© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Chemotaxonomische Untersuchung der Gattung *Charybdis* SPETA (*Urgineoideae, Hyacinthaceae*)[1]

LISELOTTE KRENN, BRIGITTE KOPP,
FRANZ SPETA & WOLFGANG KUBELKA

Abstract

Chemotaxonomical investigation of the genus *Charybdis* SPETA (*Urgineoideae, Hyacinthaceae*)

This chemotaxonomic investigation shows that the species of the genus *Charybdis* SPETA can be distinguished by their bufadienolide pattern. For use in medicine only *Charybdis maritima* (L.) SPETA meets the specifications of the German (DAB 1999) and the British (B.P. 2000) Pharmacopoeia due to its high content of scillarenin glycosides. As rodenticide, red bulbous plants from Sardegna, southern Italy, Albania and the Ionic Islands are recommended. They contain high concentrations of the active substance scilliroside.

Key words

Charybdis, chemistry, bufadienolides.

[1] *Teil der Dissertation L. Krenn 1990*

Stapfia 75,
zugleich Kataloge des OÖ. Landesmuseums,
Neue Folge Nr. 164 (2001), 101-120

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Einleitung

Die Meerzwiebel stellt eine uralte Heilpflanze dar und wurde bereits im antiken Ägypten in der Therapie gegen Wassersucht eingesetzt, wie dem Papyrus Ebers (Abb. 1) zu entnehmen ist. In der griechischen und römischen Medizin fand die



Abb. 1:
Papyrus Ebers

Zwiebel - Bulbus Scillae - in unterschiedlichen Zubereitungsformen auch bei Asthma und Husten, Frauenleiden und Erkrankungen des Magen-Darm-Traktes Anwendung, wobei man üblicherweise "weisse" Zwiebeln einsetzte. Im Mittelalter trat die medizinische Verwendung der Meerzwiebel in Europa etwas in den Hintergrund, um im 18. Jahrhundert durch VAN SWIETEN in der Therapie von Herzerkrankungen wieder eine Renaissance zu erleben. "Rote" Meer- oder Mäusezwiebeln kamen dagegen seit dem Mittelalter als Rattengift zum Einsatz (SPETA 1980). Daraus geht hervor, dass schon vor Jahrhunderten je nach Verwendungszweck zwischen unterschiedlichen "Erscheinungsformen" der Meerzwiebel differenziert wurde. Die Unterscheidung zwischen einer "weissen" und einer "roten Varietät" war bis vor wenigen Jahrzehnten unumstritten und ist vielfach noch heute gebräuchlich z.B. in Arzneibuchmonographien.

Erst im 20. Jahrhundert gelang die Isolierung der Wirkstoffe aus der Meerzwiebel. Es handelt sich dabei um herzwirksame Steroide aus der Gruppe der Bufadienolide, die in Form von Glykosiden in der Pflanze enthalten sind (Abb. 2).

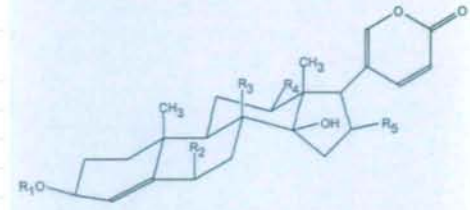
Heute kommen in der Behandlung der Herzinsuffizienz wegen der besseren Dosierbarkeit nur mehr Reinsubstanzen zur Anwendung. Eines dieser herzwirksamen Glykoside ist Proscillaridin A (Abb. 2), das aus Meerzwiebeln isoliert wird. Die Droge "Bulbus Scillae" ist daher als Ausgangsmaterial für die Isolierung dieses Wirkstoffs im Deutschen (DAB 1999) und im Britischen (B.P. 2000) Arzneibuch offizinell. Sowohl im DAB 1999 als auch in der B.P. 2000 wird die "weißzwiebelige Rasse" gefordert, wobei das DAB 1999 *Urginea maritima* (L.) BAKER und die B.P. 2000 *Drimia maritima* (L.) STEARN als Stammpflanze angibt. Rotschalige Zwiebeln sind nicht zugelassen. Die unterschiedliche Bezeichnung der Stammpflanze in den Arzneibüchern gibt einen Hinweis auf die Schwierigkeiten bei der Einordnung der Meerzwiebel im botanischen System.

1980 wurde durch morphologische und karyologische Untersuchungen nachgewiesen, dass die Einteilung von *Urginea maritima* (L.) BAKER in eine "weiß- und eine rotzwiebelige" Rasse nicht aufrechtzuerhalten ist. Sie ergaben, dass sich *Urginea maritima* (L.) BAKER in mindestens sechs Arten aufgliedert (SPETA 1980). Mit der Neuordnung von *Scilla* L. s. l. wurden die Meerzwiebeln aus der Gattung *Urginea*

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

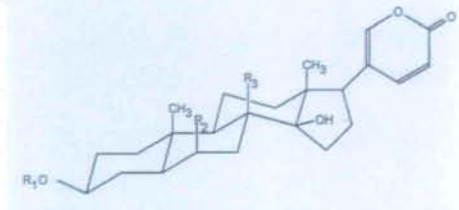
Abb. 2:
Strukturen der wichtigsten Bufadienolide in der Gattung *Charybdis*

	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5
Proscillaridin A	rha	H	H	H	H
Scillarenin-3-O-ß-D-glucosid	glu	H	H	H	H
Scillaren A	rha-glu	H	H	H	H
Glucoscillaren A	rha-glu-glu	H	H	H	H
Scillarenin-3-O-a-L- rhamnosido-4´-ß-D-glucosido-3"-ß-D-glucosid	rha-glu-glu	H	H	H	H
Scillarenin-3-O-a-L- 2´,3´-diacetylrhamnosido-4´-ß-D-glucosid	diac-rha-glu	H	H	H	H
Scillarenin-3-O-a-L- 2´,3´-diacetylrhamnosido-4´-ß-D-glucosido-3"-ß-D-glucosid	diac-rha-glu-glu	H	H	H	H
Scillarenin-3-O-a-L- 2´,3´-diacetylrhamnosido-4´-ß-D-glucosido-4"-ß-D-glucosid	diac-rha-glu-glu	H	H	H	H
Scillirubrosid	glu	H	OH	H	H
Scilliphaeosid	rha	H	H	OH	H
12-epi-Scilliphäosid	rha	H	H	aOH	H
Scilliphäosidin-3-O-ß-glucosid	glu	H	H	OH	H
Glucoscilliphäosid	rha-glu	H	H	OH	H
Desacetylscillirosid	glu	OH	OH	H	H
Scillirosid	glu	OAc	OH	H	H
12ß-Hydroxy-scillirosid	glu	OAc	OH	OH	H
16ß-O-Acetyl-scillarenin-3-O-ß-D-glucoside	glu	H	H	H	OAc

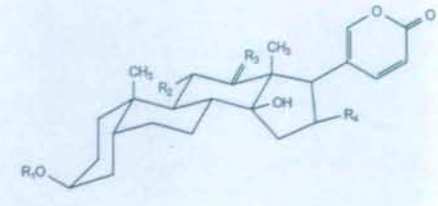


ac	Acetyl	glu	Glucose
rha	Rhamnose	thev	Thevetose

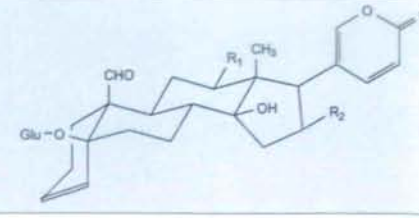
	R_1	R_2	R_3
5a-4,5-Dihydro-proscillaridin A	rha	H	H
5a-4,5-Dihydro-scillaren A	rha-glu	H	H
5a-4,5-Dihydro-glucoscillaren A	rha-glu-glu	H	H
5a-4,5-Dihydro-scillirosidin-3-O-a-L-thevetosido-4'-ß-D-glucosid	thev-glu	OAc	OH
5a-4,5-Dihydro-scillirosidin-3-O-a-L-thevetosido-ß-D-glucosido-ß-D-glucosid	thev-glu-glu	OAc	OH



	R_1	R_2	R_3	R_4
Gamabufotalin-3-O-a-L-rhamnosid	rha	H	H,H	H
Gamabufotalin-3-O-a-L-rhamnosido-ß-D-glucosid	rha-glu	H	H,H	H
Arenobufagin-3-O-a-L-rhamnosido-ß-D-glucosid	rha-glu	OH	O	H
16ß-O-Acetylgamabufotalin-3-O-a-L-rhamnosid	rha	H	H,H	OAc



	R_1	R_2
Scilliglaucosid	H	H
12ß-Hydroxy-scilliglaucosid	OH	H
Scillicyanosid	H	OH



ac	Acetyl	glu	Glucose
rha	Rhamnose	thev	Thevetose

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

ausgegliedert und in die neue Gattung *Charybdis* gestellt (SPETA 1998).

Bereits aufgrund der Unterteilung von *Urginea maritima* (L.) BAKER in sechs Arten war es von Interesse, ob die Arten Unterschiede in Bufadienolidgehalt und -zusammensetzung zeigen. Erste Untersuchungen an einigen morphologisch und karyologisch definierten Proben hatten darauf hingewiesen (KOPP 1983).

Durch detaillierte chemotaxonomische Untersuchungen sollte daher geklärt werden, ob nicht nur anhand botanischer Merkmale, sondern auch anhand des Wirkstoffspektrums und -gehaltes eine Differenzierung der Arten der Gattung *Charybdis* möglich ist.

Für die Isolierung von Proscillaridin A ist Droge mit einem hohen Bufadienolidgehalt und einem möglichst großen Anteil der Substanz am Wirkstoffkomplex erforderlich. Daher war ein weiteres Ziel dieser Analysen, festzustellen, ob eine der Arten diese für eine wirtschaftliche Gewinnung der Verbindung notwendigen Eigenschaften aufweist und für die Kultivierung herangezogen werden könnte.

Ein weiterer Aspekt betraf die seit dem Mittelalter bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts übliche Verwendung der "roten" Meerzwiebel als Rodentizid. Bei dieser Anwendung stellt Scillirosid (Abb. 2) die Wirksubstanz dar. Da die Meerzwiebeln aus Wildaufsammlungen sehr unterschiedliche Scil-



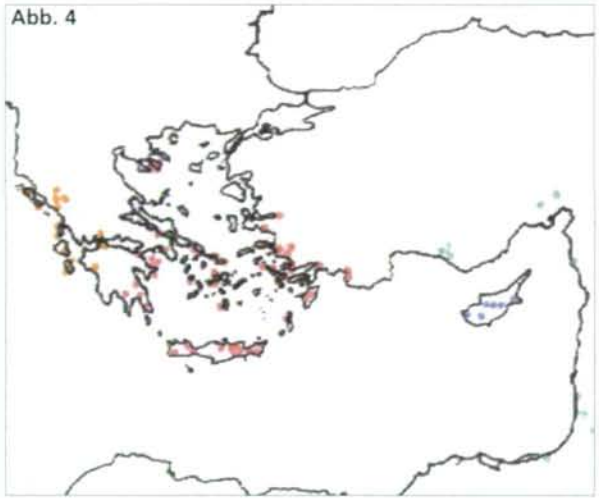


Abb. 3:
Standorte der untersuchten Proben aus dem westlichen Mittelmeerraum
- *C. maritima*
- *C. sp.*
- *C. numidica*
- *C. pancration*

Abb. 4:
Standorte der untersuchten Proben aus dem östlichen Mittelmeerraum
- *C.elata* Zypern
- *C.elata* Naher Osten
- *C. aphylla*
- *C. sp.*



Abb. 5: Zwiebel von *Charybdis pancration*

Abb. 6: Zwiebel von *Charybdis aphylla*



© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

lirosidkonzentrationen aufwiesen und damit die Toxizität des Materials sehr unterschiedlich war, wurden vermehrt andere Substanzen als Rattengift verwendet (VERBISCAR & al. 1986, 1987). Die zunehmende Resistenz und Vorsicht der Ratten gegenüber diesen Rodentiziden



Abb. 7:
Charybdis elata

lenkte die Aufmerksamkeit wieder auf die Meerzwiebel. Die völlig unterschiedliche Wirkweise des Scillirosids ist in diesem Zusammenhang besonders bedeutsam. Es war somit auch von Interesse, ob sich eine der Arten durch einen besonders hohen Gehalt an Scillirosid auszeichnet und damit als Ausgangsmaterial zur Rodentizidgewinnung empfohlen werden könnte.

Zur Klärung dieser Fragen wurden im Rahmen der vorliegenden Arbeit morphologisch und karyologisch definierte Proben der Gattung *Charybdis* von ca. 190 Standorten aus dem gesamten Mittelmeerraum mit Ausnahme von Korsika, Libyen und Algerien untersucht (Tab. 1 und Abb. 3 und 4). Dabei handelte es sich um Muster der diploiden (2n = 20) Art *Charybdis pancration* (STEINH.) SPETA aus Süditalien und von den Balearen (Abb. 5), der tetraploiden Arten *Charybdis aphylla* (FORSKAL) SPETA aus Griechenland und der Türkei (Abb. 6), *Charybdis elata* (ANDR.) SPETA aus dem Nahen Osten und Ägypten (Abb. 7), *Charybdis hesperia* (WEBB & BERTH.) SPETA aus Teneriffa (Abb. 8) und *Charybdis numidica* (JORD. & FOURR.) SPETA aus Tunesien (Abb. 9) sowie der hexaploiden Art *Charybdis maritima* (L.) SPETA aus Portugal, Spanien und Marokko (Abb. 10).

Der Gesamtbufadienolidgehalt der Zwiebeln wurde spektrophotometrisch bestimmt. Das Wirkstoffmuster wurde mit Hilfe der Dünnschichtchromatographie und der Hochleistungsflüssigchromatographie überprüft.

Abb. 8



Abb. 9



Abb.10



Abb. 8:
Zwiebel von *Charybdis hesperia*

Abb. 9:
Zwiebel von *Charybdis numidica*

Abb. 10:
Zwiebel von *Charybdis maritima*

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Material und Methoden

Gesamtbufadienolidbestimmung: entsprechend KOPP & al. 1990.

Bestimmung der Bufadienolidzusammensetzung: Es wurden die Extrakte nach der Quantifizierung des Gesamtbufadienolidgehaltes untersucht. Dünnschichtchromatographie (DC) und Hochleistungsflüssigchromatographie (HPLC): entsprechend KRENN 1996.

Alle verwendeten Vergleichssubstanzen wurden im Institut für Pharmakognosie der Universität Wien isoliert und strukturell aufgeklärt (KIRCHNER 1978, KOPP 1990a, b & al. 1996, KRENN & al. 1988, 1991, 1992a, b, 1993, 1994, 1996a, b, NAIDIS 1989).

Pflanzenmaterial: Es standen über 130 tetraploide, 25 hexaploide, 21 diploide und 2 triploide Proben für die Untersuchungen zur Verfügung. Drei Exemplare wurden karyologisch nicht bestimmt (Appendix 1).

Ergebnisse und Diskussion

Zur Abklärung der Frage, wie weit der Bufadienolidkomplex von Pflanzen eines Standortes differiert, wurden jeweils 10 Zwiebeln von zwei Fundorten (Sikia, Griechenland und Gümüldür, Türkei) mittels DC untersucht. Die Proben aus Sikia wiesen identische Wirkstoffspektren auf (Abb. 11). Bei den Zwiebeln aus Gümüldür war festzustellen, dass die qualitative Zusammensetzung des Bufadienolidmusters gleich ist, die mengenmäßige Beteiligung der Einzelkomponenten am Wirkstoffkomplex aber etwas variieren kann. Das Resultat, dass Pflanzen eines Standortes, die zur selben Zeit geerntet werden, qualitativ das gleiche Herzglykosidmuster aufweisen, stellte die Grundlage für den Vergleich des Wirkstoffmusters von Einzelindividuen verschiedener Herkünfte dar.

Eine weitere Voraussetzung für die vergleichende Untersuchung der Proben war die Kenntnis etwaiger Änderungen des Bufadienolidmusters während der Vegetationsperiode. Dazu wurden der Einzel- und Gesamtbufadienolidgehalt der pharmazeutisch verwendeten bzw. rodentizid wirkenden Spezies innerhalb der Vegetationsperiode an *C. maritima*, *C. numidica*, *C. pancration*, *C. elata* sowie von Scillirosid-haltigen Meerzwiebeln aus Korfu über mindestens einen Entwicklungszyklus untersucht. Insgesamt zeigten diese Untersuchungen, daß der Gesamtbufadienolidgehalt der verschiedenen Arten,

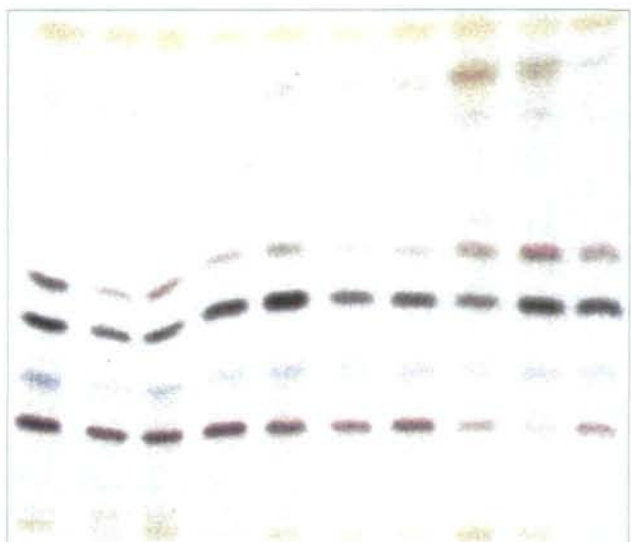


Abb. 11:
DC der Extrakte von 10 Zwiebeln von *Charybdis aphylla* des Standortes Sikia mit gleichem Erntedatum Bedingungen siehe Material und Methoden

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

bezogen auf das Frischgewicht, während der Vegetationsperiode nur relativ geringfügig schwankt. Bezogen auf das Trockengewicht waren stärkere Unterschiede beobachtbar. Das Wirkstoffmuster der einzelnen Arten blieb qualitativ während der gesamten Vegetationsperiode konstant. Es konnten allerdings deutliche quantitative Unterschiede beobachtet werden (KRENN & al. 1996a).

Da aufgrund dieser Resultate je nach Entwicklungsstadium mit variierenden Gesamtwirkstoffmengen in den Zwiebeln gerechnet werden musste, sollte die Quantifizierung des Gesamtbufadienolidgehaltes der verschiedenen Muster zeigen, ob tendenziell Unterschiede im Wirkstoffgehalt der *Charybdis*-Arten bestehen und diese mit dem Ploidiegrad korrelieren. Die Bestimmung erfolgte spektrophotometrisch (KOPP & al. 1990).

Der Wirkstoffgehalt von *C. maritima* lag zwischen 0,22 und 4,08 % (bezogen auf das Trockengewicht = TG) bzw. 0,03 und 0,62 % (bezogen auf das Frischgewicht = FG), der Durchschnittswert bei 1,78 (= TG) bzw. 0,28 % (= FG). Die niedrigsten Konzentrationen wiesen drei Proben aus Marokko und fünf Zwiebeln aus Portugal auf. Alle übrigen Muster enthielten über 1 % Bufadienolide (Tab. 2 und Abb. 12).

Der Bufadienolidgehalt von *C. hesperia* schwankte zwischen 0,82 und 2,24 % (= TG) bzw. 0,11 und 0,41 % (= FG). Die durchschnittliche Konzentration betrug 1,65 % bzw. 0,28 % (Tab. 2 und Abb. 12).

Die Schwankungen im Glykosidgehalt von *C. pancration* gingen von 0,28 bis 1,49 % (= TG) bzw. 0,04 bis 0,27 % (= FG). Die Durchschnittswerte betrugen 0,69 bzw. 0,13 % (Tab. 2 und Abb. 12).

Die Wirkstoffkonzentration von *C. numidica* schwankte zwischen 0,12 und 1,15 % (= TG) bzw. 0,03 und 0,23 % (= FG), der Mittelwert lag bei 0,55 bzw. 0,09 % (Tab. 2 und Abb. 12).

Auffallend war, daß die meisten Proben einen Gehalt von 0,3 % und weniger aufwiesen. Nur bei drei Mustern (IN-I/35 Hi Bon, LEH III/97-4 Monastir, IN-I/46-Tunesien) lag er um 1%.

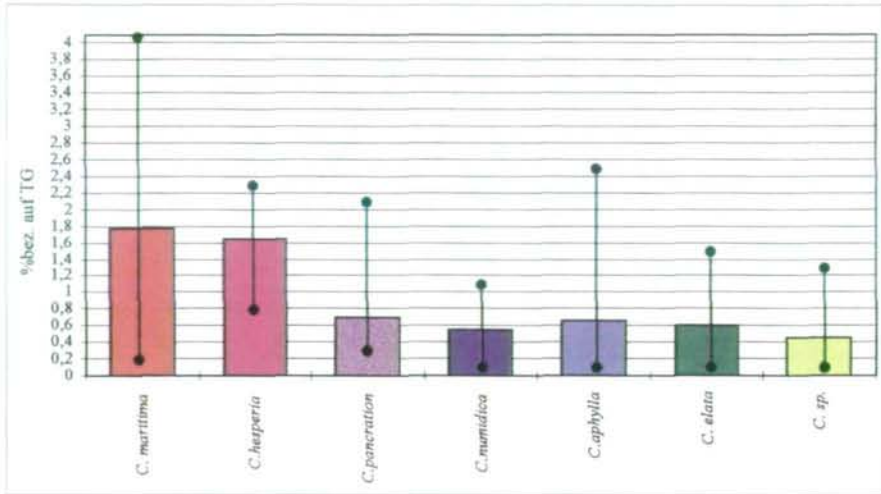


Abb. 12:
Gesamtbufadienolidgehalt der Muster der untersuchten *Charybdis*-Arten, durchschnittlicher Wert mit Minimal- und Maximalwerten, bezogen auf die Droge

Die Schwankungen im Wirkstoffgehalt von *C. aphylla* gingen von 0,08 bis 2,47 % (= TG) bzw. 0,02 bis 0,33 % (= FG). Die Durchschnittswerte betrugen 0,65 % bzw. 0,10 %. Ähnliche Ergebnisse erhielten wir mit 0,13 bis 1,52 % (= TG) (Durchschnitt 0,60 %) und 0,02 - 0,26 % (= FG) (Durchschnitt 0,09 %) bei *C. elata* (Tab. 2 und Abb. 12).

Rote, tetraploide Meerzwiebeln aus Sardinien, Süditalien, Albanien und von den Ionischen Inseln (*Charybdis sp.*, Abb. 13) enthielten geringe Bufadienolidmengen [0,08 - 1,24 % (= TG), Durchschnitt 0,46 %; 0,01 - 0,23 % (= FG), Durchschnitt 0,09 %].

Tabelle 2:
Durchschnittlicher Gesamtbufadienolidgehalt der Charybdis-Arten, bezogen auf Trocken- und Frischgewicht

Art	Ploidiegrad	Gehalt in % bez. auf TG	Gehalt in % bez. auf FG
C. maritima	2n = 60	1,78	0,28
C. hesperia	2n = 40	1,65	0,28
C. pancration	2n = 20	0,69	0,13
C. numidica	2n = 40	0,55	0,09
C. aphylla	2n = 40	0,65	0,10
C. elata	2n = 40	0,60	0,09
C. sp.	2n = 40	0,46	0,09

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Der Vergleich des Gesamtbufadienolidgehaltes der Proben zeigte Überschneidungen bei den verschiedenen *Charybdis*-Arten. Es wurde deutlich, daß Einzelindividuen nicht anhand der Wirkstoffkonzentration einer der Arten zugeordnet werden können.

Die Durchschnittsbufadienolidgehalte der drei Ploidiestufen der Gattung *Charybdis* unterscheiden sich jedoch eindeutig. Die Untersuchungen zeigten, daß die hexaploide *C. maritima* den höchsten Bufadienolidgehalt aufweist. Nur geringfügig weniger Herzglykoside enthält die tetraploide *C. hesperia*, die damit eine Ausnahme unter den tetraploiden Arten bildet. Ungefähr die Hälfte der Wirkstoffkonzentration dieser Arten ist in der diploiden *C. pancration* nachweisbar, ca. ein Drittel in der tetraploiden *C. numidica*. Geringfügig höhere Glykosidmengen als in *C. numidica* sind in tetraploiden Meerzwiebeln der Arten *C. aphylla* und *C. elata* enthalten. Den niedrigsten Bufadienolidgehalt - ca. ein Fünftel bis ein Viertel jenes von *C. maritima* - zeigen rotschalige Zwiebeln aus Sardinien, Italien und von den Ionischen Inseln.

Zum Vergleich des Bufadienolidmusters wurden Extrakte aller Proben mittels DC und HPLC aufgetrennt. Schon im DC-Vergleich zeichneten sich für die einzelnen Arten charakteristische Bufadienolidmuster ab. Bei dieser Unterscheidung durch den Vergleich der Hauptkomponenten der untersuchten Proben konnte



Abb. 13:
Zwiebel von *Charybdis sp.*

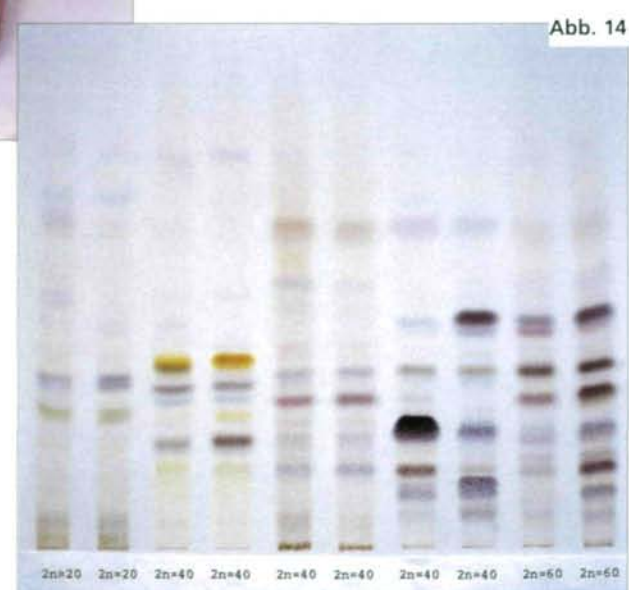


Abb. 14

Abb. 14:
DC der Extrakte von je zwei Mustern von *C. hesperia, C. maritima, C. aphylla, C. sp.* aus Sardinien und *C. pancration;* Bedingungen siehe Material und Methoden

Bahn 1 und 2: *C. pancration* (2n = 20)
Bahn 3 und 4: *C. sp.* (2n = 40)
Bahn 5 und 6: *C. aphylla* (2n = 40)
Bahn 7 und 8: *C. hesperia* (2n = 40)
Bahn 9 und 10: *C. maritima* (2n = 60)

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

der Anteil der einzelnen Bufadienolide am Wirkstoffkomplex nur grob geschätzt werden. Die Identifizierung von Nebenglykosiden gelang nur teilweise, da diese Substanzen oft von Begleit- und/oder Hauptwirkstoffen überlagert waren oder ihre Konzentration an der Nachweisgrenze lag. Dadurch wurde die Zuordnung von Proben zu den einzelnen Arten besonders dann erschwert, wenn Einzelindividuen eine für die jeweilige Art charakteristische Verbindung nur in kleiner Menge enthielten. Zur mengenmäßigen Erfassung der einzelnen Bufadienolide am Gesamtglykosidkomplex, zur Identifizierung und Quantifizierung der Nebenglykoside und zur Trennung von Substanzen, die bei der DC den gleichen Rf-Wert aufwiesen, erfolgte daher die Auftrennung der Extrakte mittels HPLC.

Es konnten 64 verschiedene Bufadienolide in den Extrakten nachgewiesen werden, von denen mehr als 40 durch Cochromatographie mit authentischen Vergleichssubstanzen identifiziert wurden. Die quantitative Bestimmung der einzelnen Substanzen erfolgte durch Ermittlung der prozentuellen Flächenanteile bezogen auf die Gesamtpeakfläche. Da 23 Bufadienolide nur in wenigen Proben in geringer Konzentration vorlagen, wurden für die Beurteilung der Meerzwiebeln 41 Substanzen herangezogen.

Im Gegensatz zur Gesamtwirkstoffkonzentration kann das Herzglykosidmuster von einzelnen Meerzwiebeln für die Zuordnung zu einer der *Charybdis*-Arten herangezogen werden (Abb. 14). Die DC- und HPLC-Untersuchungen zeigten aufgrund der Einheitlichkeit der Einzelindividuen besonders für C. *maritima*, C. *pancration* und C. *numidica* charakteristische Bufadienolidspektren, anhand derer Proben der einzelnen Arten identifizierbar sind. Aber auch die anderen Arten sind anhand des Wirkstoffkomplexes unterscheidbar:

Für C. *maritima* stellen Glucoscilliphäosid, Scillicyanosid, Scilliphäosid, Glucoscillaren A, 5*a*-4,5-Dihydroglucoscillaren A, Scillaren A, 5*a*-4,5-Dihydroscillaren A, Proscillaridin A und 5*a*-4,5-

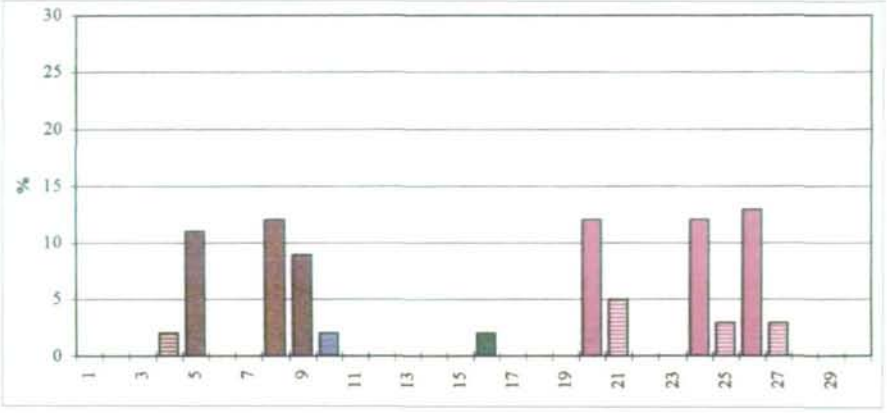


Abb. 15:

Charakteristisches Wirkstoffspektrum von C. *maritima;* Anteil Einzelkomponenten in % des Gesamtbufadienolidkomplexes

Es wurden folgende für die Beurteilung wichtigsten Bufadienolide in die Abbildung aufgenommen:

1 12ß-Hydroxy-scilliglaucosid
2 12ß-Hydroxy-scillirosid
3 Scilliphäosidin-3-O-ß-D-glucosid
4 Scillicyanosidin-3-O-ß-D-glucosid
5 Glucoscilliphäosid
6 Gamabufotalin-3-O-a-L-rhamnosido-ß-D-glucosid
7 16ß-O-Acetylgamabufotalin-3-O-a-L-rhamnosid
8 Scillicyanosid
9 Scilliphäosid
10 Gamabufotalin-3-O-a-L-rhamnosid
11 Arenobufagin-3-O-a-L-rhamnosido-ß-D-glucosid
12 12-epi-Scilliphäosid
13 16ß-O-Acetyl-scillarenin-3-O-ß-D-glucosid
14 Desacetylscillirosid
15 Scillirubrosid
16 Scilliglaucosid
17 Scillirosid
18 Scillarenin-3-O-ß-D-glucosid
19 5a-4,5-Dihydroscillirosidin-3-O-a-L-thevetosido-ß-D-glucosido-ß-D-glucosid
20 Glucoscillaren A
21 5a-4,5-Dihydro-glucoscillaren A
22 Scillarenin-3-O-a-L-rhamnosido-4'-ß-D-glucosido-3"-ß-D-glucosid
23 5a-4,5-Dihydroscillirosidin-3-O-a-L-thevetosido-ß-D-glucosid
24 Scillaren A
25 5a-4,5-Dihydro-scillaren A
26 Proscillaridin A
27 5a-4,5-Dihydroproscillaridin
28 Scillarenin-3-O-a-L-2',3'-diacetylrhamnosido-4'-ß-D-glucosido-4"-ß-D-glucosid
29 Scillarenin-3-O-a-L-2',3'-diacetylrhamnosido-4'-ß-D-glucosido-3"-ß-D-glucosid
30 Scillarenin-3-O-a-L-2',3'-diacetylrhamnosido-4'-ß-D-glucosid

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

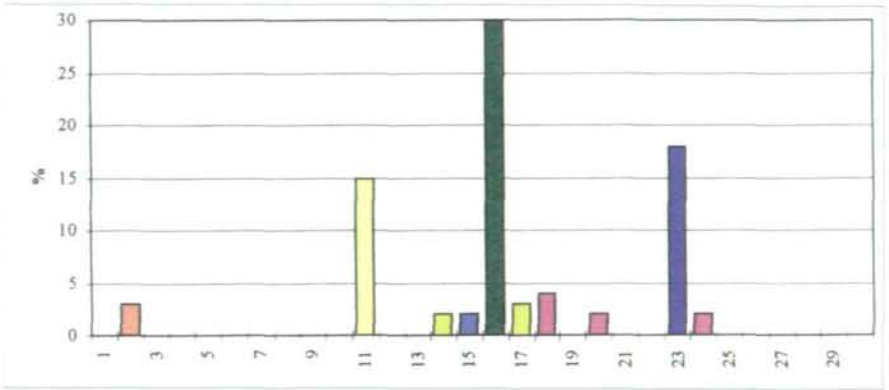


Abb. 16:
Charakteristisches Wirkstoffspektrum von *C. pancration;* Anteil der Einzelkomponenten in % des Gesamtbufadienolidkomplexes; Legende s. Abb. 15

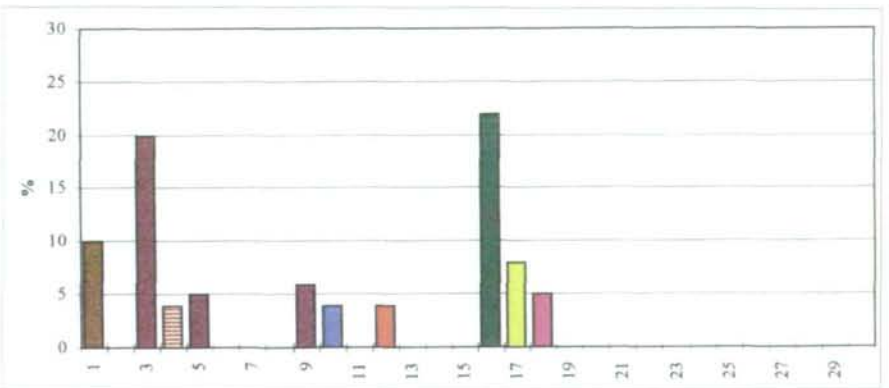


Abb. 17:
Charakteristisches Wirkstoffspektrum von *C. numidica;* Anteil der Einzelkomponenten in % des Gesamtbufadienolidkomplexes; Legende s. Abb. 15

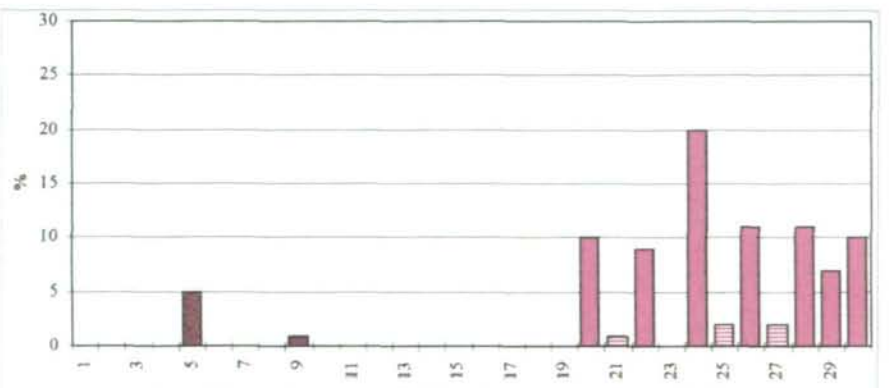


Abb. 18:
Charakteristisches Wirkstoffspektrum von *C. hesperia;* Anteil der Einzelkomponenten in % des Gesamtbufadienolidkomplexes; Legende s. Abb. 15

Dihydroproscillaridin die typischen Bestandteile des Glykosidkomplexes dar. Die 5*a*-4,5-Dihydroscillareninglykoside sind allerdings nur mittels HPLC erfaßbar, da sie in den üblicherweise für Bufadienolide verwendeten DC-Systemen nicht von den entsprechenden Scillareninglykosiden getrennt werden können (Abb. 15).

C. pancration zeigt mit den Hauptkomponenten 5*a*-4,5-Dihydroscillirosidin-3-O-*a*-L-thevetosido-*β*-D-glucosid, Scilliglaucosid und Arenobufagin-3-O-*a*-L-rhamnosido-*β*-D-glucosid ein sehr einfaches Glykosidmuster. Daneben sind in geringer Konzentration häufig Scillirosid und Scillarenin-3-O-*β*-D-glucosid enthalten (Abb. 16).

Das typische Wirkstoffspektrum von *C. numidica* weist hauptsächlich Scilliphäosidinglykoside wie Scilliphäosidin-3-O-*β*-D-glucosid als Hauptkomponente, Scilliphäosid und Glucoscilliphäosid sowie Scilliglaucosid und 12*β*-Hydroxyscilliglaucosid auf. Scillirosid tritt in dieser rotzwiebeligen Art nur als Nebenkomponente auf (Abb. 17).

Im komplexen Glykosidspektrum von *C. hesperia* sind ausschließlich Scillarenin- und Scilliphäosidinderivate enthalten, wobei polare Triglykoside überwiegen. In dieser Art wurden erstmals Bufadienolidglykoside nachgewiesen, die als Zuckerkomponente 2,3-Diacetylrhamnose aufweisen (KRENN & al. 1988). Trotz dieser charakteristischen Substanzen ist aufgrund der geringen Zahl der zur Verfügung stehenden Zwiebeln eine Aussage über den typischen Bufadienolidkomplex dieser Art jedoch nur mit Vorbehalt möglich (Abb. 18).

Für *C. aphylla* typisch sind Gamabufotalin-3-O-*a*-L-rhamnosid und Scilliglaucosid, daneben enthalten fast alle Proben Scillicyanosidin-3-O-*β*-D-glucosid,

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Gamabufotalin-3-O-*a*-L-rhamnosido-*β*-D-glucosid, 16*β*-O-Acetylgamabufotalin-3-O-*a*-L-rhamnosid und Scillicyanosid. Bei den Nebenkomponenten des Bufadienolidkomplexes sind regionale Unterschiede zu beobachten: In den meisten Mustern vom Peloponnes und den Kykladen können Scilliphäosidin-3-O-*β*-D-glucosid und 12*β*-Hydroxy-scillirosid nachgewiesen werden. Einige dieser Meerzwiebeln zeigen damit Ähnlichkeiten im Glykosidspektrum mit den Proben von den Ionischen Inseln. Der Wirkstoffkomplex von Exemplaren von C. *aphylla*, die von den Sporaden oder aus der Türkei stammen, ähnelt dagegen in den Nebenglykosiden jenem von C. *elata* (Abb. 19).

Das Bufadienolidmuster von C. *elata* ist sehr komplex zusammengesetzt Die eindeutige Identifizierung ist durch den Gehalt an 16*β*-O-Acetyl-scillarenin-3-O-*β*-D-glucosid und 16*β*-O-Acetyl-scillarenin-3-O-*a*-L-rhamnosid möglich, die in C. *aphylla* fehlen. Weitere charakteristische Bufadienolide des Wirkstoffspektrums dieser Art sind Scillirosid, Scillarenin-3-O-*β*-D-glucosid, 5*a*-4,5-Dihydroscillirosidin-3-O-*a*-L-thevetosido-*β*-D-glucosido-*β*-D-glucosid, Glucoscillaren A, 5*a*-4,5-Dihydroscillirosidin-3-O-*a*-L-thevetosido-*β*-D-glucosid und Proscillaridin A. Typische Bestandteile des Bufadienolidkomplexes von Meerzwiebeln aus Nahost sind 12*β*-Hydroxy-scillirosid und 5*a*-4,5-Dihydro-12*β*-hydroxy-scillirosidin-3-O-*a*-L-thevetosid. Dagegen zeigen die Proben dieser Art aus Zypern durch das Auftreten von Scillicyanosidin-3-O-*β*-D-glucosid, 16*β*-O-Acetylgamabufotalin-3-O-*a*-L-rhamnosid, Scillicyanosid und Gamabufotalin-3-O-*a*-L-rhamnosid Ähnlichkeiten mit dem Glykosidmuster von C. *aphylla* (Abb. 20).

Für die tetraploiden, rotzwiebeligen Proben aus Süditalien, Sardinien, Albani-

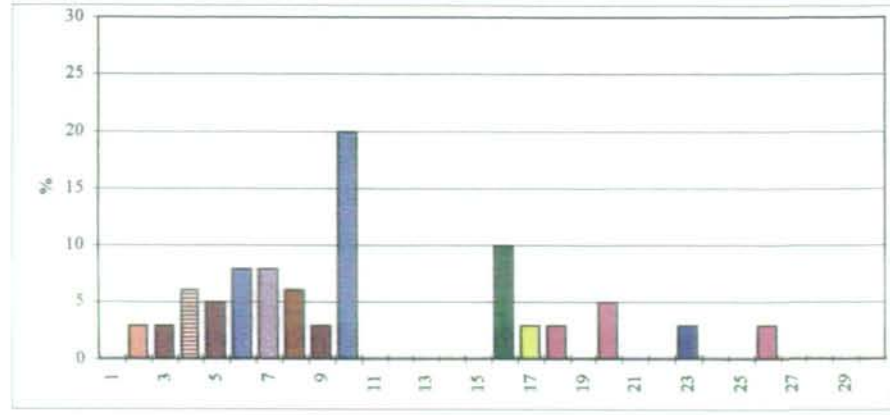


Abb. 19:

Charakteristisches Wirkstoffspektrum von *C. aphylla;* Anteil der Einzelkomponenten in % des Gesamtbufadienolidkomplexes; Legende s. Abb. 15

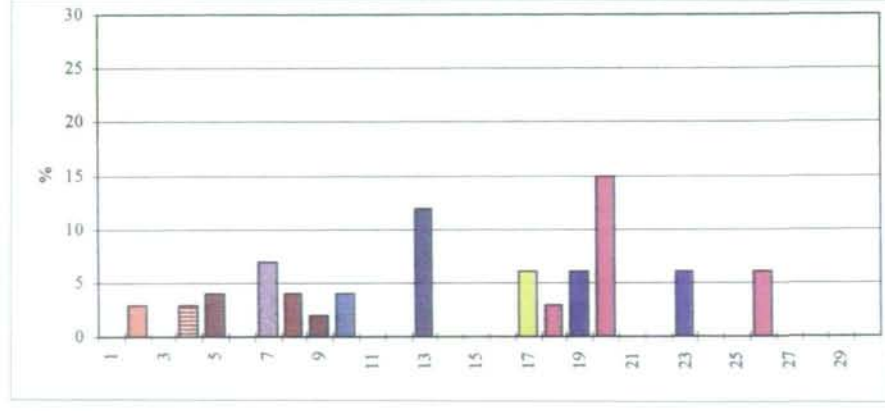


Abb. 20:

Charakteristisches Wirkstoffspektrum von *C. elata;* Anteil der Einzelkomponenten in % des Gesamtbufadienolidkomplexes; Legende s. Abb. 15

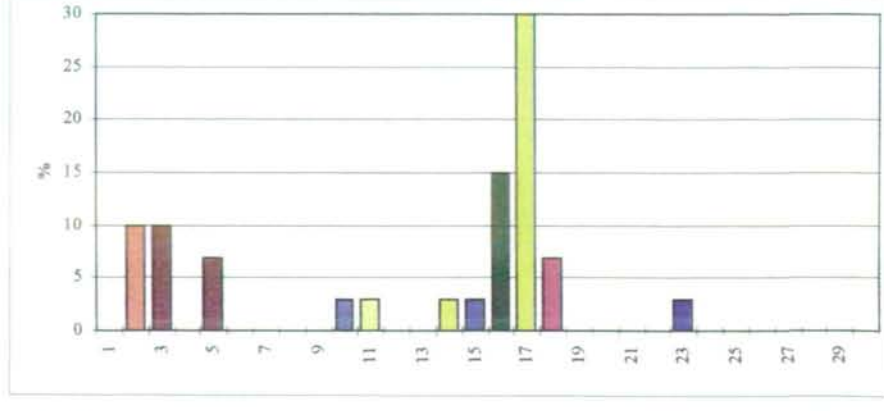


Abb. 21:

Charakteristisches Wirkstoffspektrum von *C. sp.* aus Sardinien, Süditalien, Albanien und von den Ionischen Inseln; Anteil der Einzelkomponenten in % des Gesamtbufadienolidkomplexes; Legende s. Abb. 15

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

en und von den Ionischen Inseln, die ursprünglich C. *numidica* zugerechnet wurden und dieser Art auch im Habitus ähneln, ist ein hoher Anteil an Scillirosid und Scilliglaucosid am Gesamtbufadienolidkomplex charakteristisch. Daneben sind meist 12β-Hydroxy-scillirosid, Scilliphäosidin-3-O-β-D-glucosid und Scillarenin-3-O-β-D-glucosid nachweisbar. In den italienischen Proben treten häufig Arenobufagin-3-O-α-L-rhamnosido-β-D-glucosid und 5α-4,5-Dihydroscillirosidin-3-O-α-L-thevetosido-β-D-glucosid als Nebenglykoside auf, in den Mustern von den Ionischen Inseln dagegen nur selten. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, daß in Italien C. *pancration* mit diesen Substanzen als Hauptkomponenten das gleiche Verbreitungsgebiet hat, wie diese roten tetraploiden Meerzwiebeln. Ein mögliches Differenzierungsmerkmal zu C. *numidica* ist 12β-Hydroxy-scillirosid, das in den rotzwiebeligen Proben aus dem nördlichen Mittelmeerraum sehr häufig und oft in hoher Konzentration auftritt, in C. *numidica* dagegen fehlt bzw. das für C. *numidica* charakteristische 12β-Hydroxy-scilliglaucosid. Diese Meerzwiebeln enthalten die für "*Urginea maritima* var. *rubra*" als charakteristisch angegebene (KIRCHNER 1978) Bufadienolidzusammensetzung. Aufgrund der chemischen Analysen sind diese Individuen von den anderen *Charybdis*-Arten unterscheidbar (Abb. 21). Ob es sich um eine eigene Art handelt, ist in weiteren botanischen Untersuchungen abzuklären.

Die triploiden Muster aus Italien, die Proben von den Balearen und ein Exemplar aus Malta konnten anhand der chemischen Analysen nicht eingeordnet werden.

Der Vergleich dieser zahlreichen Proben bestätigte die Ergebnisse der ersten orientierenden Untersuchungen (KOPP 1983), der Aufarbeitung von Zwiebeln der einzelnen Arten (KOPP & al. 1990b, KOPP & al. 1996, KRENN & al. 1988, 1991, 1992a, b, 1994, 1996) und der Überprüfung des Bufadienolidkomplexes von sechs Populationen während der Vegetationsperiode (KRENN & al. 1996a).

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, dass die Arten der Gattung *Charybdis* anhand der Zwiebelfarbe nicht unterscheidbar, sehr wohl jedoch anhand ihres Bufadienolidmusters differenzierbar sind. Während die Arten C. *maritima*, C. *pancration*, C. *hesperia* und C. *elata* grünliche bis weiße Zwiebeln und C. *numidica* rote Zwiebeln aufweisen, konnten bei C. *aphylla* grünlich-weiße bis tiefrot gefärbte Zwiebeln beobachtet werden, die jedoch anhand ihres Wirkstoffspektrums eindeutig zuzuordnen waren.

Die erhaltenen Resultate stehen im Einklang mit molekulargenetischen Untersuchungen zahlreicher Meerzwiebeln mittels Mikrosatelliten-Markern, in denen eine vergleichbare Einteilung der Muster erzielt wurde (PFOSSER & SPETA 2001). Die ursprünglich in der Gattung *Urginea* verbliebene Art *Urginea undulata*, die als Hauptbufadienolid Scillirosid enthält, wurde bei diesen Untersuchungen interessanterweise zu den tetraploiden, rotzwiebeligen Proben aus Süditalien, Sardinien, Albanien und von den Ionischen Inseln mit der derselben Leitsubstanz gestellt und sie gehört zweifellos noch zur Gattung *Charybdis*. Bei *Urginea fugax* hingegen, in der nur bisher unbekannte Bufadienolide detektierbar waren, wurde eine Verwandtschaft zu indischen Vertretern der Urgineoideae festgestellt.

Für die pharmazeutische Verwendung sind aufgrund der Anforderungen der Arzneibücher ausschließlich C. *maritima* und C. *hesperia* geeignet. Nur sie erfüllen mit der weißen Zwiebelfarbe in Verbindung

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

mit dem Gehalt an Scillaren A und Proscillaridin A sowie dem Fehlen von Scillirosid die Forderungen des DAB 1999. Da allerdings C. *hesperia* eine auf Teneriffa endemische Art darstellt, sollte bei einer Revision der Monographie "Meerzwiebel" als Stammpflanze C. *maritima* (L.) SPETA angegeben werden.

Für die Gewinnung von Scillirosid als Rodentizid wären rote Meerzwiebeln aus Süditalien, Sardinien, Albanien und von den Ionischen Inseln am besten geeignet.

Zusammenfassung

In umfangreichen chemotaxonomischen Untersuchungen konnte an ca. 190 Proben der Gattung *Charybdis* aus dem gesamtem Mittelmeerraum gezeigt werden, dass die Arten C. *maritima*, C. *hesperia*, C. *numidica*, C. *aphylla*, C. *elata* und C. *pancration* anhand ihres Bufadienolidmusters unterscheidbar sind. Tetraploide, "rote" Meerzwiebeln aus Sardinien, Süditalien, Albanien und den Ionischen Inseln differieren in ihrem Wirkstoffkomplex von jenem der anderen Arten. Für die pharmazeutische Verwendung kommt aufgrund der Anforderungen des Deutschen (DAB 1999) und des Britischen (B.P. 2000) Arzneibuches nur *Charybdis maritima* (L.) SPETA in Frage. Zur Gewinnung von Scillirosid als Rodentizid sind rote Meerzwiebeln aus Süditalien, Sardinien, Albanien und von den Ionischen Inseln am besten geeignet.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle 1: Bezeichnung und Ploidiegrad der untersuchten Proben

Probenbezeichnung	Chromosomenzahl	Probenbezeichnung	Chromosomenzahl
TENERIFFA			
LEH II/61 Teneriffa	2n = 40	**LEH II/164 Teneriffa***	2n = 40
nw. Buenavista		**LEH II/168-2 Teneriffa**	2n = 40
LEH III/98-2 Teneriffa	2n = 40	LI-1498	
1,5 km nw El Medano			
MAROKKO			
Marokko*	2n = 60	**LEH III/90-2 Larache**	2n = 60
LEH III/90-1 Tetouan	2n = 60	ca. 10 km Richtung Tetouan	
Souk Larbaa		**LEH III/99-2 Asni**	2n = 60
		Kiefernwald bei Asni	
PORTUGAL			
Figueira da Foz	2n = 60	**IN-I/4 Haut Alentejo 3**	2n = 60
Coimbra	2n = 60	Mamedegebirge, Strecke n. San Antonio	
IN-I/2 Oeiras weiß	2n = 60	**IN-I/61 Haut Alentejo 4**	2n = 60
Estacao Agronomica National		Mamedegebirge, zw. Portagem u. Porto da	
IN-I/2 Oeiras rot	2n = 60	Espada	
Estacao Agronomica National		**IN-I/61 Haut Alentejo 5**	2n = 60
IN-I/3 Lissabon-2*	2n = 60	Portel – a. d. Strecke n. Vera Cruz	
IN-I/3 Lissabon-3*	2n = 60	**IN-I/62 Haut Alentejo 6**	2n = 60
IN-I/4 Haut Alentejo 1	2n = 60	Portel – a. d. Strecke n. Monte do Triga	
Straßenrand b. Elvas, Vedor		**IN-I/62 Haut Alentejo 7**	2n = 60
IN-I/4 Haut Alentejo 2	2n = 60	Portel – a. d. Strecke n. S. Pedro	
Arronches – a. d. Strecke nach Portoalegre			
SPANIEN			
IN-I/19 Sevilla	2n = 60	**LEH III/101-3 Loja**	2n = 60
Feld zw. Gines und Espartinas		in Steineichenwald	
IN-I/20 Sevilla	2n = 60	**LEH II/167-4 Cordoba***	2n = 60
Cadiz – Villamenga del Rosario		**LEH III/99-1 Barcelona**	2n = 20
LEH III/97-3 Madrid	2n = 60	Botan. Garten	
zw. Tarifa und Algeciras		**LEH II/60 Alicante**	2n = 60
Ronda	2n = 60	Pega	
südl. des Ortes		**La Herrandura**	2n = 60
BALEAREN			
LEH II/162 Formentera		**LEH II/168-1 Mallorca**	**2n = 20**
La Mola, Formentera		LI-1498	

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Probenbezeichnung	Chromosomenzahl
ITALIEN	
IN-I/16 Neapel	2n = 20
Umgebung d. Stadt	
LEH III/106-3 Gargano	2n = 20
LEH III/109-2 Gargano	2n = 20
LEH II/62 Grottaglie	2n = 20
zw. Grottalgie und Martina-Franca	
LEH II/62 Paolo VI	2n = 20
Quartiere Paolo VI di Taranto	
Marina di Pulsano	2n = 20
LEH III/105 Frascineto	2n = 20
Squillace	2n = 20
Tropea	2n = 20
IV/1982 Äol. Inseln	2n = 20
LEH II/6 Messina	2n = 20
Strand bei Messina	
IN-I/13 Messina	2n = 20
Strand a. d. Meerenge v. Messina	
LEH III/162-2 Mte. Venere	2n = 20
westl. Taormina	
LEH II/165 Catania	2n = 20
LEH III/102-1 San Angelo	2n = 20
S. Angelo Muxaro b. Agrigento	
IN-I/16 Palermo	2n = 20
Inv. della Beffa*	2n = 20
San Pancrazio	2n = 20
IN-I/15 Siena	2n = 30
LEH II/165 Perugia	
Botan. Garten	
IN-I/14 Giannutri	2n = 30
LEH II/169-1 Bari	2n = 40
a.d. Autobahn nördl. Bari	
LEH II/164 Puglia*	2n = 40
IN-I/15 Palermo	2n = 40
Umgebung d. Stadt	
IN-I/17 Sta. Gilla	2n = 40
LEH II/164 Osilo	2n = 40
Su Paris de Coloru	
LEH II/149 Sardinien 3	2n = 40
zw. Sassari u. Palmadula, b. Saccheddu	
LEH II/149 Sardinien 6	2n = 40
Capo Caccia	
LEH II/149 Sardinien 8	2n = 40
Porto Conte Bucht b. Fertilia	
LEH II/149 Sardinien 11	2n = 40
Mte. Pettenadu zw. Alghero u. Villanova	
LEH II/149 Sardinien 12	2n = 40
6km südl. Villanova Richtg. Bosa	
LEH II/149 Sardinien 15	2n = 40
Strand bei La Caletta	
LEH II/149 Sardinien 16	2n = 40
Capo Comino	
LEH II/149 Sardinien 19	2n = 40
Ölbaumkulturen b. Orosei	
LEH II/149 Sardinien 21	2n = 40
zw. La Traversa u. Nuoro	
LEH II/149 Sardinien 22	2n = 40
b. Nouro in Richtg. Abbasanta	
LEH II/149 Sardinien 52	2n = 40
westl Pula, Tal nach Ismolas	
MALTA	
Malta*	2n = 20
GRIECHENLAND	
LEH II/168-3 Korfu	2n = 40
LEH III/106-2 Palaeo-Chlomos	2n = 40
ssw Messonghi am See Korrison	
LEH II/62 Igoumenitsa	2n = 40
Lefkas*	2n = 40
LEH III/104-2 Lefkas	2n = 40
Südküste d. Insel	
LEH II/97-1 Kephalinia	2n = 40
IN-I/9 Zakynthos*	2n = 40
LEH III/85-1 Zakynthos	2n = 40
2 km westl. Ay. Nikolaos	
LEH III/85-2 Zakynthos	2n = 40
b. Katastari	
LEH III/85-3 Zakynthos	2n = 40
1km nördl. Limni Keri	
Patras Astakos	2n = 40
IN-I/10 Parga	2n = 40
IN-I/8 Pyrgos	2n = 40
Athanasios Diakos	
IN-I/10 Antirion	2n = 40
1660-67 Taygetos	2n = 40
1650-52 Apidhias	2n = 40

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Probenbezeichnung	Chromosomenzahl
1653-55 Monemvasia	2n = 40
LEH III/87-1 Tiros	2n = 40
LEH II/156 Hydra	2n = 40
Steilküste 5 km westl. Hydra	
LEH II/156 Methana	2n = 40
i. d. Nähe des Orts	
IN-I/8 Ägina Ag.Marina	2n = 40
Alones	
Ägina*	2n = 40
1482 Piräus	2n = 40
LEH II/156 Halkida	2n = 40
1307-30 Andros	2n = 40
1474 Tinos	2n = 40
LEH III/104-3 Mykonos	2n = 40
nahe d. Stadt Mykonos a. Steilküste	
LEH II/156 Serifos	2n = 40
östl. d. Orts	
IN-I/7 Antiparos	2n = 40
IN-I/6 Paros Monastiri	2n = 40
IN-I/5 Paros Ag. Irini	2n = 40
IN-I/5 Paros Alikes	2n = 40
LEH III/86-3 Folegandros	2n = 40
LEH III/97-2 Santorini	2n = 40
Red Beach b. Akrotiri	
LEH III/86-1 Kreta	2n = 40
Paleochora	
1531-36 Kalives	2n = 40
Skaloti-Patrianos	2n = 40
1490 a Heraklion	2n = 40

Probenbezeichnung	Chromosomenzahl
2055 Aski	2n = 40
2075 Gonies	2n = 40
2068-75 Avdou	2n = 40
Mesa Lasithi	2n = 40
2159-63 Istro	2n = 40
2214-15 Ferma	2n = 40
2209-10 Lithines	2n = 40
IN-I/9 Kreta*	2n = 40
LEH III/104-1 Karpatos	2n = 40
Felsküste bei Lefkos	
LEH II/61 O-Rhodos	2n = 40
oberhalb Gaduras-Ebene	
LEH II/61 W-Rhodos	2n = 40
Bambikaf	
LEH III/87-3 Kos-Pili	2n = 40
LEH III/87-2 Kos	2n = 40
in Kos Stadt	
LEH III/162-3 Kos	2n = 40
b. Kreuzritterburg i. Antimachia	
LEH III/88-1 Lipsi	2n = 40
LEH III/86-2 Patmos	2n = 40
LEH III/92-3 Samos	2n = 40
a. d. Küste b. Kokkari	
IN-I/6 Sikia	2n = 40
Sikia, Garten	2n = 40
Sikia	2n = 40
BK IV-171-3 Paralia	2n = 40
BK IV-171-2 Toroni	2n = 40

TÜRKEI

LEH II/170-2 Gümüldür	2n = 40
kultiviert im botan. Garten v. Izmir	
LEH II/172-1 Bafa Gölü	2n = 40
kultiviert im botan. Garten v. Izmir	
IN-I/12 Gümüldür	2n = 40
a. d. Küste	
LEH II/163-1 Bafa Gölü	2n = 40
Südküste des Sees	
LEH II/163-2 Bafa Gölü	2n = 40
Olivenhain am See	
LEH II/163-3 Bafa Gölü	2n = 40
Westküste des Sees	
LEH II/169-3 Bafa Gölü	2n = 40
an der Straße nach Bodrum	
LEH II/170-1 Gökceler	2n = 40
bei Bodrum	
LEH II/170-4 Ardictepe	2n = 40
1 km östl. Bodrum	

LEH II/157 Bodrum	2n = 40
LEH II/168-4 Bodrum	2n = 40
1,5 km nördl. d. Stadt	
LEH II/170-3 Gerekuyu	2n = 40
15 km südl. Bodrum	
LEH II/169-2 Gürece	2n = 40
zw. Gürece und Turgutreis	
Marmaris	2n = 40
LEH II/172-2 Marmaris	2n = 40
kultiviert im botan. Garten v. Izmir	
LEH II/157 Ölü Deniz	2n = 40
Fethiye	2n = 40
LEH III/91-2 Antalya	2n = 40
LEH III/91-3 Antalya	2n = 40
8 km nach Antalya Richtg. Manavgat	
LEH III/92-1 Antalya	2n = 40
in der Ebene von Aksu	
IN-I/35 Alanya	2n = 40

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Probenbezeichnung	Chromosomenzahl	Probenbezeichnung	Chromosomenzahl
LEH III/91-4 Alanya	2n = 40	**LEH III/101-1 Adana**	2n = 40
5km ausserhalb der Stadt		**LEH III/105-1 Yilan Kalesi**	2n = 40
LEH III/92-4 Alanya	2n = 40	10 km westl v. Ceyhan	
Strand bei Alanya		**LEH III/162-1 Pita See**	2n = 40
ZYPERN			
LEH II/61 W-Polis	2n = 40	**BK IV/172-3 Nikosia**	2n = 40
Platres	2n = 40	20 km südl. d. Stadt	
LEH III/107-1 Dhenia	2n = 40	**LEH II/60 Ayia Napa**	2n = 40
BK IV/172-2 Nikosia	2n = 40	**IN-I/39 Zypern**	2n = 40
20 km südl. d. Stadt		nahe Nikosia	
SYRIEN			
LEH III/90-3 Lattakia	2n = 40	**IN-I/44 Damaskus***	2n = 40
Gelände d. arab. Forstinstitutes			
ISRAEL			
LEH III/92-2 Caesarea	2n = 40	**LEH III/88-2 Tel Aviv**	2n = 40
LEH III/91-1 Vadi Gilo	2n = 40	Botan. Garten d. Universität	
Jerusalem	2n = 40	**IN-I/27 Givat Ram**	2n = 40
Botan. Garten		Anlage d. Hebrew University	
IN-I/28 Tel Aviv	2n = 40	**IN-I/27 Beer Sheva**	2n = 40
JORDANIEN			
LEH II/167-1 Petra	2n = 40	**LEH III/89-4 Irbid**	2n = 40
LEH III/89-1 Amman	2n = 40	Mukhayim El Husun	
zw. Ain Gazzal u. Marka			
ÄGYPTEN			
LEH III/106-1 Cairo		**LEH III/88-3 El Arish**	2n = 40
Handelsmuster v. Markt			
TUNESIEN			
IN-I/35 Hi Bon	2n = 40	**LEH III/102-3 Ain Draham**	2n = 40
El Kef	2n = 40	5 km nördl. d. Ortes	
IN-I/46 Monastir	2n = 40+1	**LEH III/108-3 Ischkeul See**	2n = 40
LEH III/89-2 Ariana	2n = 40	**LEH III/163-1 Tabarka**	2n = 40
Versuchsanlage d. I.N.R.A.T.		Hotelanlage	
LEH III/97-4 Monastir	2n = 40		

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Literatur

KIRCHNER H. (1978): Über die herzwirksamen Inhaltsstoffe von *Urginea maritima* (L.) BAKER. — Dissertation, Universität Wien.

KOPP B. (1983): Bufadienolidgehalt, -zusammensetzung und -verteilung in einigen Mustern von *Urginea maritima* Agg. — Sci. Pharm. **51**: 238-248.

KOPP B., KRENN L., JURENITSCH J. (1990a): Bufadienolide in Meerzwiebeln. — Deutsche Apotheker-Zeitung **130**: 2175-2180.

KOPP B., UNTERLUGGAUER M., ROBIEN W., KUBELKA W. (1990b): Bufadienolide aus *Urginea pancration*. — Pl. Med. **56**: 193-197.

KOPP B., KRENN L., DRAXLER M., HOYER A., TERKOLA R., VALLASTER P., ROBIEN W. (1996): Bufadienolides from *Urginea maritima* from Egypt. — Phytochemistry **42**: 513-522.

KRENN L., JAMBRITS M., KOPP B. (1988): Bufadienolide aus *Urginea hesperia*. — Pl. Med. **54**: 227-232.

KRENN L. (1990): Über die Bufadienolide des *Urginea maritima* Aggregates. — Dissertation, Universität Wien.

KRENN L., FERTH R., ROBIEN W., KOPP B. (1991): Bufadienolide aus *Urginea maritima* s. str. — Pl. Med. **57**: 560-565.

KRENN L., BAMBERGER M., KOPP B. (1992a): Ein neues Bufadienolid aus *Urginea pancration* — Pl. Med. **58**: 284-285.

KRENN L., KOPP B., GRIESMAYER-CAMUS E., KUBELKA W. (1992b): Bufadienolide aus *Urginea aphylla* (FORSKAL) SPETA. — Sci. Pharm. **60**: 65-72.

KRENN L., KOPP B., BAMBERGER M., BRUSTMANN E., KUBELKA W. (1993): Bufadienolides and a Steroidal Sapogenin from *Urginea sanguinea* (*Hyacinthaceae*) — Nat. Prod. Lett. **3**: 139-143.

KRENN L., KOPP B., DEIM A., ROBIEN W., KUBELKA W. (1994): Zum Bufadienolidmuster der "roten Meerzwiebel". — Pl. Med. **60**: 63-69.

KRENN L., KOPP B., FERNANDEZ M., MACAL A., MACHHERNDL U., STEINLECHNER A., ABOUTABL E. A., KUBELKA W. (1996a): Bufadienolidgehalt und -zusammensetzung verschiedener Arten des *Urginea maritima* Aggregates: Änderungen während der Vegetationsperiode. — Sci. Pharm. **64**: 511-521.

KRENN L., KOPP B., STEURER S., SCHUBERT-ZSILAVECZ M. (1996b): 9-Hydroxyscilliphaeoside, a New Bufadienolide from *Urginea maritima*. — J. Nat. Prod. **59**: 612-613.

NAIDIS I. (1989): Über die herzwirksamen Glykoside aus *Urginea indica* (ROXB.) KUNTH. — Dissertation, Universität Wien.

PFOSSER M. F. & SPETA F. (2001): Bufadienolide und DNA-Sequenzen: Über Zusammenhalt und Aufteilung der *Urgineoideae* (*Hyacinthaceae*). — Stapfia **75**:

SPETA F. (1980): Karyosystematik, Kultur und Verwendung der Meerzwiebel (*Urginea* STEINH., *Liliaceae* s. l.). — Linzer Biol. Beitr. **12**: 193-238.

SPETA F. (1998): Systematische Analyse der Gattung *Scilla* L. s. l. (*Hyacinthaceae*) — Phyton (Horn) **38**: 1-141.

VERBISCAR J. A., BANIGAN T. F., SCHATZ R. A. (1987): Modification of red squill by *Aspergillus niger* — J. Agric. Food Chem. **35**: 365-368.

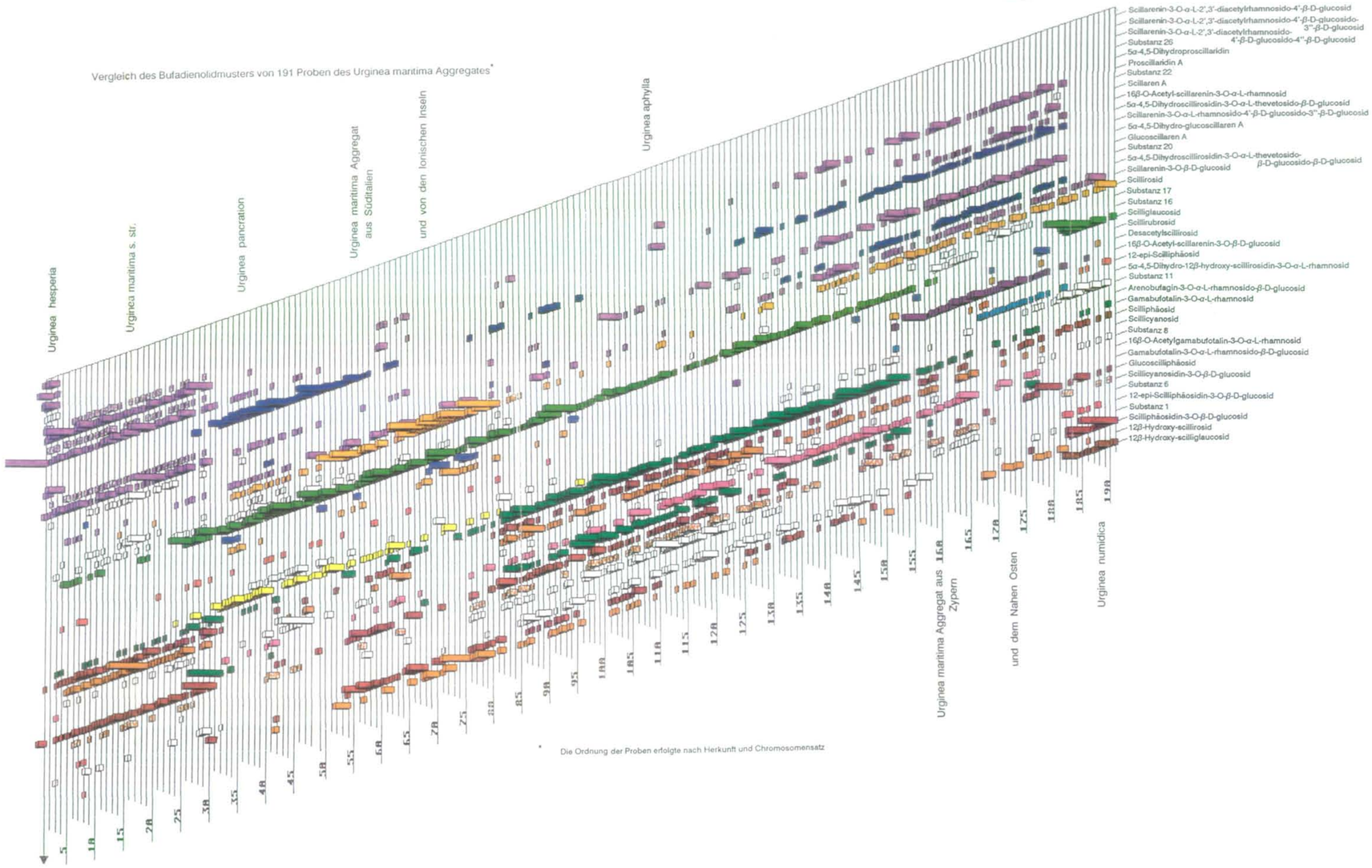
VERBISCAR A. J., PATEL J., BANIGAN T. F., SCHATZ R. A. (1988): Scilliroside and other *Scilla* compounds in red squill — J. Agric. Food Chem. **36**: 973-979.

Anschrift der Verfasser:

A.o. Univ.-Prof.
Dr. Liselotte KRENN
Institut für Pharmakognosie
Universität Wien
Althanstr. 14
A-1090 Wien

Doz. Dr. Franz SPETA
Biologiezentrum des
Oö. Landesmuseums
J.-W.-Klein-Strasse 73
A-4040 Linz

© Biologiezentrum Linz/Austria, download unter www.biologiezentrum.at



* Die Ordnung der Proben erfolgte nach Herkunft und Chromosomensatz

1	LEH III/98-2 Teneriffa	66	LEH III/168-3 Korfu	131	LEH III/92-3 Samos 1
2	LEH III/168-2 Teneriffa	67	LEH III/106-2 Palaeo-Chlomos	132	LEH II/170-2 Gümüldür
3	LEH II/164 Teneriffa	68	LEH II/62 Igoumenitsa 1	133	LEH II/172-1 Bafa Gölü
4	LEH II/61 Teneriffa	69	LEH II/62 Igoumenitsa 2	134	IN-I/12 Gümüldür
5	LEH III/99-2 Asni	70	LEH II/62 Igoumenitsa 3	135	LEH II/169-3 Bafa Gölü
6	LEH III/90-2 Larache	71	LEH II/62 Igoumenitsa 4	136	LEH II/163-1 Bafa Gölü
7	LEH III/90-1 Tetouan	72	LEH II/62 Igoumenitsa 5	137	LEH II/163-2 Bafa Gölü
8	Marokko	73	LEH II/62 Igoumenitsa 6	138	LEH II/163-3 Bafa Gölü
9	Figueira da Foz	74	Lefkas	139	LEH II/170-1 Gökceler
10	Coimbra	75	LEH III/104-2 Lefkas	140	LEH II/170-4 Ardictepe
11	IN-I/2 Oeiras weiß	76	IN-I/9 Zakynthos	141	LEH II/157 Bodrum
12	IN-I/2 Oeiras rot	77	LEH III/85-1 Zakynthos	142	LEH II/168-4 Bodrum
13	IN-I/3 Lissabon-2	78	LEH III/85-2 Zakynthos	143	LEH II/168-4 Bodrum rot
14	IN-I/3 Lissabon-3	79	LEH III/85-3 Zakynthos	144	LEH II/170-3 Gerekuyu
15	IN-I/4 Haut Alentejo 1	80	LEH II/97-1 Kephalinia	145	LEH II/169-2 Gürece
16	IN-I/4 Haut Alentejo 2	81	Patras Astakos	146	Marmaris
17	IN-I/4 Haut Alentejo 3	82	IN-I/10-Parga	147	LEH II/172-2 Marmaris
18	IN-I/61 Haut Alentejo 4	83	IN-I/8 Pyrgos	148	LEH II/157 Ölü Deniz
19	IN-I/61 Haut Alentejo 5	84	IN-I/10 Antirion	149	Fethiye
20	N-I/62 Haut Alentejo 6	85	1662-67 Taygetos	iso	LEH III/91-2 Antalya
21	IN-I/62 Haut Alentejo 7	86	1650-52 Apidhias	151	LEH III/91-3 Antalya-Manavgat
22	IN-I/19 Sevilla	87	1653-55 Monemvasia	152	LEH III/92-1 Antalya-Aksu
23	IN-I/20 Sevilla	88	LEH III/87-1 Tiros	153	IN-I/35 Alanya
24	LEH III/97-3 Madrid	89	LEH II/156 Hydra	154	LEH III/91-4 Alanya
25	Ronda	90	LEH II/156 Methana	155	LEH III/92-4 Alanya
26	LEH III/101-3 Loja	91	IN-I/8 Agina Ag. Marina	156	LEH III/101-1 Adana
27	LEH II/167-4 Cordoba	92	Agina	157	LEH III/105-1 Yilan Kalesi
28	LEH III/99-1 Barcelona	93	Korinth	158	LEH III/162-1 Pita See
29	LEH II/60 Alicante	94	1482 Piraus	159	LEH II/61 W-Polis
30	La Herrandura	95	LEH II/156 Halkida weiß	160	Platres
31	LEH II/162 Valencia	96	LEH II/156 Halkida rot	161	LEH III/107-1 Dhenia weiß
32	LEH II/168-1 Mallorca	97	Sikia, Garten am Meer	162	LEH III/107-1 Dhenia rosa
33	IN-I/16 Neapel	98	IN-I/6 Sikia unten	163	BK IV-171-2 Nikosia weiß
34	LEH III/106-3 Gargano	99	BK IV-171-3 Paralia	164	BK IV/172-3 Nikosia rot
35	LEH III/109-2 Gargano	100	BK IV-171-2 Tororri	165	LEH II/60 Ayia Napa
36	LEH II/62 Grottaglie 1	101	1307-30 Andros	166	IN-I/39 Zypern
37	LEH II/62 Grottaglie 2	102	1474 Tinos	167	LEH III/90-3 Lattakia
38	LEH II/62 Paolo VI 1	103	LEH III/104-3 Mykonos	168	IN-I/44 Damaskus
39	LEH II/62 Paolo VI 2	104	LEH II/156 Serifos	169	LEH III/92-2 Caesarea
40	Marina di Pulsiano	105	IN-I/7 Antiparos	170	LEH III/91-1 Vadi Gilo
41	LEH III/105 Frascineto	106	IN-I/6 Paros Monastiri	171	Jerusalem
42	Squillace	107	IN-I/5 Paros Ag. Irini	172	Jerusalem Ölberg
43	Tropea	108	IN-I/5 Paros Alikes	173	IN-I/28 Tel Aviv
44	IV/1982 Aol. Inseln	109	LEH III/86-3 Folegandros	174	LEH III/88-2 Tel Aviv
45	LEH II/6 Messina 1	110	LEH III/97-2 Santorini	175	IN-I/27 Givat Ram
46	LEH II/6 Messina 2	111	LEH III/86-1 Kreta	176	IN-I/27 Beer Sheva
47	IN-I/13 Messina	112	1531-36 Kalives	177	LEH II/167-1 Petra
48	LEH III/162-2 Mte. Venere	113	Skalotti-Patriarchos	178	LEH III/89-1 Amman
49	LEH II/165 Catania	114	1490 a Herakhion	179	LEH III/89-4 Irbid
50	LEH III/102-1 San Angelo	115	2055 Aski	180	IN-I/1 Cairo
51	IN-I/16 Palermo	116	2075 Gonies	181	LEH III/106-1 Cairo
52	Inverni della Betta	117	2068-75 Avdou	182	LEH III/88-3 El Arish
53	San Pancrazio	118	Mesa Lasithi	183	IN-I/35 Hi Bon
54	LEH II/169-1 Bari	119	2159-63 Istro	184	El Kef
55	LEH II/164 Puglia 1	120	2214-15 Ferma	185	LEH III/89-2 Ariana
56	LEH II/164 Puglia 2	121	2209-10 Lithines	186	LEH III/97-4 Monastir
57	IN-I/25 Palermo	122	IN-I/9 Kreta	187	LEH III/102-3 Ain Draham
58	IN-I/17 Sta. Gilla	123	LEH III/104-1 Karpatos	188	LEH III/108-3 Ichkeul See
59	LEH II/164 Oslo	124	LEH II/61 O-Rhodos	189	LEH III/163-1 Tabarka
60	LEH II/149 Sardinien 19	125	LEH II/61 W-Rhodos	190	IN-I/46 Tunesien
61	LEH II/149 Sardinien 22	126	LEH III/87-3 Kos-Pili	191	LEH III/102-2 Algerien
62	IN-I/15 Siena	127	LEH III/87-2 Kos		
63	LEH II/165 Perugia	128	LEH III/162-3 Kos		
64	IN-I/14 Giannutri	129	LEH III/88-1 Lipsi		
65	Malta	1,30	LEH III/86-2 Patmos		

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Stapfia

Jahr/Year: 2001

Band/Volume: 0075

Autor(en)/Author(s): Krenn Liselotte, Kopp Brigitte, Speta Franz, Kubelka Wolfgang

Artikel/Article: Chemotaxonomische Untersuchungen der Gattung Charybdis Speta (Urgineoideae, Hyacinthaceae) 101-120