©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Phyton (Austria)	Vol. 19	Fasc. 1—2	113—122	2. 11. 1978

Einfluß von NaCl auf die freien Aminosäuren von Pflanzen unterschiedlicher Salztoleranz

Von

A. Priebe und H.-J. Jäger*)

Mit 1 Abbildung

Eingegangen am 9. 1. 1978

Influence of NaCl on the Free Amino Acids of Differentially Salt Tolerant Plants

Summary

The influence of NaCl on free amino acid concentrations of differentially salt tolerant plants has been investigated. As a response to sublethal soil levels of NaCl the total concentration of free amino acids of salt sensitive and salt tolerant plants is only slightly increased. In contrast to this, there are substantially increasing concentration changes of single amino acids with decreasing salt tolerance (*Vicia faba* < *Atriplex nitens* < *A. calotheca* < *A. halimus* — *Salicornia europaea*). In any case a decrease of glutamic and aspartic acid is paralleled by an accumulation of free proline which can reach comparable concentrations in salt sensitive and salt tolerant plants. The role of proline as a storage amino acid and osmoregulatory compound in plants of differential salt tolerance is discussed.

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde der Einfluß von NaCl auf die Konzentration freier Aminosäuren in unterschiedlich salztoleranten Pflanzen untersucht. Durch subletale NaCl-Einwirkung erhöht sich die Gesamtkonzentration der freien Aminosäuren in salzempfindlichen wie salztoleranten Pflanzen nur geringfügig. Es ergeben sich vielmehr Verschiebungen innerhalb des Aminosäurespektrums, die mit zunehmender Salztoleranz

*) Doz. Dr. H.-J. Jäger, Institut für Pflanzenökologie der Justus Liebig-Universität Gießen, Heinrich-Buff-Ring 38, D-6300 Gießen, BRD.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

(*Vicia faba* < *Atriplex nitens* < *A. calotheca* < *A. halimus* — *Salicornia europaea*) geringer werden. In allen Fällen steht einer Abnahme von Glutaminsäure und Asparaginsäure eine Akkumulation von Prolin gegenüber, die in salzempfindlichen und salztoleranten Pflanzen gleiche Werte erreichen kann. Die Rolle des Prolins als Speicheraminosäure und Osmoregulans in Pflanzen unterschiedlicher Salztoleranz wird diskutiert.

1. Einleitung

Der Einfluß hoher NaCl-Konzentrationen auf den Stoffwechsel der freien Aminosäuren in salzempfindlichen und salztoleranten Pflanzen ist mehrfach das Ziel von Untersuchungen gewesen. Nach Strogonov 1964, Pluennecke & Joham 1972 und Jäger & Priebe 1975 steigt der Aminosäuregehalt in salzempfindlichen Pflanzen unter NaCl-Einfluß, wie dies nach Goas 1965 in salztoleranten Organismen ebenfalls zu beobachten ist. Den angehäuften Aminosäuren ist nach Strogonov 1964, 1973 in bestimmten Fällen eine schützende (z. B. Prolin) oder eine schädigende (z. B. Leucin, Alanin) Funktion auf den Zellstoffwechsel zuzuschreiben. Besonderes Interesse muß dem Prolin gelten, das weit stärker als jede andere Aminosäure akkumuliert werden kann. Der Prolinanstieg erfolgt nicht nur unter dem Einfluß von NaCl, sondern unter den verschiedensten Wasserstreßbedingungen (Palfi *et al.* 1974, Huber 1974, Treichel 1975, Jäger & Meyer 1977). Es stellt sich die Frage, ob unter NaCl-Einfluß eine Prolinanhäufung nur auf die erschwerte Wasseraufnahme oder auch auf eine Beeinflussung des Aminosäurestoffwechsels durch die aufgenommenen Ionen zurückzuführen ist. Für Halophyten erweist es sich als notwendig, bei hohen Ionenkonzentrationen in der Vakuole den osmotischen Druck im Plasma zu regulieren. Hier bietet sich neben anderen Verbindungen (Storey & Wyn Jones 1977) das Prolin als inerte Verbindung von hoher Löslichkeit an (Hall & Flowers 1973, Stewart & Lee 1974, Treichel 1975).

Ziel der vorliegenden Arbeit war, die Veränderungen im Spektrum der freien Aminosäuren in unterschiedlich salztoleranten Pflanzen unter dem Einfluß steigender NaCl-Konzentrationen im Boden zu untersuchen, da vergleichende quantitative Analysen der freien Aminosäuren in diesem Zusammenhang weitgehend fehlen. Diese umfassende Betrachtung ist einmal von Interesse für das Problem der Salztoleranz von Pflanzen und zum anderen für jene, die sich für die Verwendung solcher Pflanzen als Nahrungs- oder Futtermittel (Jones 1970) interessieren.

2. Material und Methoden

Als Versuchspflanzen dienten: *Vicia faba*, cv. Diana (käufliches Saatgut), *Atriplex nitens* und *A. calotheca* (Samen aus dem Botanischen Garten der Universität Gießen), *A. halimus* (Samen aus dem Botanischen Garten der Universität Lüttich) und *Salicornia europaea* (Jungpflanzen von der

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

deutschen Nordseeküste, Jadebusen). Die Samen wurden auf Einheitserde angekeimt, die Keimlinge bzw. Jungpflanzen (*S. europaea*) anschließend einzeln in Plastiktöpfe (450 ml) umgepflanzt und sechs Wochen im Gewächshaus vorkultiviert. Danach wurden die Pflanzen über einen Versuchszeitraum von 14 Tagen jeden 2. Tag mit 50 ml NaCl-Lösung folgender Konzentrationen gegossen: 50, 100, 200, 350, 500 und 750 mM, *S. europaea* auch mit 1000 mM; die Kontrollen erhielten die gleichen Mengen aqua dest.

Die Versuche wurden in den Jahren 1974, 1975 und 1976 jeweils von Mai bis Juli bei natürlichem Tagesrhythmus, 20±2° C und 65—80% rel. Luftfeuchte durchgeführt. Die Aufarbeitung des Pflanzenmaterials und die Bestimmung der freien Aminosäuren erfolgte nach Bieleski & Turner 1966 und Jäger 1975 mit Hilfe eines automatischen Aminosäureanalysators (3201 LKB, München).

3. Ergebnisse

Die Veränderungen, die die NaCl-Behandlung im Spektrum der freien Aminosäuren in den verschieden salztoleranten Versuchspflanzen hervor-

Tabelle 1

Konzentration (μMol/g TG) freier Aminosäuren in *Vicia faba* unter dem Einfluß unterschiedlicher NaCl-Konzentrationen der Gießlösung

mM NaCl	0	50	100	200	350	500
Pro	2,0	3,0	11,4	26,0	48,0	131,0
Glu	10,2	9,8	14,5	11,0	2,5	2,6
γ-Abs	3,5	3,4	5,7	2,5	6,1	14,2
Orn	0,2	0,2	0,5	0,3	0,2	0,6
Arg	2,0	1,4	4,0	5,3	9,3	45,5
Gln	6,3	2,5	8,8	2,5	5,9	7,4
Asn	258,0	227,0	286,0	200,0	64,8	46,8
Asp	6,7	5,7	9,0	5,5	1,8	3,5
Thr	1,5	1,8	3,1	3,0	3,0	5,5
Ileu	0,9	0,9	2,4	1,8	2,0	3,2
Lys	0,7	0,7	1,0	0,8	0,9	3,2
Ala	2,8	4,1	6,7	5,8	5,2	11,9
Val	1,5	1,6	1,9	2,3	6,8	10,3
Leu	1,1	0,7	1,9	1,8	2,3	3,9
Ser	12,8	12,5	20,0	15,5	12,7	14,5
Gly	0,7	1,0	0,7	0,8	1,6	1,9
Tyr	1,3	2,0	3,1	1,5	1,8	7,4
Phe	0,9	0,9	0,7	2,0	5,9	20,0
His	10,7	10,0	12,1	13,5	13,4	32,3
Σ	323,8	289,2	393,5	301,9	194,2	365,7
NH_4^+	3,3	5,5	4,5	5,5	7,3	30,3

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

ruft, sind in den Tabellen 1—5 aufgeführt. In *Vicia faba* (Tab. 1) erhöht sich die Gesamtkonzentration der freien Aminosäuren nur gering, während die einzelnen Aminosäuren differenziert reagieren. Dabei sind zwei Gruppen zu erkennen: dem Verlust an Glutaminsäure, Asparaginsäure und Asparagin steht ein deutlicher Anstieg von γ-Aminobuttersäure, Arginin, Alanin, Phenylalanin, Histidin und Prolin gegenüber. Unter dem Einfluß von 500 mM NaCl erreichen diese Aminosäuren die höchste Konzentration. Die drastischste Anhäufung erfährt das Prolin, dessen Konzentration 65fach erhöht wird. In dieser Versalzungsstufe wies *Vicia faba* zunehmend Blattnekrosen auf, was mit erhöhten Ammoniumkonzentrationen korreliert, während ein Anstieg der Säureamide nicht festzustellen ist.

Die freien Aminosäuren in *Atriplex nitens* (Tab. 2) werden durch NaCl in ähnlicher Weise verändert wie in *Vicia faba*: Glutaminsäure, Asparaginsäure, Alanin und γ-Aminobuttersäure nehmen ab, Arginin, Serin, Histidin, Isoleucin, Lysin und Prolin nehmen zu, wobei die stärkste Anreicherung wieder im Prolin vorliegt. Neben diesen beiden Gruppen wird eine Reihe von Aminosäuren (Ornithin, Threonin, Valin, Leucin, Gly-

Tabelle 2

Konzentration (μMol/g TG) freier Aminosäuren in *Atriplex nitens* unter dem Einfluß unterschiedlicher NaCl-Konzentrationen der Gießlösung

mM NaCl	0	50	100	200	350	500	750
Pro	1,3	1,2	3,4	9,8	5,4	5,7	14,1
Glu	22,1	18,7	18,2	16,2	12,5	12,3	15,8
γ-Abs	6,8	4,2	3,2	2,0	1,5	1,6	2,1
Orn	0,6	0,8	0,8	0,5	0,5	0,9	0,7
Arg	1,3	0,8	1,5	1,0	2,8	3,7	6,4
Gln	9,5	6,5	9,2	9,4	7,2	7,9	10,2
Asn	1,7	0,5	1,9	2,4	2,4	0,9	3,7
Asp	13,2	8,0	7,9	8,4	8,8	7,3	6,0
Thr	2,4	1,9	2,6	2,4	1,8	2,6	4,0
Ileu	1,6	0,9	1,8	2,5	2,1	2,5	4,3
Lys	0,3	1,7	1,2	1,2	1,1	0,9	1,4
Ala	3,9	2,8	2,2	2,8	2,0	1,9	1,6
Val	1,6	0,9	1,6	2,1	1,4	1,7	2,3
Leu	1,4	0,9	1,4	1,4	1,2	1,3	1,5
Ser	6,4	7,4	5,8	5,9	5,3	4,7	12,1
Gly	0,7	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,5
Tyr	0,6	0,4	0,7	0,7	0,7	0,7	1,0
Phe	1,2	0,4	1,4	1,3	1,3	1,3	2,3
His	0,5	0,3	0,8	1,1	1,3	1,4	3,7
Σ	77,1	58,7	65,9	71,4	59,7	59,6	93,7
NH_4^+	7,9	4,7	6,3	5,5	5,9	5,8	10,0

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

cin, Tyrosin) in *A. nitens* durch NaCl nicht beeinflußt. Mit zunehmender Salztoleranz (*V. faba* < *A. nitens* < *A. calotheca* < *A. halimus* und *S. europaea*) wird die Anzahl der durch NaCl beeinflußbaren Aminosäuren geringer. So wird in *A. calotheca* (Tab. 3) nur die Konzentration an Prolin erhöht, die an Glutaminsäure, Asparaginsäure und Serin erniedrigt. Dies gilt auch für *A. halimus* (Tab. 4), in der sich aber auch das Säureamid Glutamin anreichert, während Alanin und γ-Aminobuttersäure abnehmen. In beiden Pflanzen verhält sich der Rest der freien Aminosäuren gegenüber NaCl indifferent. Noch weniger als in den beiden salztoleranten Atriplexarten *A. calotheca* und *A. halimus* werden die freien Aminosäuren durch NaCl (bis 750 mM) in *S. europaea* verändert. Prolin, Asparagin und Arginin nehmen zwar zu, doch erhöht sich die Gesamtkonzentration der freien Aminosäuren nur minimal. Erst durch 1 M NaCl ergibt sich eine Anhäufung der meisten Aminosäuren und der Säureamide. Besonders stark akkumuliert wieder das Prolin.

Auffallend ist, daß die salztoleranten *A. calotheca*, *A. halimus* und *S. europaea* im Gegensatz zu der salzempfindlicheren *V. faba* weit niedrigere

Tabelle 3

Konzentration (μMol/g TG) freier Aminosäuren in *Atriplex calotheca* unter dem Einfluß unterschiedlicher NaCl-Konzentrationen der Gießlösung

mM NaCl	0	50	100	200	350	500	750
Pro	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,3	0,5
Glu	12,7	5,4	4,6	3,9	11,8	4,5	4,5
γ-Abs	0,9	0,6	1,4	0,5	0,9	0,4	1,0
Orn	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
Arg	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
Gln	2,1	2,4	3,8	2,8	0,4	0,9	1,4
Asn	0,3	0,3	0,7	0,7	1,3	0,7	0,5
Asp.	3,6	1,9	1,0	1,9	3,5	0,9	1,0
Thr	0,7	0,5	1,1	0,9	0,9	1,2	1,0
Ileu	0,2	0,1	0,1	0,2	0,4	0,1	0,3
Lys	0,1	0,1	0,1	0,1	0,8	0,3	0,3
Ala	1,1	0,9	1,1	1,1	1,4	1,3	1,6
Val	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,1	0,2
Leu	0,2	0,2	0,3	0,1	0,5	0,1	0,2
Ser	3,1	2,3	1,5	1,6	2,6	1,7	1,2
Gly	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
Tyr	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2
Phe	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
His	0,1	0,1	0,1	0,1	0,6	0,1	0,1
Σ	25,9	15,7	16,5	14,6	26,4	13,1	14,8
NH_4^+	0,2	0,2	1,3	0,2	0,6	0,9	1,0

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle 4

Konzentration (μMol/g TG) freier Aminosäuren in *Atriplex halimus* unter dem Einfluß unterschiedlicher NaCl-Konzentrationen der Gießlösung

mM NaCl	0	50	100	200	350	500	750
Pro	0,3	1,5	3,0	5,8	8,2	11,4	12,0
Glu	11,7	15,2	9,3	8,1	10,5	8,2	1,6
γ-Abs	1,3	1,9	1,5	0,6	0,5	0,5	0,4
Orn	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
Arg	2,0	2,2	4,4	1,3	4,1	1,4	3,2
Gln	1,0	7,8	11,1	6,8	15,0	17,7	12,0
Asn	1,7	2,2	8,5	19,4	1,8	1,8	2,8
Asp	3,7	5,6	5,2	2,6	5,5	1,8	1,2
Thr	1,0	1,1	1,1	0,6	1,4	0,9	0,8
Ileu	0,7	1,1	0,7	0,3	0,5	0,5	0,4
Lys	0,3	0,7	0,4	0,1	0,5	0,2	0,4
Ala	9,7	8,1	4,4	4,5	5,9	8,6	2,0
Val	0,3	1,1	0,7	0,3	0,5	0,5	0,4
Leu	0,7	1,1	0,7	0,3	0,5	0,5	0,4
Ser	2,0	4,1	3,0	2,6	1,4	2,3	0,8
Gly	0,3	0,4	0,4	0,3	0,5	0,5	0,4
Tyr	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2
Phe	0,7	0,7	0,4	0,3	0,2	0,2	0,4
His	0,3	0,7	0,4	0,1	0,5	0,5	0,4
Σ	38,1	56,1	55,6	54,5	57,9	57,8	39,8
NH_4^+	4,0	6,3	4,8	2,9	4,5	5,5	2,0

Gesamtkonzentrationen an freien Aminosäuren aufweisen. Unter den *Atriplex*-Arten besitzt *A. nitens* als relativ salzempfindlichste Art die höchste Aminosäurekonzentration.

Setzt man den in allen Pflanzen auffälligen Anstieg der Prolinkonzentration in Relation zu den aufgenommenen Na^+- und Cl^--Ionen (vgl. TREICHEL 1975), so resultiert daraus für die salzempfindliche *V. faba* und die salztolerante *A. halimus* ein ähnliches Verhalten (Fig. 1). Aus den ansteigenden Kurvenverläufen wird sichtbar, daß die Akkumulation von Prolin in stärkerem Maße erfolgt als die Anreicherung der Ionen.

4. Diskussion

In den hier untersuchten Pflanzen werden durch steigende NaCl-Gaben keine drastischen Erhöhungen der Gesamtkonzentration an freien Aminosäuren hervorgerufen, wie auch STROGONOV 1964 und FLOWERS *et al.* 1977 berichten. Der NaCl-Einfluß stellt sich differenzierter dar. Im Falle einer letalen Schädigung der Pflanze durch NaCl ist ein Anstieg der

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

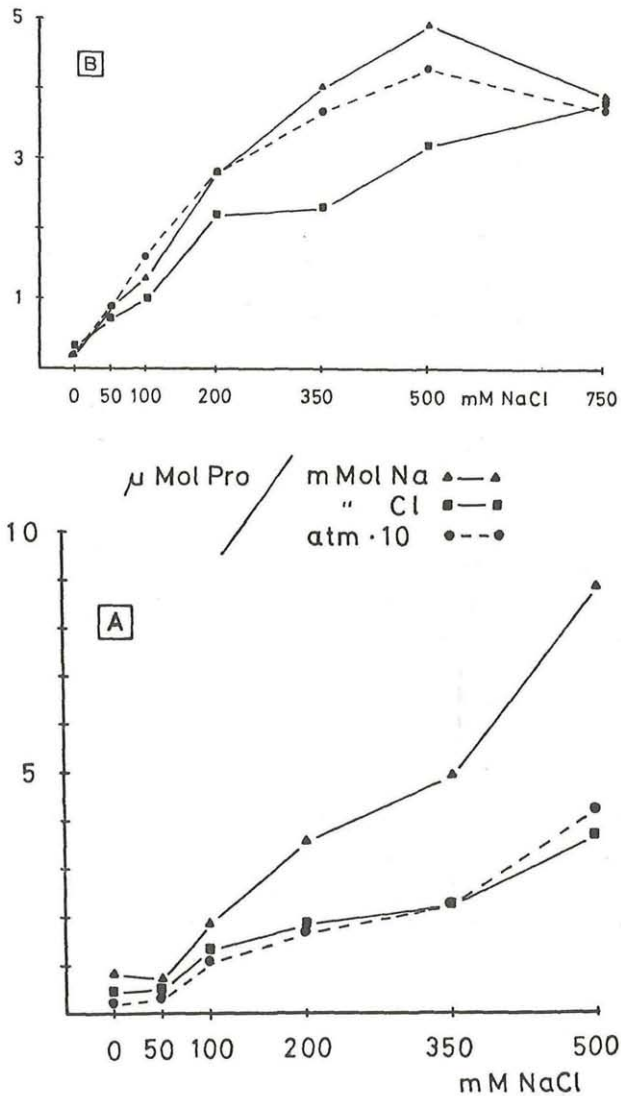

Fig. 1. Einfluß von NaCl auf das Verhältnis zwischen der Prolinkonzentration und der Konzentration von Na^+ und Cl^- sowie dem potentiellen osmotischen Druck in *Vicia faba* (A) und *Atriplex halimus* (B).

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Gesamtkonzentration an freien Aminosäuren Folge eines zusammenbrechenden Proteinauf- und Proteinabbaues (STROGONOV 1964), was besonders an der Akkumulation von Säureamiden deutlich wird (DEKOCK & MORRISON 1958, LAND & NORTON 1973, JÄGER & PRIEBE 1975). In Versuchen mit subletalen NaCl-Konzentrationen ergeben sich dagegen wesentliche Verschiebungen einzelner Aminosäuren: der Anreicherung einiger weniger Aminosäuren steht eine Verminderung anderer gegenüber, während eine dritte Gruppe durch NaCl nicht beeinflußbar ist. Mit zunehmender Salztoleranz erhöht sich der Anteil dieser letzten Gruppe, d. h. der Aminosäurestoffwechsel wird gegenüber NaCl stabiler. Außerdem wird sichtbar, daß der Pool der freien Aminosäuren in den untersuchten Chenopodiaceen weitaus kleiner ist, als in salzempfindlichen Pflanzen wie *Vicia faba* (Tab. 1), *Pisum sativum* und *Zea mays* (JÄGER & PRIEBE 1975). Eventuell sind hier geringere Umsatzraten zum Teil als Grund für die höhere Stabilität des Aminosäurestoffwechsels von salztoleranten Chenopodiaceen in Betracht zu ziehen.

Von den sich anreichernden Aminosäuren ist das Prolin von besonderem Interesse, da es in allen Versuchspflanzen enorm akkumuliert. Nach PALFI *et al.* 1974, STEWART & LEE 1974, HUBER 1974 und JÄGER & MEYER 1977 kann Prolin als C-, N- und Energiespeicher fungieren, der z. B. bei Wasserstreß angelegt wird und nach der Streßsituation schnell wieder zur Verfügung steht. Da osmotische Streßsituationen für Halophyten am natürlichen Standort aber dauernd gegeben sind, entfällt hier evtl. diese dem Prolin zugeschriebene Bedeutung. Das Voraneilen der Prolinanhäufung gegenüber der Erhöhung der Ionenkonzentration (Fig. 1, *A. halimus*) spricht aber nach TREICHEL 1975 dafür, daß durch die hohe Ionenkonzentration im Boden die Wasserversorgung für einige Zeit unterbrochen war, was in der Auswirkung einer Dürrebelastung gleichkommt. In Halophyten kann Prolin nach STEWART & LEE 1974, TREICHEL 1975 und FLOWERS *et al.* 1977 eine bedeutende Rolle bei der Osmoregulation innerhalb der Zelle spielen. FLOWERS *et al.* 1977 beschreiben, daß im Plasma von Halophyten $\frac{1}{2}-\frac{1}{3}$ der Salzkonzentration der Vakuole vorhanden sein kann und die osmotische Differenz zwischen Plasma und Vakuole durch hohe Prolinkonzentrationen zum großen Teil ausgeglichen werden kann. In unseren Versuchen zeigte sich, daß sich Prolin in salzempfindlichen wie salztoleranten Pflanzen unter Salzstreß anreichert, dieser Vorgang also keine spezielle Anspasung der Halophyten darstellt (siehe dazu Fig. 1).

Der Akkumulation von Prolin steht in den Versuchspflanzen das Absinken von Glutaminsäure und Asparaginsäure, den Schlüsselaminosäuren der Einschleusung von C-Körpern in den Aminosäurestoffwechsel (WEBB & BURLEY 1965), gegenüber. Dies ist wohl darin begründet, daß zum einen die Nettoassimilation durch NaCl herabgesetzt wird (HOFFMAN & PHENE 1971) und damit nicht genügend C-Körper aus dem Citratzyklus

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

für die Synthese beider Aminosäuren bereitstehen. Zum anderen werden im angehäuften Prolin große Mengen des Glutaminsäuregerüstes festgelegt. Mit zunehmender Salztoleranz der Pflanzen wird die Abnahme an Asparaginsäure und Glutaminsäure geringer. Untersuchungen von LANGLOIS 1971 sowie die vorliegenden Ergebnisse (Tab. 5, 1 M NaCl) zeigen, daß sich die freien Aminosäuren in stark NaCl-gestreßter *Salicornia europaea* ähnlich wie in *Vicia faba* verhalten. Die Besonderheit des Aminosäurestoffwechsels der Halophyten besteht wohl darin, daß dieser trotz stark erhöhter

Tabelle 5

Konzentration (μMol/g TG) freier Aminosäuren in *Salicornia europaea* unter dem Einfluß unterschiedlicher NaCl-Konzentrationen der Gießlösung

mM NaCl	0	50	100	200	350	500	750	1000
Pro	0,4	0,3	1,0	1,7	1,2	3,9	1,7	15,6
Glu	6,0	5,0	10,6	4,9	9,0	7,8	4,2	3,5
γ-Abs	4,8	4,4	4,7	3,1	4,8	4,0	4,0	2,5
Orn	0,4	0,4	0,5	0,3	0,5	0,5	0,3	0,2
Arg	2,4	1,0	2,3	5,5	17,2	15,4	4,0	8,1
Gln	9,2	10,3	15,2	29,4	14,0	42,4	7,5	15,4
Asn	0,1	0,1	0,2	0,4	2,1	12,4	4,3	9,5
Asp	3,8	4,1	7,6	4,6	4,3	5,6	3,9	5,8
Thr	3,8	2,1	6,4	2,6	1,8	3,5	1,6	4,0
Ileu	0,4	0,4	0,5	0,3	0,8	1,0	0,5	0,3
Lys	0,2	0,3	0,4	0,2	0,5	0,6	0,3	0,5
Ala	1,4	1,1	2,3	1,3	1,5	1,8	1,4	1,0
Val	1,1	0,7	1,0	1,0	1,7	2,3	1,5	1,1
Leu	0,9	0,8	1,0	1,1	2,0	2,7	1,1	1,2
Ser	3,9	3,2	6,2	3,9	2,6	12,4	4,3	10,7
Gly	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,3	0,2
Tyr	0,2	0,2	0,3	0,3	0,5	0,6	0,3	0,9
Phe	0,4	0,5	0,7	0,7	1,5	1,5	1,1	2,5
His	0,2	0,2	0,3	0,3	1,0	0,6	0,6	0,6
Σ	39,9	35,4	61,5	61,9	67,5	119,5	42,9	83,6
NH_4^+	4,0	2,5	5,9	5,0	5,5	7,4	5,9	16,1

NaCl-Konzentrationen im Gewebe (PRIEBE & JÄGER 1977) wenig beeinflußbar ist. Über den Einfluß von NaCl auf die hier beteiligten enzymatischen Vorgänge wird gesondert berichtet werden.

Literatur

BIELESKI R. L. & TURNER N. A. 1966. Separation and estimation of amino acids in crude plant extract by thinlayer electrophoresis and chromatography. — Anal. Biochem. 17: 278—293.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

DeKock P. C. & Morrison R. I. 1958. The metabolism of chlorotic leaves. I. Amino acids. — Biochem. J. 70: 266—272.

Flowers T. J., Troke P. F. & Yeo A. R. 1977. — The mechanism of salt tolerance in halophytes. — Ann. Rev. Plant Physiol. 28: 89—121.

Goas M. 1965. Sur le métabolisme azoté des halophytes. Etude des acides aminés et amides libres. — Bull. Soc. Fr. Physiol. Veg. 11: 309—315.

Hall J. L. & Flowers T. J. 1973. The effect of salt on protein synthesis in the halophyte *Suaeda maritima*. — Planta 110: 361—368.

Hoffman H. J. & Phene C. J. 1971. Effect of constant salinity levels on water use efficiency of bean and cotton. — Trans. Am. Soc. Agr. Eng. 14: 1103—1106.

Huber W. 1974. Über den Einfluß von NaCl- oder Abscisinsäurebehandlung auf den Proteinmetabolismus und einige weitere Enzyme des Aminosäurestoffwechsels in Keimlingen von *Pennisetum typhoides*. — Planta 121: 225—235.

Jäger H.-J. 1975. Zur säulenchromatographischen Bestimmung freier Aminosäuren und Diamine in Pflanzenmaterial. — Angew. Bot. 49: 25—30.

Jäger H.-J. & Priebe A. 1975. Zum Problem der durch Salinität induzierten Putrescinbildung in Pflanzen. — Oecol. Plant. 10: 267—279.

Jäger H.-J. & Meyer H. R. 1977. Effect of water stress on growth and proline metabolism of *Phaseolus vulgaris* L. — Oecologia 30: 83—96.

Jones R. 1970. The biology of *Atriplex*. — CSIRO Canberra.

Land J. B. & Norton G. 1973. Asparagine accumulation in genetically chlorotic tissue. — New Phytol. 72: 493—496.

Langlois J. 1971. Influence du rhythme d'immersion sur la croissance et le métabolisme proteique de *Salicornia stricta* Dumont. — Oecol. Plant. 6: 227—245.

Palfi G., Köves E., Bito M. & Sebestyen R. 1974. The role of amino acids during water stress in species accumulating proline. — Phyton (Buenos Aires) 32: 121—127.

Pluenneke R. H. & Joham H. E. 1972. The influence of low substrate sodium levels upon the free amino acid content of cotton leaves. — Plant Physiol. 49: 502—505.

Priebe A. & Jäger H.-J. 1977. Einfluß von NaCl auf Wachstum und Ionengehalt unterschiedlich salztoleranter Pflanzen. — Angew. Bot. (im Druck).

Stewart C. R. & Lee J. A. 1974. The role of proline accumulation in halophytes. — Planta 120: 279—289.

Storey R. & Wyn Jones R. G. 1977. Quaternary ammonium compounds in plants in relation to salt resistance. — Phytochem. 16: 447—453.

Strogonov B. P. 1964. Physiological basis of salt tolerance of plants. — Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem.

Strogonov B. P. 1973. Structure and function of plant cells in saline habitats. — Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem.

Treichel S. 1975. Der Einfluß von NaCl auf die Prolinakkumulation verschiedener Halophyten. — Z. Pflanzenphysiol. 76: 56—68.

Webb K. L. & Burley J. W. A. 1965. Dark fixation of $C^{14}O_2$ by obligateand facultative salt marsh halophytes. — Canad. J. Bot. 43: 281—285.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Phyton, Annales Rei Botanicae, Horn

Jahr/Year: 1978

Band/Volume: 19_1_2

Autor(en)/Author(s): Priebe Albrecht, Jäger Hans-Jürgen

Artikel/Article: Einfluß von NaCl auf die freien Aminosäuren von Pflanzen unterschiedlicher Salztoleranz. 113-122