansvoorwaardes te bepaal en sinvolle uitsprake oor hul voortbestaan te maak.

Materiaal en metodes

Die twee spesies *Chambardia*, veral *C. wahlbergi*, is van die grootste varswatermosselspesies wat in Suid-Afrika aangetref word en die versameling daarvan vereis oor die algemeen nie spesiale tegnieke of toerusting nie. Trouens, in baie gevalle is die eerste aanduiding van die teenwoordigheid van hierdie spesies in 'n waterliggaam die voorkoms van kleppe of volledige skulpe wat aan die oewer in die vlakwater of selfs net buite die water op die droë grond sigbaar is. Lewende eksemplare kan dikwels opgespoor word deur die spoor van hul stadige voorbeweging in die sanderige of modderige bodem in vlakwater te volg tot waar die mossel, gedeeltelik ingegrawe, aangetref word. Die identifikasie van eksemplare is volgens die riglyne van Oberholzer en Van Eeden (1967), Mandahl-Barth (1988), Appleton (2002) en Appleton en Curtis (2007) gedoen en is uitsluitlik op skulpkenmerke en -afmetings gebaseer.

Data met betrekking tot die verspreiding van *C. wahlbergi* en *C. petersi* wat vanaf 1958 tot 2007 strek, is uit die databasis van die NVWSV onttrek. Die versamelpunte van onderskeidelik 43 en 40 monsters van *C. wahlbergi* en *C. petersi* kon op 'n 1:250 000 topo-kadastraal-kaartreeks van Suid-Afrika gelokaliseer word en is vir verdere verwerking in aanmerking geneem. Die lokusse ($\frac{1}{16}$ vierkante grade) waarin die versamelpunte geleë is (Figuur 1), is in intervalle van gemiddelde jaarlikse reënval en lugtemperatuur asook gemiddelde hoogte bo seevlak ingedeel om die voorkomsfrekwensie in spesifieke intervalle aan te dui.

Die ses verskillende tipes waterliggame waarin die betrokke spesies versamel is, word soos volg onderskei:

- **dam**: klein tot groot geboude reservoirs waarin reën- of fonteinwater opgevang en gestoor word
- **dammetjie:** klein waterliggame wat meestal vir ornamentele gebruik in woongebiede gebou word
- **pan:** klein tot groot waterliggame wat op 'n natuurlike wyse in laagliggende gebiede deur reënwater tot stand kom en meestal nie oor 'n in- of uitloop beskik nie
- **rivier:** 'n groot natuurlike stroom water wat in 'n oseaan, meer of ander waterliggaam dreineer en gewoonlik met water wat vanaf sytakke aansluit, gevoed word
- **sloot:** 'n smal mensgemaakte of erosievoor wat reënwater aan die kant van paaie dreineer en gewoonlik met 'n groot waterpyp onder deur 'n pad of laagwaterbrug geassosieer is
- **spruit:** 'n klein stroompie water wat gewoonlik as 'n sytak by 'n rivier aansluit en dikwels in die droë seisoen nie vloei nie en selfs mag opdroog.

Data met betrekking tot reënval, temperatuur en hoogte bo seevlak is in 2001 van die Computing Centre for Water Research aan die Universiteit van KwaZulu-Natal bekom. 'n Temperatuur-indeks gebaseer op hul voorkomsfrekwensie in die gekose temperatuur-intervalle is vir elke mosselspesie in die databasis bereken en die resultate is gebruik om hulle in rangorde volgens hul assosiasie met lae tot hoë klimatologiese-temperature te plaas. Die wyse waarop hierdie berekeninge gedoen is, is in besonderhede in vorige publikasies bespreek (De Kock & Wolmarans 2005a; De Kock & Wolmarans 2005b).

Statistica, Release 7, Nonparametrics, 2X2 Tables, McNemar, Fischer exact sagteware is gebruik om chi-kwadraatwaardes te bereken waarvolgens die betekenisvolheid van waargenome verskille in die voorkoms van die verskillende alternatiewe

van die ondersoekte parameters aangedui kon word. Om die invloed van die verskillende nagevorste veranderlikes op die gedokumenteerde geografiese verspreiding van *C. wahlbergi* en *C. petersi* te kwantifiseer en die betekenisvolheid daarvolgens te evalueer, is effekgroottes volgens Cohen (1977) se metode bereken. Hiervolgens dui waardes in die orde van 0.1 en 0.3 onderskeidelik op klein en matige groot effekte, terwyl waardes van 0.5 en hoër op prakties betekenisvolle groot effekte dui. Die ekologiese implikasies van effekgroottes in die konteks van soortgelyke ondersoeke as die huidige word in besonderhede in vorige publikasies deur die outeurs bespreek (De Kock & Wolmarans 2005a; De Kock & Wolmarans 2005b). Multi-variansie-analises in die vorm van besluitnemingsbome (Breiman *et al.* 1984) is ook gedoen. Daarvolgens is al die ondersoekte veranderlikes geëvalueer en dié wat die belangrikste rol in die daarstelling van die gedokumenteerde geografiese verspreiding van die twee betrokke spesies gespeel het, is geselekteer en in rangorde van belangrikheid geplaas (Figuur 2 en Figuur 3). Die besluitnemingsbome onderskei ook tussen die voorkomsfrekwensies van 'n gegewe spesie by die alternatiewe van die geselekteerde veranderlikes en dié van al die ander spesies in die databasis. Hierdie verwerking is gedoen deur van die SAS Miner for Windows NT Release 4.0, April, 2 000-program en Decision Tree modelling Course Notes gebruik te maak (Potts 1999).

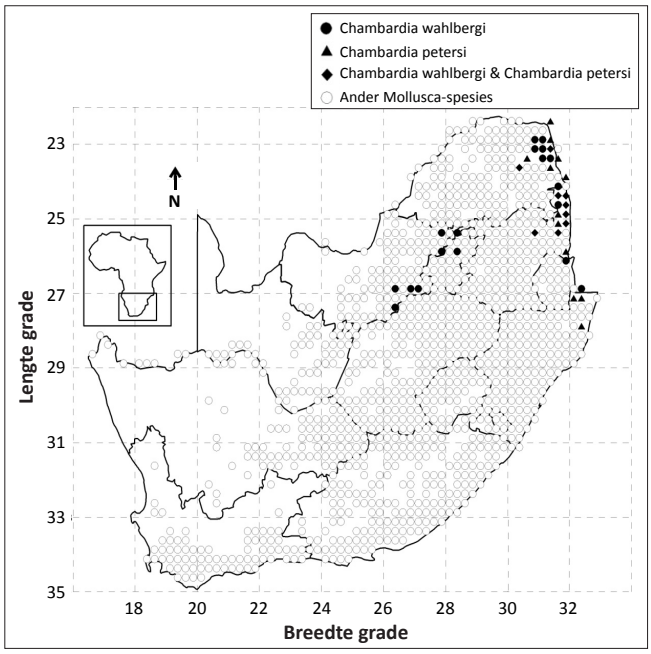
Resultate

Die oudste monsters van albei die *Chambardia*-spesies op rekord in die NVWSV is in die NKW versamel. *Chambardia petersi* is in 1958 in die Sabierivier by die Sabie-ruskamp aangetref, terwyl *C. wahlbergi* vyf jaar later in die Nkayeni-watergat in die Shingwedzi-rivier gerapporteer is. Die 26 en 21 lokusse onderskeidelik waar die waterliggame geleë is waarin *C. wahlbergi* en *C. petersi* versamel is, asook die lokusse wat positief was vir die voorkoms van alle ander varswater Mollusca wat in die databasis van die NVWSV op rekord is, word in Figuur 1 weergegee.

Die geografiese verspreiding van hierdie twee spesies oorvleuel grootliks in die Limpopo- en Mpumalanga-provinsie, maar *C. wahlbergi* is ook diskontinu in Gauteng, Noordwes en die Vrystaat versprei (Figuur 1).

Beide *Chambardia* spesies is meer dikwels in damme en riviere as in enige ander waterbron aangetref (Tabel 1). Die voorkoms van beide spesies in damme het betekenisvol van al die ander tipes waterliggame verskil, behalwe riviere ($p < 0.05$), en 'n groot effekwaarde is in beide spesies se geval vir waterliggame bereken.

Tabel 2 toon dat waterliggame met standhoudende, staande, helder en vars water die vir beide spesies die meeste monsters opgelewer het, en 'n groot effekwaarde vir vloeisnelheid is ook vir albei bereken. Daarbenewens is ook 'n groot effekwaarde vir die troebelheid van die water vir *C. wahlbergi* aangedui (Tabel 2).



FIGUUR 1: Geografiese verspreiding van *Chambardia wahlbergi* en *C. petersi* per $\frac{1}{16}$ vierkantegraadlokus in Suid-Afrika en lokusse op rekord in die databasis van die Nasionale Varswaterslakversameling waarin ander varswater Mollusca aangetref is.

Die meeste eksemplare vir albei spesies is versamel in habitat waarvan die substratum as sanderig aangedui is (Tabel 3) en hulle voorkoms in hierdie substratum-tipe het betekenisvol ($p < 0.05$) van al die ander alternatiewe verskil. 'n Groot effekwaardes is ook vir substratum-tipes by albei spesies bereken (Tabel 3).

'n Besondere groot effekwaarde is ook by beide spesies vir temperatuur, reënval en hoogte bo seevlak bereken (Tabel 4). Die oorgrote meerderheid van die monsters van albei spesies is aangetref in lokaliteite wat geval het in die temperatuur-interval 21 °C tot 25 °C, die reënval-interval 301 mm tot 600 mm en die hoogte bo seevlak-interval 0 m tot 500 m (Tabel 4). Die temperatuurindeks wat vir albei spesies bereken is, het nie betekenisvol van mekaar verskil nie ($d < 0.5$, Tabel 5), maar 23.3% van die monsters van *C. wahlbergi* is ook versamel in waterliggame wat in lokaliteite wat in die 15 °C tot 20 °C interval geval het (Tabel 4).

Die multi-variansie-analises (Figuur 2 en Figuur 3) het vir albei spesies temperatuur, hoogte bo seevlak en waterliggame, in rangorde van belangrikheid, vir hul voorkoms in 'n bepaalde gebied geselekteer. Omdat omgewingstemperatuur grootliks deur hoogte bo seevlak beïnvloed kan word, is dit nie verbasend dat beide parameters as belangrik in hierdie verband uitgewys is nie.

Die oorgrote meerderheid van die monsters van albei spesies is in lokaliteite aangetref wat geval het in die temperatuur-interval van 21°C tot 25 °C, die reënval-interval van 301 mm tot 600 mm en die hoogte bo seevlak-interval van 0 m tot 500 m (Tabel 4). Die temperatuurindeks wat vir albei spesies bereken is, het nie betekenisvol van mekaar verskil nie ($d < 0.5$, Tabel 5), maar 23.3% van die monsters van *C. wahlbergi* is ook versamel in waterliggame in lokaliteite wat in die 15 °C– 20 °C interval geval het (Tabel 4).

TABEL 1: Waterliggaamtipes waarin *Chambardia wahlbergi* in 43 en *C. petersi* in 40 versamelpunte aangetref is.

Waterliggaam		*C. wahlbergi*			*C. petersi*		
Tipe	**A**	**B**	**C**	**D**	**B**	**C**	**D**
Dam	309	14	32.60	4.50	13	32.50	4.20
Dammetjie	319	2	4.70	0.60	0	–	–
Pan	24	2	4.70	8.30	2	5.00	8.30
Rivier	657	14	32.60	2.10	10	25.00	1.50
Sloot	30	1	2.30	3.30	2	5.00	6.70
Spruit	242	3	7.00	1.20	3	7.50	1.20
Effekgrootte			***w* = 1.04[a]**			***w* = 1.12[a]**	

Data in kolomme C en D word persentasiegewys weergegee.
A, voorkomsfrekwensie van alle verteenwoordigers van die Bivalvia in 'n spesifieke waterliggaam; B, voorkomsfrekwensie in 'n spesifieke waterliggaam; C, % van die totale aantal versamelings wat vir hierdie spesie op rekord is; D, voorkomspersentasie van hierdie spesie in die totale aantal versamelings in 'n spesifieke waterliggaam; *w*, effekwaarde.
[a], groot effek.

TABEL 2: Watertoestande in die habitat van *Chambardia wahlbergi* en *C. petersi* soos tydens versameling opgeteken.

Spesie	Item	Tipe		Vloeisnelheid			Troebelheid		Saliniteit	
		Standhoudend	**Seisoenaal**	**Vinnig**	**Stadig**	**Staande**	**Helder**	**Modderig**	**Vars**	**Brak**
Chambardia wahlbergi 43†	A	35	2	2	9	24	19	14	29	0
	B	81.40%	4.70%	4.70%	20.90%	55.80%	44.20%	32.60%	67.40%	–
	C	1 927	199	246	834	1 049	1 824	264	1 986	13
	D	1.80%	1.00%	0.80%	1.10%	2.30%	1.00%	5.30%	1.50%	–
	E	*w* = 0.10[a]		*w* = 0.40[b]			*w* = 0.76[c]		*w* = 0.00[d]	
Chambardia petersi 40†	A	24	6	1	6	23	23	7	23	0
	B	60.00%	15.00%	2.50%	15.00%	57.50%	57.50%	17.50%	57.50%	–
	C	1 927	199	246	834	1 049	1 824	264	1 986	13
	D	1.20%	3.00%	0.40%	0.70%	2.20%	1.30%	2.70%	1.20%	–
	E	*w* = 0.33[e]		*w* = 0.59[c]			*w* = 0.29[f]		*w* = 0.21[a]	

A, voorkomsfrekwensie in 'n spesifieke watertoestand; B, % van die totale aantal versamelings wat vir hierdie spesie op rekord is, C, voorkomsfrekwensie van alle verteenwoordigers van die Bivalvia in 'n spesifieke watertoestand; D, voorkomspersentasie van hierdie spesie in die totale aantal versamelings in 'n spesifieke watertoestand; E, effekgrootte bereken vir 'n bepaalde watertoestand; *w*, effekwaarde.
†, getal versamelings op rekord vir elke spesie.
[a], klein effek.
[b], matige tot groot effek.
[c], groot effek.
[d], geen effek.
[e], matige effek.
[f], klein tot matige effek.

TABEL 3: Substratum-tipes in die habitat van *Chambardia wahlbergi* en *C. petersi* soos tydens versameling opgeteken.

Spesies	Item	Substratum-tipes			
		Modderig	**Klipperig**	**Sanderig**	**Verrottende materiaal**
Chambardia wahlbergi 43†	A	14	4	16	0
	B	32.60%	9.30%	37.20%	–
	C	1 195	454	466	16
	D	1.20%	0.90%	3.40%	–
	E		*w* = 0.69[a]		
Chambardia petersi 40†	A	9	4	15	1
	B	22.50%	10.00%	37.50%	2.50%
	C	1 195	454	466	16
	D	0.80%	0.90%	3.20%	6.30%
	E		*w* = 1.34[a]		

A; voorkomsfrekwensie op 'n spesifieke substratum-tipe; B; % van die totale aantal versamelings wat vir hierdie spesie op rekord is; C, voorkomsfrekwensie van alle verteenwoordigers van die Bivalvia op 'n spesifieke substratum-tipe; D, voorkomspersentasie van hierdie spesie in die totale aantal versamelings op 'n spesifieke substratum-tipe; E, effekgrootte bereken vir substratum-tipes; *w*, effekwaarde.
†, aantal versamelings op rekord vir elke spesie.
[a], groot effek.

Bespreking

Die geografiese verspreiding van *C. petersi*, soos gebaseer op die data in die databasis van die NVWSV (Figuur 1), stem grootliks ooreen met die inligting wat in die literatuur gerapporteer is (Haas 1936; Connolly 1939; Appleton 2002). Eksemplare van *C. wahlbergi* wat tussen 1980 en 2007 versamel is en in die NVWSV opgeneem is, toon egter dat die verspreiding van hierdie mosselspesie wyer is, soos reeds onder die resultate vermeld is. Die drie lewende eksemplare van *C. wahlbergi* wat in 1980 in die Vaalrivier (Noordwes provinsie) versamel is, is daarbenewens ook die eerste rekord vir hierdie spesie vir Suid-Afrika wat afkomstig is van 'n rivier wat weswaarts vloei. Dit is voorheen aanvaar dat hierdie spesie in ons land slegs voorkom in riviere wat ooswaarts vloei. Sedertdien is verskeie lewende eksemplare, so onlangs soos 2007, elders in die Vaalrivier aangetref en in die NVWSV opgeneem. Sommige van hierdie eksemplare is tot 165 mm lank, 65 mm hoog en 53 mm dik (Figuur 4) en is na ons wete verreweg die grootste eksemplare wat tot dusver in die literatuur gerapporteer is.

TABEL 4: Voorkomsfrekwensie van die versamelpunte van *Chambardia wahlbergi* en *C. petersi* in geselekteerde intervalle van gemiddelde jaarlikse lugtemperature en reënval, asook gemiddelde hoogtes bo seevlak in Suid-Afrika.

Spesies	Item	Temperatuur-intervalle (°C)			Reënval-intervalle				Hoogte-bo-seevlak-intervalle		
		15–20	21–25	26–30	0–300	301–600	601–900	901–1200	0–500	501–1000	1 001–1 500
Chambardia wahlbergi 43†	A	10	32	1	0	27	15	1	31	3	9
	B	23.30%	74.40%	2.30%	–	62.80%	34.90%	2.30%	72.10%	7.00%	20.90%
	C	1 285	383	14	34	747	1 654	59	489	105	928
	D	0.80%	8.40%	7.10%	–	3.60%	0.90%	1.70%	6.30%	2.90%	1.00%
	E		w = 1.58[a]			w = 0.73[a]				w = 1.24[a]	
Chambardia petersi 40†	A	1	37	2	1	32	7	0	37	3	0
	B	2.50%	92.50%	5.00%	2.50%	80.00%	17.50%	–	92.50%	7.50%	–
	C	1 285	383	14	34	747	1 654	59	489	105	928
	D	0.10%	9.70%	14.30%	2.90%	4.30%	0.40%	–	7.60%	2.90%	–
	E		w = 2.12[a]			w = 1.07[a]				w = 1.63[a]	

A, Voorkomsfrekwensie in 'n lokaliteit wat in 'n spesifieke interval val; B, % van die totale aantal versamelings wat vir hierdie spesie op rekord is; C, voorkomsfrekwensie van alle verteenwoordigers van die Bivalvia in 'n lokaliteit wat in 'n spesifieke interval val; D, voorkomspersentasie van hierdie spesie in die totale aantal versamelings in 'n spesifieke interval; E, effekgrootte bereken vir 'n bepaalde faktor; w, effekwaarde.
†, aantal versamelings op rekord vir elke spesie.
[a], groot effek.

TABEL 5: Frekwensieverspreiding in temperatuur-intervalle en temperatuur-indeks van *Chambardia wahlbergi* in vergelyking met die ander Bivalvia in die databasis van die Nasionale Varswaterslakversameling.

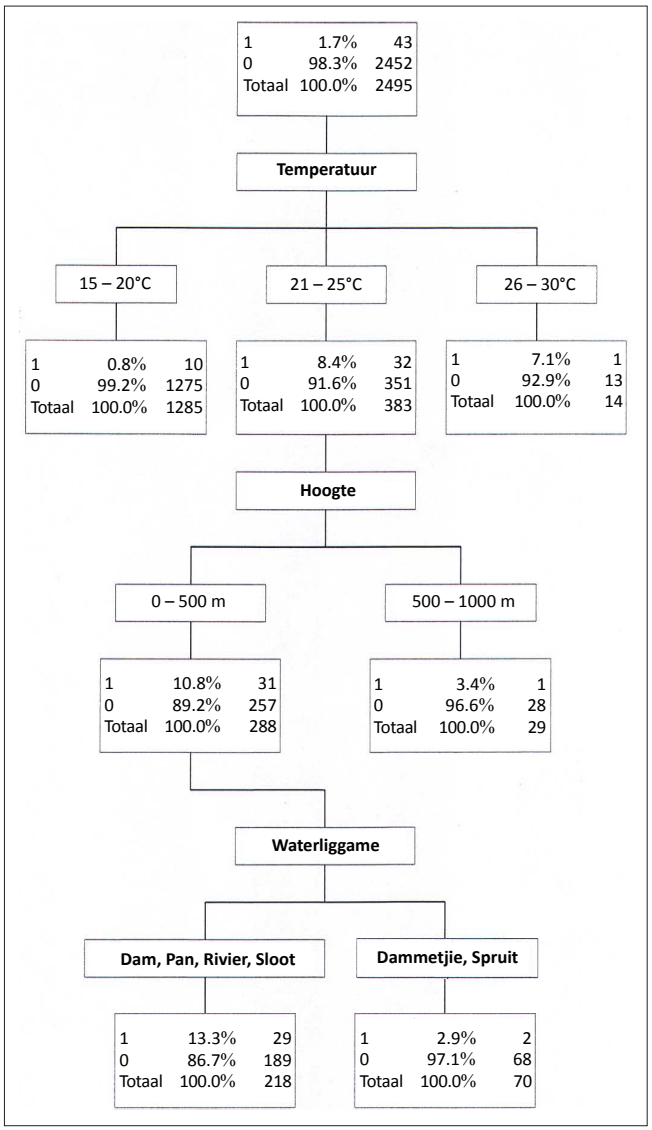
Spesies	*N*	Temperatuur-intervalle (°C)					Indekse	s.a.	*vk*	*d*
		5–10	11–15	16–20	21–25	26–30				
Pisidium viridarium	639	201	271	164	3	–	1.947	0.764	39.22	-7.549
Pisidium casertanum	5	–	2	3	–	–	2.6	0.548	21.07	-5.147
Pisidium langleyanum	632	18	173	435	6	–	2.676	0.544	20.33	-4.867
Pisidium costulosum	428	1	139	284	4	–	2.68	0.492	18.34	-4.853
Unio caffer	58	–	6	45	6	1	3.026	0.461	15.24	-3.58
Pisidium ovampicum	7	–	–	5	2	–	3.167	0.408	12.89	-3.064
Sphaerium capense	25	–	1	17	7	–	3.24	0.523	16.14	-2.794
Corbicula fluminalis africana	390	–	1	291	94	4	3.267	0.437	13.38	-2.694
Pisidium pirothi	39	–	–	4	35	–	3.826	0.388	10.13	-0.639
Chambardia wahlbergi	43	–	–	10	32	1	3.825	0.378	10.1	0
Eupera ferruginea	169	–	–	6	157	6	4	0.267	6.68	0
Chambardia petersi	40	–	–	1	37	2	4	0.272	6.8	0

N, getal monsters; s.a., standaardafwyking; *vk*, variansiekoëffisiënt; *d*, effekgrootte.

Beide spesies is voorheen wydverspreid in die NKW aangetref, nege keer in dieselfde vierkante-lokus en verskeie kere in dieselfde habitat. Dit is derhalwe nie verbasend nie dat die tipes waterliggame waarin hulle voorgekom het, grootliks ooreengestem het (Tabel 1). Die feit dat *C. wahlbergi* verder weswaarts versprei het as *C. petersi*, kan moontlik verklaar word op grond van die resultate in Tabel 5 wat suggereer dat eersgenoemde spesie beter by laer temperature aangepas mag wees as *C. Petersi.* Hierdie feit sou eersgenoemde dan in staat kon stel om waterliggame op die Hoëveld te bevolk. Hierdie verskil was egter nie statisties-betekenisvol nie ($d < 0.5$; Tabel 5).

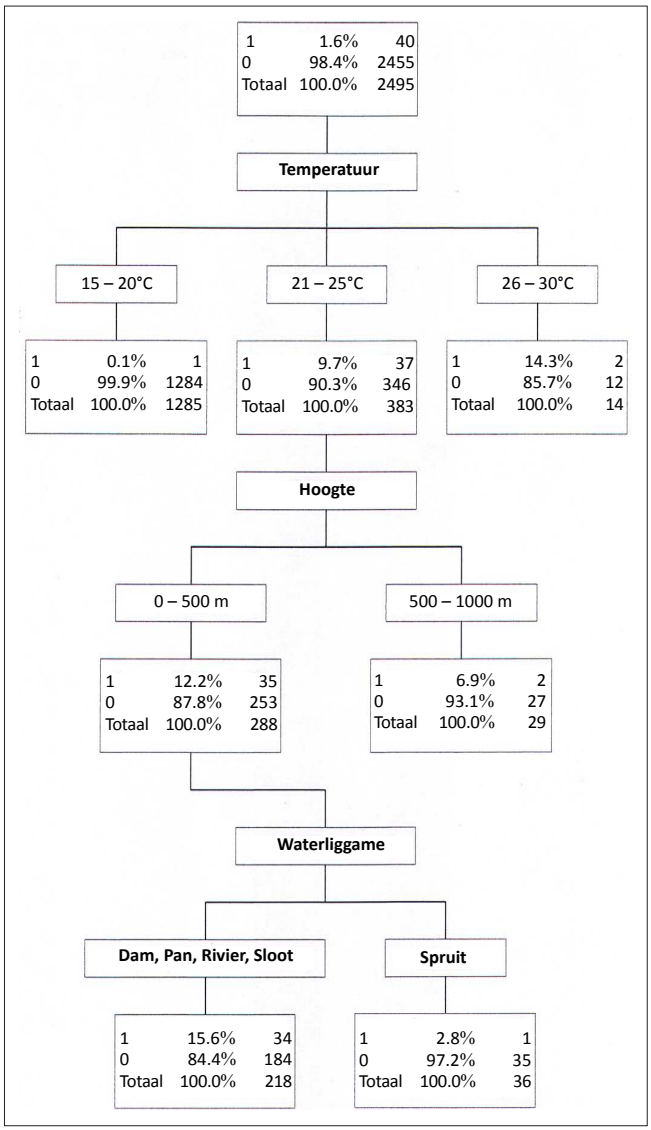
Soos reeds genoem, is die funksionele rol wat grawende varswatermossels in die ekostelsel speel nog relatief onbekend, maar Vaughn en Hakenkamp (2001) is van mening dat hulle oor die vermoë beskik om 'n groot invloed op biologiese prosesse in varswaterstelsels uit te oefen. Hulle kan die waterkolom filtreer en dan voedingstowwe uitskei wat as 'n geredelik beskikbare en bruikbare bron vir fitoplankton kan dien (James 1987; Vaughn & Hakenkamp 2001). Deur die beweging van grawende varswatermossels op die substraat word die sediment omgedolwe, voedingstowwe wat vasgevang is, word vrygestel en suurstofvlakke word in die proses verhoog (Vaughn & Hakenkamp 2001). Ons is nie bewus van enige navorsing in hierdie verband wat tot dusver op enigeen van ons inheemse varswatermosselspesies gedoen is nie. Die groot effekwaarde wat vir substratumtipes bereken is (Tabel 3), toon egter dat hierdie veranderlike 'n belangrike rol in die voorkoms van sowel *C. wahlbergi* as *C. petersi* in 'n gegewe waterliggaam gespeel het. Die groot effekwaardes wat vir waterliggame, vloeisnelheid, temperatuur, reënval en hoogte bo seevlak bereken is (Tabel 1, Tabel 2 en Tabel 4) dui daarop dat hierdie parameters ook betekenisvol bygedra het tot die daarstelling van die geografiese verspreiding van albei spesies, soos gedokumenteer in die NVWSV.

Volgens die hersiene weergawe van die IUCN Rooidatalys (Seddon *et al.* 2011) bestaan daar tans geen spesifieke inligting oor enigiets wat die voortbestaan van die twee *Chambardia* spesies wat tot dusver vir Suid-Afrika op rekord is, bedreig nie. Laasgenoemde outeurs vermeld egter dat habitatversteuring, soos byvoorbeeld mynbou-aktiwiteite, daarvoor berug is dat dit die voortbestaan van Bivalvia, wat in riviere voorkom, in die algemeen kan bedreig. *Chambardia* spesies het daarbenewens, ook soos *U. caffra*, 'n larfstadium wat 'n verpligte parasiet op varswatervisspesies is en derhalwe vir oorlewing en verspreiding van die visgasheer afhanklik is. Hierdie leefwyse maak hul voortbestaan nog meer kwesbaar, want faktore wat kanse vir die oorlewing



0, persentasies en getalle van alle ander Bivalvia-spesies; 1, persentasies en getalle van *C. wahlbergi.*

FIGUUR 2: Besluitnemingsboom van die voorkomsfrekwensie van *Chambardia wahlbergi* by bepaalde veranderlikes teenoor die voorkomsfrekwensie van alle ander Bivalvia-spesies wat in die databasis van die Nasionale Varswaterslakversameling opgeneem is.



0, persentasies en getalle van alle ander Bivalvia-spesies; 1, persentasies en getalle van *C. petersi.*

FIGUUR 3: Besluitnemingsboom van die voorkomsfrekwensie van *Chambardia petersi* by bepaalde veranderlikes teenoor die voorkomsfrekwensie van alle ander Bivalvia-spesies wat in die databasis van die Nasionale Varswaterslakversameling opgeneem is.

van die bepaalde visgasheer onseker mag maak, sou dus ook die voortbestaan van die mossels kon bedreig. Volgens Seddon *et al.* (2011) is egter min oor hierdie parasitiese larfstadiums en oor die visspesies wat betrokke is, bekend. Alhoewel ondersoeke deur Kenmuir (1980) oor die wisselwerking tussen die larfstadiums van verskeie mossel- en visspesies uit die Kariba- en Mcilwaine-meer nie tot definitiewe gevolgtrekkings gelei het nie, kon hy tog daarin slaag om verskeie visspesies onder eksperimentele toestande te besmet. Hy kon egter nie vasstel of die parasitiese larfstadiums gasheer-spesifiek is al dan nie, maar was wel van mening dat skub-dikte en bepaalde leefwyses faktore mag wees wat kan bydra tot die geskiktheid van 'n gegewe visspesie as potensiële gasheer.

Die oorgrote meerderheid lokaliteite wat vir beide spesies in die databasis van die NVWSV op rekord is, is in die NKW geleë en die grootste getal van die monsters dateer uit die laat sestigerjare van die vorige eeu. Soos reeds vermeld, dui resultate van meer onlangse opnames deur die outeurs in die NKW op 'n duidelik waarneembare afname in sowel die aantal positiewe lokaliteite as die aantal eksemplare per lokaliteit. Ons is derhalwe van mening dat daar wel rede tot kommer oor hul voortbestaan behoort te wees. Dit geld veral *C. Petersi,* want alhoewel ons data het wat toon dat die omvang van die verspreiding van *C. wahlbergi* in Suid-Afrika wyer is as wat tot dusver in die literatuur gedokumenteer is, is soortgelyke waarnemings nog nie vir eersgenoemde spesie gerapporteer nie. Grootskaalse opnames van varswater Mollusca deur staatsinstansies en plaaslike owerhede is in die tagtigerjare van die vorige eeu weens verskeie redes gestaak. Die geografiese verspreiding van die meerderheid spesies, soos gebaseer op die rekords in die NVWSV, is derhalwe grootliks verouder. Die feit dat *C. wahlbergi* wyer

FIGUUR 4: 'n Buitengewoon groot eksemplaar van *Chambardia wahlbergi* wat in 2006 lewend naby die monding van die Rhenosterrivier in die Vaalrivier versamel is.

verspreid is as wat voorheen gerapporteer is, het aan die lig gekom deur die toedoen van verskeie individue wat toevallig daarop afgekom het. Hierdie geval beklemtoon die behoefte om versamelings te doen wat ten doel het om die geografiese verspreiding van alle varswater Mollusca op te dateer. Geselekteerde gebiede kan geteiken word met die oog op die tussengasheerslakke van ekonomies belangrike parasiete en terselfdertyd sou die inligting wat in die proses bekom word, lig kon werp op die bewaringstatus van die Suid-Afrikaanse Mollusca in die algemeen. Laasgenoemde aspek is veral belangrik in die lig van die feit dat 42% van die 693 gedokumenteerde uitsterwings van enige hoof taksonomiese groep in die diereryk sedert die jaar 1500 spesies van nie-mariene Mollusca is (Lydeard *et al.* 2004). Sulke opnames sou ook kon meehelp om eksotiese indringer-Mollusca in varswater wat tot dusver nog nie gerapporteer is nie en intussen die land mag binnegekom het, op te spoor. Terselfdertyd sou die verspreiding van eksotiese indringerspesies wat reeds teenwoordig is, gemoniteer kon word.

Betreffende die bewaring van varswatermossels, vermeld Seddon *et al.* (2011) dat hulle nie bewus is van enige strategieë wat tans in plek is nie, maar hulle is van mening dat inligting betreffende die ekologie, bevolkingsgrootte en verspreiding van die Bivalvia waardevol sal wees en dat veral die verhouding tussen hierdie mossels en hul onderskeie visgashere beter verstaan behoort te word. Alhoewel daar volgens ons wete tans ook in Suid-Afrika nog geen bewaringstrategieë bestaan wat spesifiek op enige van Suid-Afrika se varswater Mollusca gerig is nie, behoort die Departement Waterwese en Bosbou se projekte soos die *South African River Health Programme* belangrike insette tot die bewaring en voortbestaan van alle varswater fauna van hierdie landte lewer.

Erkenning

Ons opregte dank en waardering word hiermee betuig aan prof. H.S. Steyn van die Statistiese Konsultasiediens en prof. D.A. de Waal van die Sentrum vir Bedryfswiskunde en Informatika van die Noordwes-Universiteit, Potchefstroomkampus, vir hulp met die prosessering en statistiese verwerking van die data. Die finansiële steun en beskikbaarstelling van infrastruktuur deur die Eenheid vir Omgewingswetenskappe en -Bestuur van die Potchefstroomkampus van die Noordwes-Universiteit word met dank erken.

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 artikel.

Outeursbydrae

K.N.d.K (Noordwes-Universiteit) was die projekleier, het die data uit die databasis onttrek en verwerk en die manuskrip geskryf. C.T.W. (Noordwes-Universiteit) het konseptuele bydraes gemaak en was betrokke by die beplanning en die voorbereiding van die manuskrip.

Literatuurverwysings

Appleton, C.C., 1996, *Freshwater molluscs of southern Africa*, University of Natal Press, Pietermaritzburg.

Appleton, C.C., 2002, 'Mollusca', in I.J. De Moor & J.A. Day (eds.), *Guides to the Freshwater Invertebrates of Southern Africa, Arachnida & Mollusca, Araneae, Water Mites & Mollusca,* pp. 42–125, WRC Report No 182/02, Water Research Commission, Pretoria.

Appleton, C.C. & Curtis, B.A., 2007, 'An annotated checklist of the freshwater bivalves (Mollusca: Bivalvia) of Botswana and Namibia', *Annals of the Eastern Cape Museum* 6, 45–71.

Breiman, L., Friedman, J.H., Olshen, R.A. & Stone, C.J., 1984, *Classification and Regression Trees,* Chapman & Hall, London.

Cohen, J., 1977, *Power analysis for the behaviour sciences*, rev. edn., Academic Press, Orlando.

Connolly, M., 1939, 'A monographic survey of the South African non-marine Mollusca', *Annals of the South African Museum* 33, 1–660.

Daget, J., 1998, *Catalogue raisonné des mollusques bivalves d'eau africains,* Backhuys Publishers, Leiden.

De Kock, K.N. & Wolmarans, C.T., 1998, 'A re-evaluation of the occurrence of freshwater molluscs in the Kruger National Park', *Koedoe* 41, 1–8.

De Kock, K.N. & Wolmarans, C.T., 2004, 'Verspreiding en habitats van *Gyraulus connollyi*, slaktussengasheer van ingewandsbotte van die familie Echinostomatidae, in Suid-Afrika', *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie* 23(3), 79–86.

De Kock, K.N. & Wolmarans, C.T., 2005a, 'Distribution and habitats of the *Bulinus africanus* species group, snail intermediate hosts of *Schistosoma haematobium* and *S. mattheei* in South Africa', *Water SA* 31(1), 117–126. http://dx.doi.org/10.4314/wsa.v31i1.5128

De Kock, K.N. & Wolmarans, C.T., 2005b, 'Distribution and habitats of *Bulinus depressus* and possible role as intermediate host of economically important helminth parasites in South Africa', *Water SA* 31(4), 491–496.

De Kock, K.N. & Wolmarans, C.T., 2006, 'Verspreiding en habitats van *Gyraulus costulatus*, potensiële slaktussengasheer van ingewandsbotte van die familie Echinostomatidae in Suid-Afrika', *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie* 25(1), 19–32.

De Kock, K.N. & Wolmarans, C.T., 2007, 'Verspreiding en habitats van *Ceratophallus natalensis* (Mollusca: Planorbinae) in Suid-Afrika', *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie* 26(2), 109–120.

De Kock, K.N. & Wolmarans, C.T., 2008, 'Verspreiding en habitats van *Pisidium viridarium* Kuiper, 1956 (Bivalvia: Sphaeriidae) soos weerspieël deur die rekords van die Nasionale Varswaterslakversameling van Suid-Afrika', *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie* 27(3), 183–195.

De Kock, K.N. & Wolmarans, C.T., 2009, 'Verspreiding van *Burnupia capensis* (Walker, 1912) en *Burnupia stenochorias* (Melvill & Ponsonby, 1903) (Gastropoda: Ancylidae) in Suid-Afrika', *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie* 28(3), 220–235.

De Kock, K.N. & Wolmarans, C.T., 2010, 'Verspreiding en habitats van *Unio caffer* Krauss, 1848 (Bivalvia: Unionoida: Unionidae) in Suid-Afrika gebaseer op die rekords in die databasis van die Nasionale Varswaterslakversameling', *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie* 29(4), 173–185.

De Kock, K.N., Wolmarans, C.T., Bornman, M. & Maree, D.C., 2002, 'Verspreiding en habitats van *Bulinus tropicus*, tussengasheerslak van die peervormige bot, *Calicophoron microbothrium*, in Suid-Afrika', *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie* 21(4), 114–120.

De Kock, K.N., Wolmarans, C.T. & Du Preez, L.H., 2002, 'Freshwater mollusc diversity in the Kruger National Park: a comparison between a period of prolonged drought and a period of exceptionally high rainfall', *Koedoe* 45(2), 1–11.

Haas, F., 1936, 'Binnen-Mollusken aus Inner Afrika', *Abhandlungen der senckenberggischen naturforschenden Gesellschaft* 431, 1–156.

James, M.R., 1987, 'Ecology of the freshwater mussel *Hydridella mensiesi* (Gray) in a small oligotrophic lake', *Archiv für Hydrobiologie* 108, 337–348.

Kenmuir, D.H.S., 1980, 'Aspects of the biology and population dynamics of freshwater mussels in Lake Kariba and Lake Mcilwaine', PhD thesis, Dept. of Zoology, University of Natal.

Lydeard, C., Cowie, R.H., Ponder, W.F., Bogan, A.E., Bouchet, P., Clark, S.A., Cummings, K.S., Frest, T.J., Gargominy, O., Herbert, D.G., Hershler, R., Perez, K.E., Roth, B., Seddon, M., Strong, E.E. & Thompson, F.G., 2004, 'The global decline of nonmarine mollusks', *BioScience* 54(4), 321–330. http://dx.doi.org/10.1641/0006-3568(2004)054[0321:TGDONM]2.0.CO;2

Mandahl-Barth, G., 1988, *Studies on African Freshwater Bivalves*, Danish Bilharziasis Laboratory, Charlottenlund.

Oberholzer, G. & Van Eeden, J.A., 1967, 'The freshwater molluscs of the Kruger National Park', *Koedoe* 10, 1–42.

Potts, W.J.E., 1999, *Decision Tree Modeling Course Notes*, Cary, SAS Institute Inc.

Seddon, M., Appleton, C., van Damme, D. & Graf, D., 2011, 'Freshwater molluscs of Africa: diversity, distribution and conservation', in W.R.T. Darwall, K.G. Smith, D.J. Allen, R.A. Holland, I.J. Harrison & E.G.E. Brooks, (eds.), *The diversity of life in African freshwaters: Under water, under threat. An analysis of the status and distribution of freshwater species throughout mainland Africa,* IUCN, pp. 92–125, Cambridge, United Kingdom and Gland.

Van Damme, D., 1984, 'The freshwater Mollusca of Northern Africa. *Developments in Hydrobiology'* 25, 1–164.

Vaughn, C.C. & Hakenkamp, C.C., 2001, 'The functional role of burrowing bivalves in freshwater ecosystems' *Freshwater Biology* 46, 1431–1446. http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2427.2001.00771.x

Wolmarans, C.T. & De Kock, K.N., 2006, 'The current status of freshwater molluscs in the Kruger National Park' *Koedoe* 49(2), 39–44.