Decheniana, Band 127 | Seite 221—228 | Bonn, April 1975

(Aus dem Institut für Pharmazeutische Biologie der Universität Bonn)

Ionengehalte halophiler Pflanzen Spaniens [1])

Von Siegmar-W. Breckle, Bonn

Mit 5 Tabellen und 1 Abbildung im Text

(Eingegangen am 22. 2. 1974)

Kurzfassung

In der vorliegenden Mitteilung werden Analysenergebnisse der wichtigsten anorganischen Ionen im Zellsaft spanischer Pflanzen von verschiedenen Salzstandorten erläutert. Mit den Ionen Na^+, K^+, Ca^{++}, Mg^{++}; Cl^-, SO_4^{--}, NO_3^- sind fast immer bereits mehr als die Hälfte der osmotisch wirksamen Substanzen des Zellsafts erfaßt. Die angeführten Arten lassen sich verschiedenen Halophytentypen zuordnen.

Abstract

Within this report some analytic results on the main inorganic ions of cellsap from Spanish plants from different localities are discussed. The ions Na^+, K^+, Ca^{++}, Mg^{++}; Cl^-, SO_4^{--}, NO_3^- almost always cover more than half of the osmotical effective materials of cellsap. The mentioned halophilous species can be ranged among different types of halophytes.

1. Einleitung

Pflanzen weisen häufig sehr unterschiedliche Mineralstoffgehalte auf, obwohl sie nebeneinander wachsend dasselbe Mineralstoffangebot des Bodens zur Verfügung haben. Das sich hierin ausdrückende Selektionsvermögen (vgl. u. a. EPSTEIN 1969) ist für bestimmte Pflanzengruppen recht charakteristisch und unterschiedlich ausgeprägt und führte zur Unterscheidung von Physiotypen (KINZEL 1972), die chemotaxonomische Bedeutung haben können (ALBERT & KINZEL 1973).

Zu hohe Salzkonzentrationen werden verhindert, entweder durch ein besonders hohes Ausschließungsvermögen der Wurzel für Na^+ und /oder Cl^-, oder bei anderen Pflanzen durch Ausbildung sukkulenter Organe (Verdünnungseffekt, wie ihn u. a. JENNINGS 1968 anführt), oder bei wieder anderen Halophyten durch Absalzungsmechanismen (RUHLAND 1915, WALTER & STEINER 1936, BERRY 1970). Dabei ist eine genügende plasmatische Resistenz und Anpassung der meisten Enzymsysteme an die stark verschobenen Ionenverhältnisse Voraussetzung (EPSTEIN 1969, KINZEL 1971).

Die Ionenverhältnisse im Zellsaft sind bei vielen Pflanzenarten noch recht ungenau bekannt. Es sollen daher im folgenden einige Daten (vgl. auch STEINER 1934) dazu mitgeteilt werden.

---

[1]) Herrn Professor Dr. MAXIMILIAN STEINER zur Vollendung seines 70. Lebensjahres gewidmet.

2. Material und Methode

Das Pflanzenmaterial wurde zum größten Teil während einer Studentenexkursion des Instituts für Biologie *) der Universität Stuttgart nach Spanien vom 15. 3.—9. 4. 1971 gesammelt.
Pflanzen folgender Lokalitäten wurden untersucht:
La Higuera (Hig) — Bittersalzsee westlich Almansa (Prov. Albacete).
Sta. Pola (Pol) — Salzlagunen südsüdöstlich Elche (Prov. Alicante).
Jerez (Jer) — Salzlagunen an der Straße zwischen Jerez und Cadiz, südlich Puerto Real (Prov. Cadiz).
Los Monegros (Mon) — Salzlagunen und Gipshalbwüste südlich von Bujaraloz (Prov. Zaragoza).
Weitere Angaben zur Vegetation vgl. WALTER (1973).

Das Abtöten des Pflanzenmaterials erfolgte unmittelbar am Standort durch Übergießen von 25 g Frischmaterial mit 175 ml kochendem Wasser in einer Plastikflasche (KINZEL 1963). Späteres Auffüllen auf 250 ml ergibt auf ein Zehntel verdünnte Konzentration. Parallelproben wurden luftgetrocknet.

Die Analyse der anorganischen Ionen folgte bekannten Verfahren mit z. T. geringfügigen Änderungen (MOORE et al. 1972, BRECKLE & KULL 1973). Das potentielle osmotische Potential π^* wurde nach der „Trockenmethode" bestimmt durch Auslaugen mit der einfachen oder doppelten Menge des vorher festgestellten Wassergehalts (BRECKLE 1966, WALTER & KREEB 1970, BRECKLE & KULL 1971). Die Bestimmung des Oxalats erfolgte nach BAKER (1952, zitiert bei WOLF 1955, p. 497), doch waren hier die Störanfälligkeiten groß und die Reproduzierbarkeit nicht immer befriedigend, so daß die mitgeteilten Gehalte an Oxalat nur als Anhaltspunkte zu betrachten sind.

Die wasserunlösliche Fraktion wurde im HCl-Extrakt bestimmt.

3. Ergebnisse

In Tabelle 1—5 sind die Analysenergebnisse für den größeren Teil der untersuchten Pflanzenarten wiedergegeben, zusammen mit den entsprechenden Ionenverhältnissen zugehöriger Bodenproben aus dem Wurzelraum der untersuchten Pflanzen (vgl. Tab. 5). Aus Tabelle 1 geht der besonders hohe Magnesiumgehalt der Pflanzen aus dem Einflußbereich des Bittersalzsees hervor. Interessanterweise enthält die artenarme ufernahe Vegetation keine Chenopodiaceen. Außer den aufgeführten Arten sind vor allem noch kümmerliche *Phragmites*-Bestände zu erwähnen. Die in der Tabelle erfaßten Ionen machen zusammen nur 53 % (bei *Juncus*) des gesamten osmotischen Potentials π^* aus. Ähnliches gilt für die anderen Arten. Bei *Juncus* dürften jedoch vor allem noch weitere osmotisch wirksame Anionen fehlen, vor allem solche organischer Säuren; darauf weist das Ungleichgewicht zwischen den erfaßten Kationen und Anionen hin. Mit Ausnahme von *Plantago* zeigen diese Pflanzenarten eine mehr oder weniger deutliche Vorliebe für K^+ und SO_4^{--}, ein an Glykophyten erinnerndes Verhalten.

Die in Tabelle 2 angeführten Beispiele sind demgegenüber ausgeprägte Chloridhalophyten im Sinne WALTERS. *Limonium* fällt insofern etwas aus der Reihe, als hier die Ionenquotienten ausgeglichener sind. Auch morphologisch weicht *Limonium* von den anderen drei Beispielen wesentlich ab, die Sukkulenz ist gering und die Blätter besitzen absalzende Drüsen.

Auch in Tabelle 3 überwiegen die Chloridhalophyten. Nur *Lavatera* ist ein typischer Sulfathalophyt. *Limoniastrum* nimmt als Plumbaginacee wieder eine Zwischenstellung ein. Auch *Oxalis* verhält sich abweichend zumindest auf der Kationenseite, insbesondere der K^+-Vorliebe. Erwartungsgemäß höher liegt hier auch der Gehalt an löslichem Oxalat. Allerdings liegt der Prozentsatz an erfaßter osmotisch wirksamer Substanz sehr niedrig, so daß neben Zuckern (meist nur 10—20 %

*) Herrn Doz. Dr. U. KULL sei für die Einladung an der Exkursion teilzunehmen herzlich gedankt.

Tabelle 1. Ionengehalte in mval/kg Wassergehalt (m-equ.) halophiler Pflanzen bei La Higuera. Für Ca^{++} und für $Oxalat^{--}$ wird zwischen wasserlöslicher (ll.) und wasserunlöslicher (ul.) Fraktion unterschieden. Wegen besserer Vergleichbarkeit wird auch für die unlösliche Fraktion die an sich sinnlose Konzentrationsangabe wie für die löslichen Ionen benützt. π^* %: prozentualer Anteil der angeführten Ionen (ll.) am gemessenen osmotischen Wert. $\Sigma Ka^+/\Sigma An^-$: Kationen-Anionen-Verhältnis der angeführten Ionen.

Pflanzenart	Na^+	K^+	Ca^{++} ll.	Ca^{++} ul.	Mg^{++}	Cl^-	$SO_4^=$	NO_3^-	Oxalat$^=$ ll.	Oxalat$^=$ ul.	π^* %	K^+/Na^+	$SO_4^=/Cl^-$	$\Sigma Ka^+/\Sigma An^-$
Lepidium cardamines	85	80	5	12	230	210	310	22	1	2	61	0,94	1,5o	o,73
Juncus maritimus	90	95	4	5	400	130	180	0	2	2	53	1,06	1,38	1,88
Limonium aff.cymulif.	65	80	4	30	370	160	270	3	2	25	60	1,23	1,65	1,18
Plantago aff. major	130	35	5	40	220	270	170	0,5	2	20	67	0,27	0,64	0,85

Tabelle 2. Ionengehalte halophiler Pflanzen bei Sta. Pola.

Arthrocnemum glaucum	700	135	12	5	50	590	40	3	2	70	85	0,19	0,068	1,41
Halimione portulacoides	290	40	8	5	40	440	35	0,2	4	20	85	0,14	0,080	0,78
Inula crithmoides	800	110	15	20	140	940	55	0,5	1	80	85	0,14	0,059	1,07
Limonium delicat.aggr.	410	110	10	10	230	380	220	0	2	20	77	0,27	0,59	1,26

Tabelle 3. Ionengehalte halophiler Pflanzen bei Jerez.

Arthrocnemum glaucum	670	100	11	5	40	700	60	0	2	2	82	0,15	0,086	1,08
Suaeda vera	360	95	10	5	50	225	7o	0,2	2	100	52	0,26	0,31	1,72
Chenopodium album	300	135	6	10	45	430	55	1	2	2	84	0,45	0,13	1,63
Spergularia nicaeensis	335	70	6	10	20	280	50	0,5	2	2	50	0,21	0,18	1,30
Limoniastrum monopetal.	405	55	10	30	200	220	205	1	2	20	67	0,14	0,93	1,57
Oxalis pes-caprae	70	100	2	5	10	65	35	0,1	30	2	31	1,43	0,54	1,52
Lavatera cretica	95	120	2	20	25	70	115	0,5	2	70	40	1,26	1,64	1,29

Tabelle 4. Ionengehalte halophiler Pflanzen bei Los Monegros.

Pflanzenart	Ort	Na^+	K^+	Ca^{++} ll.	Ca^{++} ul.	Mg^{++}	Cl^-	$SO_4^=$	NO_3^-	Oxalat$^=$ ll.	Oxalat$^=$ ul.	π^* %	K^+/Na^+	$SO_4^=/Cl^-$	$\Sigma Ka^+/\Sigma An^-$
Arthrocnemum perenne	I	1310	185	25	25	210	770	255	8	140	5	85	0,14	0,33	1,47
Suaeda brevifolia	I	710	145	15	20	120	320	75	10	200	5	68	0,20	0,23	1,68
Lygeum spartum	I	75	150	2	2	95	240	160	3	2	2	60	2,oo	0,67	0,80
Limonium aragonense	I	120	80	7	20	220	190	240	0	1	30	61	0,67	1,25	0,99
Suaeda brevifolia	II	620	120	15	10	115	220	70	10	185	10	67	0,20	0,32	1,80
Arthrocnemum perenne	III	1130	70	23	22	90	600	220	0,5	10	5	65	0,06	0,37	1,59
Suaeda brevifolia	III	530	100	10	10	80	150	65	6	180	100	56	0,19	o,43	1,80
Camphorosma monspel.	III	390	145	10	110	170	390	125	o,7	2	130	90	o,37	0,32	1,38
Eurotia ceratoides	IV	17	70	15	30	40	75	250	2	1	20	36	4,12	3,33	0,43
Artemisia herba-alba	IV	25	155	13	55	100	420	170	1	2	5	80	5,96	0,40	0,49
Rosmarinus officinalis	IV	35	185	17	30	180	115	170	4	2	5	69	5,14	1,48	1,44

Tabelle 5. Mineralstoffgehalte von Böden salzreicher Standorte in Spanien.
%: Angabe in % des lufttrockenen Bodens; mval: Angabe in mval (= m-equ.) pro kg lufttrockenen Bodens. Die Angaben für Salz sind entsprechend ausgedrückt.

Probe	Ort	Maß	Na^+	K^+	Mg^{++}	Ca^{++}	$CO_3^=$ als $CaCO_3$	Cl^-	$SO_4^=$	K^+/Na^+	$SO_4^=/Cl^-$
Boden 5-25 cm	Hig	%	0,55	0,08	0,45	0,05	18,5	0,85	1,65	-	-
		mval	240	20	370	25	-	240	345	0,084	1,43
Salz (Saline)	Hig	%	26,2	0,03	4,7	0,22	1,8	58,2	4,6	-	-
		mval	11400	8	3620	110	-	16400	950	0,0007	0,058
Boden 5-25 cm	Pol	%	1,15	0,056	<0,1	0,05	49,1	2,2	5,2	-	-
		mval	500	15	<80	25	-	620	1080	0,029	1,75
Boden 5-3o cm	Jer	%	0,32	0,031	<0,1	0,01	29,6	0,79	1,2	-	-
		mval	140	8	<80	6	-	225	250	0,057	1,12
Salz (Saline)	Mon	%	32,2	0,03	1,o	0,8	0,2	60,0	1,8	-	-
		mval	14000	8	820	400	-	16900	375	0,0006	0,022
Boden 5-25 cm	Mon I	%	0,75	0,10	0,15	0,06	17,9	1,6	1,05	-	-
		mval	330	25	120	30	-	450	215	0,079	0,48
Boden 5-25 cm	Mon II	%	0,27	0,03	<0,1	0,01	49,5	0,38	0,75	-	-
		mval	120	8	<80	5	-	110	160	0,065	1,46
Boden 5-25 cm	Mon III	%	0,19	0,03	<0,1	0,037	40,0	0,33	1,18	-	-
		mval	85	8	<80	20	-	90	240	0,092	2,65
Boden 5-25 cm	Mon IV	%	0,001	0,005	<0,1	0,003	53,5	0,10	0,23	-	-
		mval	o,4	1	<80	2	-	25	50	2,5	2,0

der osmotisch wirksamen Substanzen) und anderen organischen Säuren nicht erfaßtes Oxalat vermutet wird (vgl. einschränkenden Hinweis im Abschnitt Methodik).

In Tabelle 4 sind Ergebnisse von Proben vier nahe beieinander liegender Standorte zusammengestellt (I—IV), die in dieser Reihenfolge abnehmenden Bodensalzgehalt (vgl. Tab. 5) aufweisen, entsprechend der um die abflußlosen Salzlagunen auftretenden Zonierung. Teile der größeren Lagunen (z. B. La Playa) dienen der Salzgewinnung. Die salzreichste Zone ist vor allem durch *Arthrocnemum* charakterisiert (vgl. auch SAPPA & RIVAS-GODAY 1954). Vereinzelt stehen hier jedoch auch noch *Lygeum*-Horste. Die weiteste Amplitude weist offenbar *Suaeda brevifolia* auf.

Trotz der sulfatreichen, mit größeren Gipsbrocken durchsetzten Böden zeigen die untersuchten Chenopodiaceen immer noch den typischen Chloridhalophyten-Charakter. Eine Ausnahme macht jedoch *Eurotia*. Umgekehrt weist *Artemisia* auf diesem schon zeitweise glykischen Standort eine sonst für halophile Compositen typische Cl^--Affinität auf. Innerhalb der sukkulenten Chenopodiaceen steigt mit abnehmendem Bodensalzgehalt der Kationenanteil bzw. auch das Na^+/Cl^--Verhältnis an. Sehr auffällig sind die hohen Oxalatgehalte bei *Suaeda*.

Bei der Beurteilung der Salzgehalte (Tab. 5) muß man berücksichtigen, daß die Probenahmen im März am Ende der „Regenzeit" erfolgten. Standort IV (Mon) ist sehr salzarm. Wenige Wochen später wird dieser Standort durch kapillar hochsteigendes Salz wieder zunehmend versalzen. Die hier wachsenden fakultativen Halophyten müssen daher an stärker wechselnde Salzgehalte angepaßt sein. Für viele der hier ebenfalls wachsenden Therophyten ist die Vegetationszeit auf die „salzarme" Periode eingeengt.

4. Diskussion

Zahlreiche Arbeiten über Möglichkeiten der Gliederung und Einordnung der Halophyten aufgrund der verschiedensten Argumente sind in den letzten Jahrzehnten publiziert worden. Eine sehr einfache Gliederung aufgrund der Salzkonzentration des Zellsafts bringt STEINER (1934). Er unterscheidet drei Typen:

1. Sukkulente Halophyten, die zu hohe Zellsaftkonzentrationen durch zunehmende Sukkulenz kompensieren (z. B. *Salicornia, Arthrocnemum).*
2. Nichtsukkulente Halophyten, die die Salzkonzentration auf einem nicht zu hohen Niveau halten durch Absalzungsmechanismen (Salzdrüsen, Blasenhaare z. B. *Tamarix, Limonium, Atriplex).*
3. Akkumulierende Halophyten, die meist ständig zunehmende Salzkonzentrationen aufweisen bis Teile der Pflanzen oder die ganze Pflanze abstirbt (z. B. Therophyten, *Juncus*, z. T. *Suaeda*).

Diese Gliederung, für Salzmarschpflanzen der östlichen Vereinigten Staaten entwickelt, läßt sich allgemein für fast alle Halophyten anwenden. Je nach Vorliebe für bestimmte Ionen lassen sich dann noch Untergruppen abgrenzen, wie z. B. Oxalattypen, Calciotrophe- und Kaliumtypen (im Sinne von HORAK & KINZEL 1971). Darauf soll hier jedoch nicht näher eingegangen werden.

Bestimmten Pflanzenfamilien lassen sich meist auch bestimmte Stoffwechseltypen zuordnen. ALBERT & KINZEL (1973) unterscheiden verschiedene Physiotypen:

a) die Gramineen (Juncaceen und einige Cyperaceen) mit sehr niedriger Na^+-Aufnahme (vgl. Tab. 4: *Lygeum*);

b) im Gegensatz dazu die Chenopodiaceen mit sehr hohen Salzgehalten. Hohe Cl^- und/oder Oxalatgehalte, z. B. *Suaeda* (vgl. Tab. 4), dies erinnert an *Halogeton glomeratus* mit extrem hohen Oxalatgehalten (DYE 1956, MORTON et al. 1959). Abweichend verhält sich *Eurotia*, dies bestätigt frühere Befunde (MOORE et al. 1972);
c) die Brassicaceen mit relativ hohen Sulfatgehalten (Tab. 1), relativ viel Ca^{++} und Mg^{++}, fast kein Oxalat;
d) die Plantaginaceen mit hohen Gehalten anorganischer Ionen und sehr geringem Anteil organischer Säuren (vgl. Tab. 1).

Durch Berechnung von Ionenquotienten lassen sich bestimmte Charakteristika noch besser verdeutlichen. So weisen die von uns untersuchten Halophyten ein SO_4^{--}/Cl^--Verhältnis von im Mittel 0,20 auf (Standard-Abweichung $\varsigma = 0{,}13$), die nicht sukkulenten halophilen Pflanzen hingegen 1,05 ($\varsigma = 0{,}77$), dies bestätigt Angaben von WALTER (1955). Die entsprechenden Zahlen für das Na^+/Cl^--Verhältnis lauten für sukkulente Arten 1,75 ($\varsigma = 0{,}85$); für nicht sukkulente Arten 0,71 ($\varsigma = 0{,}44$).

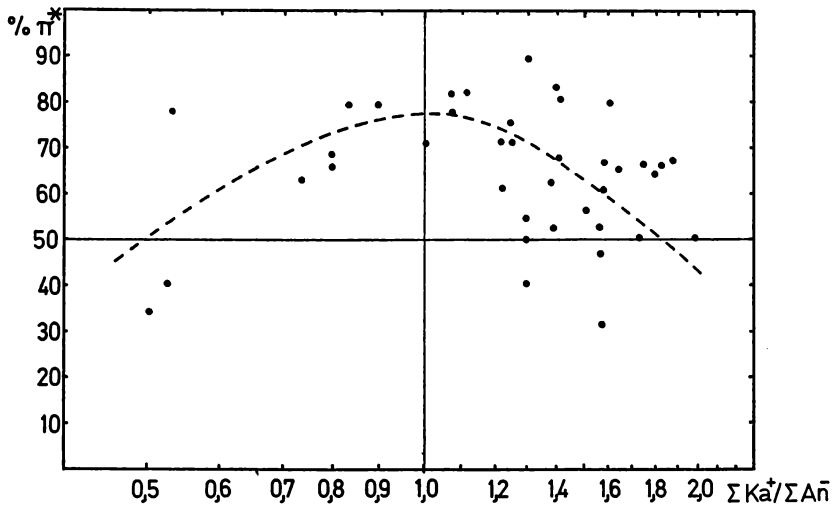

Abbildung 1. Beziehung zwischen dem Kationen-Anionen-Verhältnis (Abszisse) und dem prozentualen Anteil am potentiellen osmotischen Druck π^* des Zellsafts (Ordinate) der analysierten Ionen (Na^+, K^+, Ca^{++}, Mg^{++}, Cl^-, NO_3^-, SO_4^{--}, $Ox.^{--}$).

Bei Berücksichtigung aller untersuchten Ionen zeigt sich, daß bei etwa 80 % der Proben die Kationen überwiegen. Diese gestörte Ionenbilanz läßt daher, wie schon erwähnt, einen mehr oder weniger hohen Anteil organischer Anionen vermuten (vgl. dazu KINZEL 1963, ALBERT & KINZEL 1973). Setzt man das Kationen-Anionen-Verhältnis (der hier analysierten Ionen) in Beziehung zu deren osmotischen Wirksamkeit, so ergibt sich die zu erwartende Optimumkurve (vgl. Abb. 1). Je größer der Anteil der analysierten Ionen an π^* ist, desto ausgeglichener ist das Kationen-Anionen-Verhältnis, desto vollständiger hat man die Ionenbilanz erfaßt.

Dank

Für technische Assistenz und Durchführung zahlreicher Analysen sei Fräulein IRMINGARD MEIER herzlich gedankt.

LITERATUR

Albert, R. & Kinzel, H. (1973): Unterscheidung von Physiotypen bei Halophyten des Neusiedlerseegebietes (Österreich). — Z. Pflanzenphysiol. **70**, 138—157.

Berry, W. D. (1970): Characteristics of salts secreted by *Tamarix aphylla*. — Amer. J. Bot. **57**, 1226—1230.

Breckle, S.-W. (1966): Ökologische Untersuchungen im Korkeichenwald Kataloniens. — Diss. Hohenheim, 190 pp.

— & Kull, U. (1971): Osmotische Verhältnisse und Zuckergehalte im Jahresgang bei Bäumen Ost-Afghanistans. I. *Quercus baloot* Griffith. — Flora B **160**, 43—59.

— — (1973): Ist *Diarthron vesiculosum* (Thymelaeaceae) ein ökologisches Rätsel? Studien an Therophyten in der Steppe von Kabul/Afghanistan. II. Die Wirkung der Dürre auf Mineralstoffverhältnisse und Kohlenhydrathaushalt. — Bot. Jb. **93**, 359—561.

Dye, W. B. (1956): Chemical Studies on Halogeton glomeratus. — Weeds **4**, 55—60.

Epstein, E. (1969): Mineral metabolism of Halophytes. In: Rorison, I. H. (ed.): Ecological aspects of the mineral nutrition of plants. — Brit. Ecol. Soc., Symp. No. **9**, 345—355. Mackwell Sci. Publ., Oxford and Edinburgh.

Horak, O. & Kinzel, H. (1971): Typen des Mineralstoffwechsels bei den höheren Pflanzen. — Österr. Bot. Z. **119**, 475—495.

Jennings, D. H. (1968): Halophytes, Succulence and Sodium in Plants — A unified Theory. — New Phytol. **67**, 899—911.

Kinzel, H. (1963): Zellsaft-Analysen zum pflanzlichen Calcium- und Säurestoffwechsel und zum Problem der Kalk- und Silikatpflanzen. — Protoplasma **57**, 522—555.

— (1971): Biochemische Ökologie — Ergebnisse und Aufgaben. — Ber. Deutsch. Bot. Ges. **84**, 381—403.

— (1972): Biochemische Pflanzenökologie. — Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwiss. Kenntnisse in Wien **112**, 77—98.

Moore, R. T., Breckle, S.-W. & Caldwell, M. M. (1972): Mineral Ion Composition and Osmotic Relations of *Atriplex confertifolia* and *Eurotia lanata*. — Oecologia **11**, 67—78.

Morton, H. L., Haas, R. H. & Erickson, L. C. (1959): Oxalate and Mineral Contents of *Halogeton glomeratus*. — Weeds **7**, 255—264.

Ruhland, W. (1915): Untersuchungen über die Hautdrüsen der Plumbaginaceen. Ein Beitrag zur Biologie der Halophyten. — Jb. Wiss. Bot. **55**, 409—498.

Sappa, F. & Rivas-Goday, S. (1954): Contributo all'interpretazione della vegetazione dei Monegros (Spagna-Aragona). — Allionia **2**, 1—31.

Steiner, M. (1934): Zur Ökologie der Salzmarschen der nordöstlichen Vereinigten Staaten von Nordamerika. — Jb. Wiss. Bot. **81**, 94—202.

Walter, H. (1955): The water economy and the hydrature of plants. — Annual Rev. Plant Physiol. **6**, 239—252.

— (1973): Ökologische Betrachtungen der Vegetationsverhältnisse im Ebrobecken (Nordost-Spanien). — Acta Bot. Acad. Sci. Hung. **19**, 393—402.

— & Kreeb, K. H. (1970): Die Hydratation und Hydratur des Protoplasmas der Pflanzen und ihre ökophysiologische Bedeutung. — Protoplasmatologia **II C 6**, Wien/New York, 306 p.

— & Steiner, M. (1936): Die Ökologie der ostafrikanischen Mangroven. — Z. Bot. **30**, 65—193.

Wolf, J. (1955): Nichtflüchtige Mono-, Di- und Tricarbonsäuren. Mod. Methoden d. Pflanzenanalyse **II**, 478—538.

Anschrift des Verfassers: Dr. Siegmar-W. Breckle, Institut für Pharmazeutische Biologie der Universität, D-5300 Bonn 1, Nußallee 6.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Decheniana

Jahr/Year: 1975

Band/Volume: 127

Autor(en)/Author(s): Breckle Siegmar-Walter

Artikel/Article: Ionengehalte halophiler Pflanzen Spaniens 221-228