EIGNUNG VON IN VITRO VERFAHREN ZUR CHARAKTERISIERUNG DER SALZTOLERANZ BEI SOLANUM-ARTEN

Vom Fachbereich Gartenbau
der Universität Hannover
zur Erlangung
des akademischen Grades eines

Doktors der Gartenbauwissenschaften

– Dr. rer. hort. –

genehmigte

Dissertation

von

M.Sc.Agr. Ayoub Zeyada Elhag
geboren am 01.01.1954 in Gaba /Sudan

1991

gedruckt mit Unterstützung des Deutschen Akademischen Austauschdienstes

Referent: Prof. Dr. W. Horst
Korreferent: Prof. Dr. M. Dambroth
Tag der Promotion: 13.12.1991

Danksagung

Die vorliegende Arbeit wurde in den Jahren 1987 bis 1991 im Institut für Pflanzenbau und -züchtung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) in Braunschweig, Völkenrode angefertigt. Dem Leiter des Institutes, Herrn Prof. Dr. M. Dambroth, danke ich herzlich für die Überlassung des Promotionsthemas, die großzügige Bereitstellung des Arbeitsplatzes und für die stets gewährte Unterstützung.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. W. Horst, Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde, Universität Hannover, für die Überlassung des Themas, seine zahlreichen und wertvollen Anregungen und Diskussionen, seine freundliche Unterstützung und sein stetiges Interesse an der Durchführung der Arbeit.

Frau Dr. G. Mix-Wagner, im Institut für Pflanzenbau und -züchtung der FAL danke ich für die Betreuung, ihre freundliche Unterstützung und die Korrektur des Manuskripts.

Herrn Dr. N. El Bassam, Institut für Pflanzenbau und -züchtung, FAL, gilt mein aufrichtiger Dank für die Anregung zur Aufnahme dieses Themas, für die vielseitige Unterstützung im Verlauf der Arbeit und für seine stetige Diskussionsbereitschaft, wertvolle Anmerkungen und Betreuung.

Herrn Dipl.-Math. D. Strauss, Datenverarbeitungsstelle der FAL, danke ich für die Verrechnung der Versuchsdaten.

Frau H. Isenberg danke ich für die Anfertigung der druckreifen Dissertationsschrift.

Meiner Familie danke ich für ihr Verständnis, daß sie geduldig meine Abwesenheit an einigen Wochenenden und Abenden ertragen und so zum Gelingen der Arbeit beigetragen hat.

Allen Mitarbeitern des Instituts für Pflanzenbau und -züchtung, FAL, die mir bei der Durchführung der Arbeit behilflich waren, sei auf diesem Wege herzlich gedankt.

Dem Deutschen Akademischen Austauschdienst und der sudanesischen Regierung danke ich für die finanzielle Unterstützung, die die Durchführung dieser Arbeit ermöglicht hat.

Abstract

Suitability of in vitro culture for the characterization of salt tolerance of *Solanum* spp.

This work was carried out in order to investigate the suitability of the wild and primitive forms of the potato for in vitro culture, the suitability of the in vitro culture for screening and identification of salt tolerant potato genotypes, as well as to characterize some morphological and physiological aspects of salt tolerance in potatoes. The investigations were conducted using 86 potato genotypes and different concentrations of NaCl. The wild and primitive forms of the potato were found to be suitable for in vitro propagation. The tested morphological characters were greatly affected by the salt treatments, whereby the lenght of the main stem and the dry matter of the shoots appeared to be suitable for the identification of salt tolerance among the potato genotypes. The correlations between both parameters in in vitro and in pot experiments were positive and highly significant. The Na^+ and Cl^- contents of the shoots were inversely correlated with vegetative growth expressed as stem length and dry matter of the shoots both in vitro and in vivo. The salt tolerance of potatoes depends on the ability of the plant to exclude Na^+ and Cl^- or to reduce their transport into the shoots. The tested genotypes showed different ability to reduce the transport of Na^+ and Cl^- to the shoots, whereby the salt tolerant genotypes showed low contents of both elements compared to the sensitive ones.
It could be concluded that the variability in salt tolerance is greater among the wild and primitive forms of the potato than among the cultivars. The tested material provides a potential base for systematic breeding of salt tolerance of potatoes, whereby the in vitro culture is to be used.

Inhalt Seite

1. Einleitung und Problemstellung....1

2. Literaturübersicht....5
2.1 Genotypische Unterschiede in der Salztoleranz....5
2.2 In vivo Screening auf Salztoleranz....7
2.3 In vitro Screening auf Salztoleranz....11

3. Material und Methoden....16
3.1 Ausgangsmaterial....16
3.2 Versuchsdurchführung....16
3.2.1 Versuchsplan....16
3.2.2 Vermehrung des Ausgangsmaterials....16
3.2.3 Zusammensetzung der Nährmedien....20
3.2.4 In vitro Versuche....20
3.2.5 Gefäßversuch....22
3.2.5.1 Bewässerung....23
3.2.5.2 Pflanzenschutz....23
3.3 Auswertungsparameter....23
3.3.1 Erster in vitro Versuch (Vorselektion)....23
3.3.2 Zweiter, dritter und vierter in vitro Versuch....23
3.4 Versuchsanlage und statistische Auswertung....25

4. Ergebnisse....26
4.1 Prüfung der in vitro Tauglichkeit....26
4.1.1 Anzahl der sproß- und wurzelbildenden Nodien....26
4.1.2 Frischmasse....26
4.2 Erster in vitro Versuch (Vorselektion)....30
4.2.1 Besondere Beobachtungen....30
4.2.2 Einfluß des Salzangebotes auf die Sproßmerkmale....30
4.2.3 Einfluß des Salzangebotes auf die Wurzelmerkmale....32
4.2.4 Einfluß des Salzangebotes auf die untersuchten Genotypen....32
4.2.4.1 Anzahl der sproßbildenden Nodien....32
4.2.4.2 Länge des gebildeten Hauptsprosses....35
4.2.4.3 Anzahl der Blättter pro Sproß....35
4.2.4.4 Sproßfrischmasse pro Pflänzchen....35
4.2.4.5 Anzahl der wurzelbildenden Nodien....39

4.2.4.6 Anzahl der Wurzeln pro Pflänzchen....39
4.2.4.7 Durchschnittliche Länge der Wurzeln....43
4.2.5 Klassifikation der Genotypen nach der Salztoleranz....43
4.2.5.1 Rangfolge der Genotypen bezüglich der Sproßmerkmale...43
4.2.5.2 Rangfolge der Genotypen bezüglich der Wurzelmerkmale..56
4.2.5.3 Beziehungen der Klassifikation der Genotypen bezüglich der Regressionskoeffizienten zu der bezüglich der Summe der Rangfolgen....66
4.2.6 Beziehungen zwischen den Wachstumsmerkmalen zur Bestimmung der Salztoleranz....68
4.3 Zweiter in vitro Versuch (festes Nährmedium)....69
4.3.1 Länge des gebildeten Hauptsprosses....70
4.3.2 Trockenmasse....70
4.3.3 Mineralstoffgehalt....73
4.4 Dritter in vitro Versuch (flüssiges Nährmedium)....79
4.4.1 Länge des gebildeten Hauptsprosses....79
4.4.2 Trockenmasse....80
4.4.3 Mineralstoffgehalt....80
4.5 Beziehungen zwischen dem zweiten und dritten in vitro Versuch....86
4.6 Beziehungen zwischen den Mineralstoffgehalten der Pflanze und der Salztoleranz in vivo....89
4.7 Gefäßversuch....91
4.7.1 Oberirdisches Wachstum....91
4.7.2 Ertrag....92
4.7.3 Mineralstoffgehalt der oberirdischen Pflanzenteile....98
4.8 Beziehung zwischen den Parametern des Wachstums und des Ertrags im Gefäßversuch....104
4.9 Beziehung zwischen der Konzentration der Mineralstoffe in der Pflanze und der Salztoleranz im Gefäßversuch....104
4.10 Beziehung in der Salztoleranz zwischen den in vitro Versuchen und dem Gefäßversuch....107
4.11 Vierter in vitro Versuch....107
4.11.1 Länge des gebildeten Hauptsprosses....107
4.11.2 Trockenmasse....110

5. Diskussion....111
5.1 In vitro Tauglichkeit....111

5.2 Genotypische Unterschiede in der Salztoleranz.....111
5.3 Charakterisierung von Salztoleranz.....116

6. Schlußfolgerung.....120

7. Zusammenfassung; Summary.....121

8. Literaturverzeichnis.....126

9. Anhang: Abkürzungen; Tabellen A1 - A7..... 134

1. Einleitung und Problemstellung

Weltweit sind eine Milliarde Hektar Kulturland vorwiegend in ariden und semiariden Gebieten von einer Bodenversalzung mehr oder weniger betroffen (Epstein, 1980 und Vose, 1983). Versalzung führt zunächst zu Ertragsrückgang, und im fortgeschrittenen Stadium kann es in einen totalen Ertragsausfall münden (Maas & Hoffmann, 1977; Jurinak & Wagenet, 1981; Campbell et al., 1986 und Levy et al., 1988). Die Salze gelangen im wesentlichen durch das Bewässerungswasser und durch den kapillaren Aufstieg aus dem salzhaltigen Grundwasser in die Wurzelzone (El Bassam, 1967). Die Salze beeinflussen das Pflanzenwachstum indirekt durch die Erhöhung des osmotischen Drucks des Bodenwassers und direkt durch den Einfluß der Ionen und deren Wechselwirkungen. Dieses ist verbunden mit Turgorverlusten, erschwerter Wasseraufnahme, Hemmung von Enzymaktivitäten und Membranfunktionen, Beeinträchtigung der Photosynthese sowie der Induktion von Nährstoffmangel aufgrund gestörter Aufnahme- und Transportmechanismen (Bernstein, 1975; Greenway & Munns, 1980 und Yeo, 1983).

Bei der Nutzung der Salzböden kommt es darauf an, optimale Kulturbedingungen zu schaffen, die den jeweiligen ausgewählten Pflanzenarten beziehungsweise deren Sorten angepaßt sein müssen. Dieses ist allerdings nicht immer möglich und mit erheblichem technischen und ökonomischen Aufwand verbunden. Man kann aber mit Hilfe der Züchtung den umgekehrten Weg gehen, nämlich an die Umwelt adaptierte Genotypen selektieren oder entwickeln, deren Identifizierung aber geeignete Selektions- und Screeningmethoden erfordert (Dambroth & El Bassam, 1982 und Epstein, 1985).

In einigen Entwicklungsländern wird die Kartoffel in zunehmendem Maße angebaut und konsumiert (FAO, 1983 und Horton, 1987). Darüber hinaus ist sie sogar für einige Entwicklungsländer zu einem Exportgut geworden (van der Zaag, 1989). Dieses ist ihrer großen ernährungsphysiologischen Bedeutung sowie ihrer guten Eignung für unterschiedliche Anbaubedingungen und Ernährungsgewohnheiten zuzuschreiben (Anonym, 1986 und van der Zaag, 1989).

Mit Zell- und Gewebekulturen besitzt die pflanzenphysiologische Forschung heute gut manipulierbare, biologische Systeme zur Untersuchung verschiedener Phänomene auf zellulärer Ebene. Zahlreiche Stoffwechselwege können belegt und verfolgt, Enzymaktivitäten bestimmt und unterschiedliche Substanzen appliziert und deren Wirkung beschrieben werden. Zell- bzw. Gewebekulturen lassen sich für rasche und wirkungsvolle Selektionen gegenüber Streßfaktoren einsetzen, wo für konventionelle Methoden große Flächen Land, ein großer Arbeitsaufwand und viel Zeit benötigt werden (Mix, 1981; Yamada & Fujita, 1983 und Goeft & Oertli, 1989).

Bei der Kartoffel wird die in vitro Kultur bei der Erstellung pathogenfreier Sorten und Stämme (Mellor & Stace-Smith, 1977; Wang & Hu, 1980 und Miller & Lipschutz, 1984), zur vegetativen Vermehrung und zur Aufbewahrung von Sorten und Klonen angewandt (Goodwin et al., 1980; Goodwin & Adisarwanto, 1980; van Harten et al., 1981 und Mix, 1981 und 1983).

Bei einem dieser Verfahren wird Wachstum und Proliferation der Achselknospen induziert. Das Ausgangsmaterial, die Knospe, ist bereits differenziert. Durch die in vitro Kultur der Knospe wird das Längenwachstum und die Wurzelbildung induziert. Im Gegensatz zu den anderen in vitro Kulturverfahren, wie Kallus-, Suspensions- und Einzelzellkulturen und Protoplastenkultur, die oftmals eine Kallusphase vor der Pflanzenregeneration durchmachen, und dadurch genetische Veränderungen aufweisen, z.B. Polyploidisation, ist die genetische Stabilität der Meristeme (Achselknospen) in vitro etwa gleich der Stabilität der Meristeme in situ (Hasegawa et al., 1973; Murashige, 1974; McCown & Amos, 1979 und Hu & Wang, 1983).

Zell- und Gewebekulturen wurden bisher zur Evaluierung der Salztoleranz und zur direkten Selektion salztoleranter Genotypen herangezogen (Tal et al., 1978; Orton, 1980; Stavarek & Rains, 1984; Spiegel-Roy & Ben-Hayyim, 1985 und Arslan et al., 1987).

Die Kartoffel gilt als salzempfindliche Pflanze, deren Wachstum schon bei einer elektrischen Leitfähigkeit der Bodenlösung von 1,7 mmohs/cm stark beeinträchtigt wird (Maas & Hoffman, 1977 und Maas, 1986). Ein Vergleich von Pflanzenarten hinsichtlich der

Grenzen ihrer Salzverträglichkeit ist allerdings schwierig, da es keine Standardmethode zum Messen des Salzstresses gibt (Greenway & Munns, 1980). Photoperiode, Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Nährstoffversorgung können die Reaktion der Pflanze auf Salinität beeinflussen (Hoffman & Rawlins, 1971; Albregts & Howard, 1973; Helal et al., 1975 und Bruns & Caesar, 1990). Die Züchtung hat bei zahlreichen Nutzpflanzen ein mehr oder weniger breites Spektrum unterschiedlich salzverträglicher Sorten bereits selektiert (Moeljopawiro & Ikehashi, 1981; Kingsbury & Epstein, 1984; Forster et al., 1987 und Azhar & McNeilly, 1988).

Die Zuchterfolge der letzten Jahre haben zu einem Verlust an genetischer Vielfalt geführt. Eine Orientierung der Züchtung an bestimmten Zuchtzielen, wie die Entwicklung von salztoleranten Sorten, setzt bezüglich der Frage des Ausgangsmaterials eine Prüfung voraus, ob die heute genutzten Genpoole noch genügend Variabilität dafür aufweisen. Sollte die möglicherweise verdeckte Variabilität nicht ausreichen, so wäre ein Rückgriff auf den Genpool von Wildarten und Ökotypen erforderlich, um eine Verbreiterung der genetischen Basis erreichen zu können.

Zur Gattung *Solanum* gehören neben unseren Kulturkartoffelsorten noch etwa 180 Wildarten sowie 8 Primitivformen. Die Deutsch-niederländische Kartoffelsammlung des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der FAL, die seit 1974 existiert, besteht zur Zeit aus 700 Herkünften von sechs Primitivformen und 1950 Herkünften von 112 Wildarten (Hoekstra, 1990). In der Züchtung wurden die genetischen Ressourcen der Kartoffel, insbesondere bei der Resistenzzüchtung gegen Viren und Nematoden, erfolgreich benutzt.

In der vorliegenden Arbeit sollen folgende Aspekte untersucht werden:

- Prüfung der Wildarten und Primitivformen der Kartoffel auf ihre in vitro Tauglichkeit

- Eignung der in vitro Screening-Methoden zur Ermittlung der Salztoleranz der Kartoffel

- Identifizierung von salztoleranten Genotypen

- Bestimmung einiger morphologischer und physiologischer Parameter der Salztoleranz.

2. Literaturübersicht

2.1 Genotypische Unterschiede in der Salztoleranz

Erhebliche Unterschiede in der Salztoleranz bestehen sowohl bei verschiedenen Kulturpflanzenarten als auch häufig innerhalb einer Pflanzenart zwischen Genotypen. Die genetische Variabilität innerhalb einer Pflanzenart ist von großer Bedeutung zum Studium der Anpassungsmechanismen an saline Bedingungen und zur Selektion von salzverträglichen Genotypen bis zur Züchtung salztoleranter Sorten (Epstein et al., 1980). Bisher konnte bei einer Vielzahl von Pflanzenarten Variabilität in der Salzverträglichkeit festgestellt werden, z. B. Reis (Ponnamperuma, 1982), Gerste (Orton, 1980), Weizen (Kingsbury & Epstein, 1984), Mais (Ashraf & McNeilly, 1990), Hirse (Yang et al., 1990a), Baumwolle (Abo El Zahab, 1971), Sojabohnen (Läuchli & Wieneke, 1979), Vinga spp. (Ashraf & Karim, 1990), Zuckerrübe (Marschner et al., 1981), Tomaten (Tal & Shannon, 1983), Süßmelone (Nerson & Paris, 1984) und Kartoffel (Bilski et al., 1988).

Neben der genetischen Variabilität wird die Salzverträglichkeit bzw. die Salztoleranz durch den Entwicklungsstand der Pflanze und die jeweilige Beschaffenheit der Boden- und der Klimaverhältnisse modifiziert.

Die Ergebnisse in der Literatur sind hinsichtlich der Änderung der Salzempfindlichkeit während der Ontogenese verschiedener Pflanzenarten widersprüchlich. Maas & Hoffmann (1977) berichteten, daß Zuckerrüben besonders während der Keimung salzempfindlich sind. Die Salzempfindlichkeit bei Tomaten, Weizen und Gerste nimmt gerade nach der Keimung zu. Mehrere Hirse- und Weizensorten reagierten auf eine Salzbehandlung während des Auflaufens und des vegetativen Wachstums empfindlicher als während der reproduktiven Wachstumsphase (Maas, 1986; Maas & Hoffmann, 1986 und Maas & Poss, 1989).

Bei den Untersuchungen von Maas et al. (1983) wurde die Salztoleranz von 16 Maissorten bei den Salzkonzentrationen 0.2, 1, 3, 7, 9, und 10 mmohs/cm NaCl und $CaCl_2$ zu verschiedenen Wachstumsstadien geprüft. Die Keimung aller Sorten war durch die Salzbehandlung kaum beeinträchtigt. Die größere Anzahl der getesteten

Sorten erwies sich während des Aufgangs und der Phase der Blatt- und Stengelentwicklung salzempfindlicher als während der Keimung und späteren Stadien. Die Salzverabreichung kurz vor der Kornfüllungsphase hatte kaum noch Einfluß auf den Ertrag.

Lunin et al. (1963) gaben bei einer Untersuchung mit sechs Gemüsearten (Tomaten, Paprika, Beta-Rübe, Spinat, Broccoli und Zwiebel), die in verschiedenen Wachstumsstadien den Salzkonzentrationen 5, 10, 20, und 30 für vier Arten oder 10, 25, 40 und 50 mmohs/cm für Tomaten und Spinat im Bewässerungswasser ausgesetzt wurden, an, daß die Salzapplikation bei Tomaten, Zwiebeln, Paprika und Spinat zu späteren Entwicklungsstadien einen geringeren Einfluß auf die oberirdische Grünmasse hatte. Der Zwiebelertrag wurde durch spätere geringere Salzgaben sogar positiv beeinflußt. Bei Broccoli und Beta-Rüben zeigte die Salzgabe zu unterschiedlichen Entwicklungsstadien keinen Einfluß.

Lynch et al. (1982) fanden, daß einige Sorten verschiedener Kulturpflanzen während der Keimung und den ersten Wachstumsphasen salzempfindlich reagierten, in späteren Stadien aber eine gewisse Salztoleranz zeigten. Andere Sorten wiesen ein umgekehrtes Verhalten auf.

Nerson & Paris (1984) untersuchten Melonen. Die vier Sorten reagierten auf die Salzzufuhr im Bewässerungswasser (5000, 7500, 10000 und 15000 mg/l NaCl) unterschiedlich. Zwei Sorten, die während der Keimung salztolerant waren, erwiesen sich während der Phase des Längenwachstums und in späteren Wachstumsstadien als empfindlicher und brachten niedrige Erträge. Dagegen waren die anderen beiden Sorten, die bei der Salzbehandlung von 15000 mg/l NaCl kaum noch keimten, während der Phase der Blatt- und Stengelbildung toleranter.

Kartoffel erwies sich während der Phase der Knollenbildung nach den Angaben von Moorby (1978) als sehr salzempfindlich.

Bruns (1988) untersuchte vier Kartoffelsorten auf ihre Reaktion durch Salzgangebot zu drei Entwicklungsstadien: Eine Woche nach Aufgang, zu Beginn der Knollenbildung und während der Knollenentwicklung. Eine Salzmischung aus NaCl und Na_2SO_4 im Verhältnis von 2:1 wurde in drei Konzentrationen (4, 8 und 12 mmohs/cm) verabreicht. Akute Salzempfindlichkeit trat vor allem auf, wenn die Applikation der Salze zu Beginn der Knollenbildung durchgeführt wurde.

2.2 In vivo Screening auf Salztoleranz

Shannon & Francois (1978) stellten an drei Melonensorten, die unter Feldbedingungen mit 30, 70 und 105 mval/l NaCl und $CaCl_2$ (1:1) im Bewässerungswasser behandelt wurden, fest, daß die Erhöhung der Salzkonzentration die Trockenmasse der Pflanzen und den Fruchtertrag stark beeinflußt. Unterschiede bestanden zwischen den Genotypen hinsichtlich ihrer Fähigkeiten Na^+, Cl^-, K^+ und Ca^{2+} im Sproß anzureichern. Die salzempfindliche Sorte "Top Mark" wies die höchste Na^+-Konzentration in den Blättern und dem Fruchtgewebe auf. Diese Sorte erbrachte den höchsten Ertrag unter niedrigem Salzniveau und den niedrigsten Ertrag bei hoher Salzkonzentration.

Vier Melonensorten mit unterschiedlicher Salztoleranz wurden von Nerson & Paris (1984) unter kontrollierten Bedingungen in Gefäßen untersucht. Die Pflanzen wurden mit Salzwasser (1500 mg/l NaCl) gegossen. Die Trockenmasse galt als Parameter für das Screening auf Salztoleranz, da sie stabil und reproduzierbar bei in Gefäßen kultivierten Pflanzen war. Die Untersuchungen ergaben, daß eine positive Korrelation zwischen der Längenwachstumsrate der Hauptwurzel, dem vegetativen Wachstum der Jungpflanzen und dem Ertrag unter Salzstreß bestand. Dagegen ergab sich keine Korrelation zwischen der Keimung und den späteren Wachstumsstadien der Pflanzen. Ein Screening auf Salztoleranz bei Melone kann daher während früher Wachstumsstadien aber nicht während der Keimung erfolgreich eingesetzt werden.

Dehan & Tal (1978) berichteten, daß die Wildformen *Lycopersicon peruvianum* und *Solanum pennellii* der Tomate unter hohem Salzangebot (0,58 und 1,17 % NaCl) einen geringeren Verlust der Trockenmasse und eine geringere Beeinträchtigung des Wasserhaushaltes als die Kultursorten aufwiesen. Ebenfalls untersuchten Tal & Shannon (1983) die Länge des Hauptsprosses, Sukkulenz und die Akkumulation der Salzionen (Na^+, Cl^-, K^+ und Ca^{2+}) in den Wurzeln und den ober-

irdischen Pflanzenteilen an drei Wildformen und zwei Kultursorten der Tomaten in Nährlösung mit 100 und 150 mM NaCl. Dabei wurden deutliche Unterschiede in den erfaßten Merkmalen zwischen den Wildformen und den Kultursorten beobachtet. Unter salinen Bedingungen zeigten die Wildformen eine geringere Abnahme der Sproßlänge, aber eine höhere Sukkulenz als die Kultursorten. Außerdem akkumulierten die Wildformen mehr Na^+ und K^+ im Sproß als die Kultursorten. Sie bestätigten die Ergebnisse von Rush & Epstein (1981), die eine positiv signifikante Korrelation zwischen Na^+-Akkumulation und der Salztoleranz bei Tomaten beschrieben.

Orton (1980) bestimmte von einer Wildform (*Hordeum jubatum*) und einer Kulturart (*H. vulgare*) der Gerste, die in einem Gefäßversuch bei drei Salzkonzentrationen (17, 170 und 860 mM NaCl) in Nährlösung unter kontrollierten Bedingungen wuchsen, im Alter von 40 Tagen die Trockenmasse der Wurzeln und der Sprosse, die Anzahl der Triebe pro Pflanze sowie die Mineralstoffgehalte (Na^+, Cl^-, K^+ und Ca^{2+}). Bei der höchsten Salzkonzentration (860 mM NaCl) hatten die Wildform sowie die Kulturart das Wachstum ganz eingestellt. Das Wachstum der Kulturart nahm mit der Erhöhung der Salzkonzentration stärker ab als das der Wildform. Die Kulturart akkumulierte mehr Na^+ und Cl^- im Sproß als die Wildform. Dagegen bestand kein Unterschied der Ionenkonzentrationen in den Wurzeln zwischen den beiden Arten. Die Wildform wies höhere K^+-Gehalte als die Kulturart sowohl im Spoß als auch in den Wurzeln auf. Die Salztoleranz bei Gerste läßt sich mit einer Akkumulation von Na^+ und Cl^- in den Wurzeln und einer Einschränkung des Transportes in die Sprosse erklären.

Moeljopawiro & Ikehashi (1981) führten eine Selektion bei mehreren Reislinien (0,4 % NaCl) nach der Anzahl der abgestorbenen Blätter, Anzahl der Blätter und Trockenmasse der Sprosse durch. Die Untersuchungen ergaben gesicherte Unterschiede in der Salztoleranz zwischen den untersuchten Genotypen. Die Pflanzen, die bezüglich des vegetativen Wachstums der Sämlinge tolerant waren, erbrachten auch höhere Kornerträge bei der Salzbehandlung. Dies kann als gutes Beispiel dafür angesehen werden, daß die Erhöhung der Salztoleranz mit Hilfe konventioneller Züchtungsmethoden möglich ist.

Kingsbury & Epstein (1984) untersuchten 5000 Weizengenotypen bei hohen Salzkonzentrationen bis zu 85 % des Meerwassers. 312 aus den 5000 Genotypen, die hohe Keimungsrate und kräftiges Auflaufen aufwiesen, wurden bis zur Ernte bei 50 %igem Meerwasser weiterkultiviert. Daraus konnten 29 Genotypen als salztolerant identifiziert werden. Die Autoren stellten fest, daß ein Screening von Weizengenotypen auf Salztoleranz mit Hilfe hoher Salzkonzentrationen über eine Generation sehr effektiv sein kann.

Die Salztoleranz amphiploider Pflanzen aus *Triticum aestivum* und *Agropyron junceum* wurde von Forster et al. (1987) unter kontrollierten Umweltbedingungen untersucht. Die Bastarde konnten bei einer Salzkonzentration von 250 mM NaCl keimen und bis zur Kornreife heranwachsen. Bislang ist keine Weizensorte bekannt, die eine solche Salzkonzentration überlebt. Lediglich bei niedrigeren Salzkonzentrationen (100 und 150 mM NaCl) konnte bei Weizen eine Variation der Salztoleranz festgestellt werden. Bei Untersuchungen von Maas & Poss (1989) zeigten die beiden untersuchten Weizenspezies *Triticum aestivum* L. und *Triticum turgidum* ähnlich relative Sproßtrockenmassen ohne Berücksichtigung des Zeitraumes der Salzbehandlung. Die Strohtrockenmasse wurde durch die Salzbehandlung stärker als der Kornertrag beeinträchtigt. *T. aestivum* konnte die Na^+- und Cl^--Akkumulation in den Blättern effektiver einschränken als *T. turgidum*. Der K^+-Gehalt im Sproß wurde bei einer Salzgabe 10 Tage nach der Aussaat stark vermindert.

Bezerra (1985) legte Untersuchungen an mehreren Hirsesorten mit Salzbehandlung (120 und 175 mM NaCl) vor, die zeigten, daß als Ursache für die genotypischen Unterschiede in der Salztoleranz die Unterschiede in den Gehalten an organischen und osmotisch wirksamen Substanzen (Prolin, Betain, reduzierenden Zuckern und Saccharose) keine größere Bedeutung haben. Vielmehr beruhen die Toleranzunterschiede vorwiegend auf Unterschieden in der Aufnahme und Verteilung der Ionen in den Pflanzen. Dabei beruht eine hohe Salztoleranz auf der Fähigkeit der Pflanze, bei hoher NaCl-Konzentration im Substrat sowohl die Anreicherung von Na^+ im Sproß zu vermindern als auch mehr K^+ aufzunehmen.

Diese Ergebnisse wurden von Yang et al. (1990a) an zwei Hirsegenotypen, *Sorghum bicolor* (Kultursorte) und *Sorghum halepense*, bestätigt. Sie untersuchten die beiden Pflanzenarten unter Salzbehandlung (100 und 200 mM NaCl im Bewässerungswasser) in Gefäßen. Sie fanden, daß der größere Verlust der Frisch- und Trockenmasse der Kultursorte bei hoher Salzkonzentration positiv mit höheren Cl^--Gehalten und einem höheren Na^+/K^+-Verhältnis im Sproß korreliert war. Beide Genotypen konnten Na^+ vom Transport in den Sproß weitgehend ausschließen, wobei *S. halepense* jedoch effektiver war.

Untersuchungen von Ashraf et al. (1987) an vier Futterpflanzenarten unter Salzbedingungen (150 - 250 mM NaCl) zeigten, daß eine Korrelation zwischen der Selektion auf Salztoleranz während des Sämlingswachstums sowie während der späteren Wachstumsstadien besteht. Weiterhin war die Sproßlänge als Parameter für ein Screening auf Salztoleranz geeignet.

Wieneke & Läuchli (1980) fanden bei einer NaCl-Konzentration von 7,5 mM in der Nährlösung keine Unterschiede zwischen zwei Sojabohnengenotypen hinsichtlich der Na^+-Konzentration in den Pflanzen. Aber bei einer höheren NaCl-Konzentration (66,5 mM) stiegen die Na^+-Gehalte in den Blättern der salzempfindlichen signifikant stärker an als bei der salztoleranten Sorte.

Ahmad & Abdullah (1982) untersuchten die Kartoffelsorten "Multa" und "Atom alue" in Gefäßversuchen mit verschiedenen Verdünnungsstufen eines dadurch verbesserten Meerwassers auf ihr Wachstum und analysierten ihre Blätter und Knollen auf einige chemische Konstituenten. Die größten Verdünnungsstufen des Meerwassers wiesen eine Salzkonzentration von 2000, 4000, 6000, 8000 und 10000 mg/l auf. Der Blätter- und Knollenertrag war bei jeder Konzentration des Meerwassers herabgesetzt. Im Gegensatz dazu nahm der Knollenansatz bei der Sorte "Atom alue" bis zu 10000 mg/l, bei der Sorte "Multa" bis zu 8000 mg/l zu. Chlorophyll- und Proteingehalt waren bis zu einer höheren Konzentration des Meerwassers reduziert, nahmen aber bei niedrigen Verdünnungsstufen zu. Die Gehalte an Na^+, die reduzierenden Zucker und Prolin waren mit Zunahme der Salzkonzentration bis zu 10000 mg/l erhöht. Der K^+-Gehalt war in

beiden Sorten bei Seewassergaben bis zu 10000 mg/l signifikant herabgesetzt.

Meiri et al. (1987) und Levy et al. (1988) maßen an vier Kartoffelsorten unter Salzstreß (2 - 5 mmohs/cm oder 20 - 51 mM NaCl) die Mineralstoff- und Prolingehalte in den Blättern. Dabei erhielten sie deutliche Unterschiede in den Mineralstoffgehalten zwischen den Sorten, die im Zusammenhang mit der Salztoleranz bestehen könnten. Keine Korrelation zwischen dem Prolingehalt in den Blättern und den Knollen und der Salztoleranz wurde festgestellt. In einem Gefäßversuch fand Bruns (1988) an vier Kartoffelsorten, denen drei Salzkonzentrationen (4, 8 und 12 mmohs/cm) angeboten wurden, daß die mittlere Salzbehandlung (8 mmohs/cm) die stärkste Abweichung von den Kontrollen, bezogen auf Wachstum, Ertragsbildung und Qualität, zur Folge hatte. Die unterschiedliche Auswirkung dieser Konzentration bei den einzelnen Sorten legt die Vermutung nahe, daß die Sorten über verschieden wirkungsvolle Mechanismen zur Regulierung der Salzkonzentration in der Pflanze verfügen. Detaillierte Mineralstoffanalysen der einzelnen Pflanzenorgane, vor allem hinsichtlich der Na^+- und K^+-Gehalte, könnten hierüber Auskunft geben.

Bilski et al. (1988) untersuchten die Salztoleranz von sechs *Solanum spp.* bei fünf Salzvarianten (40, 80 und 120 mM/l NaCl und 20 und 40 mM/l Na_2SO_4) in einer Nährlösung. Das Überleben der Pflanzen und die Trockenmasse der Sprosse dienten als Meßeinheit. Es ließ sich eine positiv signifikante Korrelation ($r = 0,94$) zwischen den beiden Parametern, aber kein Zusammenhang zwischen der Salztoleranz und der Dürreverträglichkeit aufstellen. Die Wildformen der Kartoffel zeigten ein breites Spektrum von Salztoleranz. Die Autoren stellten fest, daß sich entweder das Überleben der Pflanzen unter Salzstreß oder die geringere Abnahme der Trockenmasse als Parameter für Screening auf Salztoleranz einsetzen lassen können.

2.3 In vitro Screening auf Salztoleranz

Neben den konventionellen Züchtungsverfahren wurden Gewebe- und Zellkulturen zur Erfassung der Salzverträglichkeit zahlreicher Kulturpflanzen eingesetzt. Dix & Street (1975) konnten salztole-

rante Zellen von *Nicotiana sylvestris* und *Capsicum annuum*, die aus Suspensionskulturen gewonnen wurden, durch mehrfaches Überführen in verschiedene Nährmedien mit und ohne Salzzusatz selektieren. Die selektierten salztoleranten Zellen hatten die Fähigkeit, auf Nährmedien, die 1 und 2 % NaCl enthielten, anzuwachsen. Untersuchungen von Chen et al. (1980) mit *Nicotiana tabacum* Kalluskulturen, denen verschiedene Konzentrationen von NaCl und Meerwasser angeboten wurden, zeigten, daß die K^+-Konzentration in den Geweben negativ mit den Na^+-Gehalten korrelierte.

Tal et al. (1978) erhielten deutliche Unterschiede in der Wachstumsrate der Kalli von zwei Wildformen und einer Kultursorte von Tomate. Die Salztoleranz der Kalli wurde bei 0.5, 1.0, 1.5 und 2 % NaCl im Nährmedium untersucht. Unter Salzbedingungen nahmen die Frisch- und Trockenmasse der Kalli der Kultursorte stärker ab als die der Wildformen, wobei die Kalli von *Solanum pennellii* besser als die von *Lycopersicon peruvianum* wuchsen. Außerdem akkumulierten die Kalli der beiden Wildformen mehr Cl^- und Na^+, aber weniger K^+ als die Kalli der Kultursorte. Die Autoren stellten fest, daß die Kalluskulturen sich ähnlich wie die ganzen Pflanzen unter den Salzbedingungen verhielten. Katz & Tal (1980) bestimmten die Akkumulationsrate des Prolins unter Salzbedingungen (0,75 % NaCl) in den Kalluskulturen von *Lycopersicon peruvianum* und einer Kulturpflanze *Lycopersicon esculentum* der Tomate. Genotypische Unterschiede wurden in den Prolingehalten der beiden Formen gefunden. Die Kalli der Kultursorte akkumulierten mehr Prolin in der Kontrolle und bei der Salzbehandlung als die Kalli der Wildform, wobei die Kalli der beiden Formen sich ähnlich wie ganze Pflanzen (Tal et al., 1979) verhielten. Ihrer Meinung nach beruhen die Unterschiede in der Akkumulationsrate des Prolins der beiden Formen auf einem Mechanismus, der auf zellulärer Ebene tätig und von den organisierten Geweben der ganzen Pflanze unabhängig ist. Allerdings besteht keine Korrelation zwischen dem Prolingehalt und der Salztoleranz unterschiedlicher Wildformen (Tal et al., 1979).

Jain et al. (1987) selektierten Zellen aus Aubergine-Suspensionskulturen bei 1 % NaCl im Nährmedium, Bedingungen, unter denen nicht an Salz angepaßte Suspensionskulturen ihr Wachstum ganz einstellten. Für das optimale Wachstum der selektierten Zellen war

eine Salzgabe von 0,25 % NaCl sogar erforderlich. Die Autoren fanden einen positiven Zusammenhang zwischen dem Prolingehalt der Zellen und dem Salzstreß. Sie stellten fest, daß, wenn die Zellsuspensionen hohen NaCl-Konzentrationen ausgesetzt werden, salztolerante Zellen selektiert werden können (eine Methode, die schon von Dix & Street, 1975, und Ben-Hayyim & Kochba, 1983, geprüft wurde). Untersuchungen von Ben-Hayyim & Kochba (1983) an in vitro selektierten salztoleranten Zellinien, die aus Ovulum-Kalli der Orangenpflanzen "*Citrus sinensis* L. Osbeck" stammten, zeigten, daß die selektierten Zellen nach viermaliger Überführung auf frischen salzfreien Nährböden ihre Salztoleranz noch behalten hatten. Die selektierte Zellinie wies eine geringere Wachstumshemmung und eine geringere Aufnahme von Na^+ und K^+ unter Salzbedingungen (0,2 - 0,3 % NaCl) als die salzempfindlichen Zellen auf. Eine erhöhte K^+- und Cl^--Akkumulation hatte eine Hemmung des Wachstums zur Folge.

Spiegel-Roy & Ben-Hayyim (1985) konnten acht stabil salztolerante Zellinien aus zwei Citrusspezies, *Citrus sinensis* und *Citrus aurantium*, durch mehrfaches Überführen der Suspensionskulturen auf mit Salz versetzten bzw. salzfreien Nährböden selektieren. Die meisten *C. sinensis*-Zellinien wuchsen bei 200 mM NaCl und die *C. aurantium*-Zellinien bei 150 mM NaCl im Nährmedium gut. Die aus selektierten Zellen regenerierten Pflänzchen wurden mit den aus nicht an Salz angepaßten Zellen stammenden Pflänzchen bei 85 und 120 mM NaCl im Nährmedium in vitro kultiviert. Die salztoleranten Pflänzchen zeigten weniger Blattrandnekrosen und Blattschäden als die Kontrollpflanzen.

McCoy (1987) selektierte salztolerante Zellinien in vitro, die aus Ovulum-Kalli stammten. Die regenerierten Pflanzen zeigten große Abweichungen von der normalen Pflanze, was auf somaklonale Variation zurückzuführen war. Nur zwei aus sieben regenerierten Pflanzen zeigten Salztoleranz.

Die Selektion salztoleranter Pflanzen mit Hilfe der Sproßmeristemkultur wurde von Chandler et al. (1988) an Zuckerrüben, Tabak, Chinakohl und Kohlrübe bei verschiedenen Salzkonzentrationen (NaCl und Na_2SO_4) durchgeführt. Die Untersuchungen ergaben keine Verbesserung der Salztoleranz der selektierten Pflanzen. Dagegen zeigten

die als salztolerant selektierten Pflanzen, außer der Zuckerrübe, niedrigere Wachstumsraten als die Kontrollpflanzen unter Salzstreß. Die Zuckerrüben- und Tabak-Kulturen waren toleranter als die Kulturen der *Brassica*-Spezies. Die Autoren führten die unverbesserte Salztoleranz auf die nicht existierende Variabilität oder die nicht induzierte somaklonale Variation des untersuchten Materials zurück.

Goeft & Oertli (1989) fanden, daß bei Karotten- und Tomatensuspensionskulturen die Salztoleranz mit einer verringerten Na^+- und Cl^--Aufnahme verknüpft ist. Allerdings kann dieser Ausschließungsmechanismus nicht allein für die Salztoleranz verantwortlich sein, da Karottenzellen diese Ionen stärker ausschließen, aber trotzdem weniger salztolerant sind.

Freytag et al. (1990) identifizierten im in vitro Verfahren unter Zufuhr verschiedener Salzmischungen einige salztolerante Zuckerrübenpflanzen und kultivierten sie unter salzfreien Bedingungen bis zur Samenreife. Die erste Generation der salztoleranten Pflanzen zeigte einen ungestörten Wachstumsverlauf bis zur 0,77 %igen Salzmischung im Boden.

Bei den Untersuchungen von Orton (1980) an Kalluskulturen und intakten Pflanzen von Gerstengenotypen, *Hordeum vulgare* und *H. jubatum*, die bei 17, 170 und 860 mM NaCl im Nährmedium kultiviert wurden, zeigten die Kalluskulturen der Wildform eine geringere Hemmung des Wachstums bei einer 170 mM NaCl-Konzentration als die Kalli der Kultursorte. Nach Ansicht des Autors bestehen genotypische Unterschiede in der Salztoleranz der Wildformen und der Kultursorten von Gerste, die sowohl bei intakten Pflanzen als auch auf zellulärer Ebene erkennbar sind.

Yang et al. (1990b) untersuchten die Salztoleranz der Kalli zweier Hirsegenotypen, *Sorghum bicolor* L. Moench (Kultursorte) und *S. halepense*, bei einem NaCl-Angebot von 50, 100 und 150 mM. Die Kalli der Wildform hatten bei allen Salzkonzentrationen eine höhere Frisch- und Trockenmasse und zeigten keine Nekrosen und Braunverfärbungen wie die Kalli der Kultursorte. Außerdem war das Na^+/K^+-Verhältnis niedriger bei den Kalli der Wildform. Die Autoren

stellten fest, daß das Wachstum und das Na^+/K^+-Verhältnis bei den Kalli unter Salzbedingungen mit denen der ganzen Pflanze positiv korrelieren und einen Aufschluß über die Salztoleranz der Hirsepflanzen geben könnten.

Auch bei der Kartoffel wurden genotypische Unterschiede in der Salzverträglichkeit in vitro ermittelt. Arslan et al. (1987) bestimmten die Salztoleranz von drei Wildformen und zwei Kultursorten der Kartoffel bei drei Salzvarianten (4, 8 und 16 mmohs/cm 3:1 NaCl und $MgCl_2$) im Nährmedium in vitro. Verschiedene Paramter, die das Pflanzenwachstum kennzeichnen, wurden an den Pflanzen bestimmt, die aus Sproßnodien (Meristemkulturen) entwickelt wurden. Bei allen Genotypen wurde die Wurzelbildung stärker als die Sproßbildung durch die Salzzugabe beeinträchtigt. Alle Merkmale, außer der Blattzahl, wurden durch Salz stark beeinflußt. Die Ergebnisse zeigten, daß die Sproßlänge und die -frischmasse als Parameter für ein Screening auf Salztoleranz geeignet sein können. Die Autoren stellten fest, daß mit Hilfe einer in vitro Kultur nach kurzer Zeit die Salztoleranz eines Kartoffelgenotypen ermittelt werden könnte.

Morpurgo (1988) versuchte, Korrelationen zwischen den in vitro und den in vivo kultivierten Kartoffelpflanzen bezüglich ihrer Salztoleranz zu berechnen. Er fand, daß alle in vitro untersuchten Merkmale, besonders die Frischmasse der Wurzeln, durch die Salzbehandlung (154 mM NaCl) stark beeinträchtigt wurden. Eine hoch signifikante Korrelation bestand nur zwischen der Frischmasse der Wurzeln in vitro und dem Knollenertrag der im Feld kultivierten Pflanzen.

Sabbah & Tal (1990) selektierten salztolerante Zellen aus Zellsuspensionen der Kartoffelsorte *"Desirée"* bei einem Angebot von 300 und 350 mM NaCl. Die Zellen erwiesen sich als stabil salztolerant und konnten in einer Nährlösung mit 350 mM NaCl weiterwachsen. Die an Salz adaptierten Zellen zeigten höhere Wachstumsraten und auch höhere Cl^--, Na^+- und K^+-Gehalte als die Kontrollzellen. Die Cl^--Akkumulation war höher als die Na^+-Akkumulation. Die Autoren stellten fest, daß Zellkulturen für die Selektion salztoleranter Pflanzen zahlreicher Pflanzenarten effektiv eingesetzt werden können.

3. Material und Methoden

3.1 Ausgangsmaterial

Als Ausgangsmaterial dienten 65 Wildarten und 5 Primitivformen sowie 11 Kultursorten von *Solanum*. In Tabelle 1 sind die verschiedenen Arten sowie die Ursprungsländer des verwendeten Materials aufgelistet. Das Saatgut in Form von Samen oder Knollen der Wild- und Primitivformen stammte aus der Sammlung pflanzengenetischer Ressourcen des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL). Diese Sammlung ist ein Ergebnis der Zusammenarbeit auf dem Gebiet der genetischen Ressourcen der Kartoffel zwischen der Bundesrepublik Deutschland und den Niederlanden. Die Knollen der Kultursorten wurden vom Züchter (Commissie ter Bevordering van het Kweeken en het Onderzoek van nieuwe Aardappelrassen, COA, Niederlande) zur Verfügung gestellt.

Beim vierten in vitro Versuch wurden 5 Klone des 'International Potato Centers', CIP, Lima/Peru, benutzt.

3.2 Versuchsdurchführung

3.2.1 Versuchsplan

Von Oktober 1987 bis September 1990 wurden im Phytotechnikum und im Gewebekulturlabor des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der FAL vier in vitro Versuche und ein Gefäßversuch durchgeführt. Der Versuchsplan ist aus Abbildung 1 ersichtlich.

3.2.2 Vermehrung des Ausgangsmaterials

Die Wild- und Primitivformen wurden im Gewächshaus vermehrt, wodurch gleichzeitig Ausgangsmaterial für die in vitro Kultur zur Verfügung stand. Die Samen von 65 Wildarten und 5 Primitivformen wurden in Saatkisten ausgesät. 3 Wochen nach dem Auflaufen wurden die Sämlinge in 8er Töpfe umgepflanzt. Aufgrund ihres schlechten Auflaufens oder starken Mehltaubefalls wurden 12 Wildarten verworfen. Die restlichen 58 Genotypen sowie 11 Kultursorten wurden nach vier Wochen in 16er Töpfen unter den gleichen Umweltbedingungen weiterkultiviert. Der Boden bestand aus einer Mischung von Torf und Kompost. Jede Pflanze wurde mit 2 g Volldünger (Nitro-

Tab. 1: Übersicht über die verwendeten Solanum-Arten: Sorten, Klone sowie Primitiv- und Wildformen

Nr.	Spezies	Bezeichnung Sorte/Klon/BGRC		Ursprungsland
I:	Kultursorten			
1	S.tuberosum ssp.tub.	Alpha		Niederlande
2	S. " "	Desirée		"
3	S. " "	Diamant		"
4	S. " "	Draga		"
5	S. " "	Kennebec		"
6	S. " "	Marfona		"
7	S. " "	Spunta		"
8	S. " "	Culpa		Deutschland
9	S. " "	Erntestolz		"
10	S. " "	Hansa		"
11	S. " "	Roxy		"
II:	Klone			
12	S. " "	Aracy		(CIP), Peru
13	S. " "	CFC-69.1		"
14	S. " "	DTO-28		"
15	S. " "	LT-8		"
16	S. " "	7XY-1		"
III:	Primitivformen			
17	S.tuberosum ssp.andg.	28043	BGRC	Peru
18	S. " "	7463	"	"
19	S.phureja	50199	"	Bolivien
20	S.stenotomum	18478	"	"
21	S. "	27165	"	"
IV:	Wildformen			
22	S.acaule ssp.aml.	17180	BGRC	Argentinien
23	S. " "	16835	"	"
24	S.alandiae	31187	"	Bolivien
25	S. "	28491	"	"
26	S.berthaultii	18548	"	"
27	S. "	28033	"	"
28	S. "	10063	"	"
29	S.boliviense	7985	"	"
30	S.brachycarpum	8100	"	"
31	S.brevicaule	28023	"	"
32	S. "	28038	"	"
33	S.bukasovii	15424	"	Peru
34	S.canasense	8012	"	"
35	S. "	8110	"	"
36	S.cardiophyllum	10052	"	Mexiko
37	S.chacoense	16979	"	Argentinien
38	S. "	24577	"	"
39	S "	8030	"	"
40	S.commersonii	17655	"	"
41	S. "	17660	"	"

Fortsetzung nächste Seite

Fortsetzung Tab. 1:

42	S.demissum	53643	BGRC	Mexiko
43	S.fendleri	8088	"	"
44	S.gourlayi	16837	"	"
45	S. "	7180	"	"
46	S. "	17338	"	"
47	S.hannemanii	16843	"	"
48	S. "	16840	"	"
49	S.hawkesianum	16955	"	"
50	S. "	16951	"	"
51	S.hondelmannii	27257	"	Bolivien
52	S.incamayoense	17350	"	"
53	S. "	16903	"	"
54	S.infundibuliforme	24623	"	"
55	S. "	16842	"	"
56	S.kurtzianum	17585	"	"
57	S. "	17576	"	"
58	S.leptophyes	7184	"	"
59	S. "	27211	"	"
60	S.medians	18554	"	Peru
61	S.magistacrolobum	27262	"	"
62	S.microdontum ssp.mic.	7197	"	Argentinien
63	S. " " gig.	26644	"	"
64	S. " "	31189	"	"
65	S.mochicense	32672	"	"
66	S.multidissectum	8145	"	Peru
67	S.okadae	27290	"	Argentinien
68	S. "	24719	"	"
69	S.pampasense	8161	"	Peru
70	S.raphanifolium	15446	"	"
71	S. "	7207	"	"
72	S.sanctae-rosae.	15454	"	Argentinien
73	S. "	17569	"	"
74	S.sparsipilum	24687	"	Bolivien
75	S.spegazzinii	18326	"	Argentinien
76	S. "	16929	"	"
77	S.stoloniferum	7229	"	Mexiko
78	S.sucrense	24695	"	Bolivien
79	S. "	27290	"	Argentinien
80	S.tarijense	24717	"	"
81	S. "	17423	"	"
82	S.toralapanum	27119	"	Bolivien
83	S.vernei	15451	"	"
84	S. "	17536	"	"
85	S.vidaurrei	16828	"	"
86	S. "	16832	"	"

BGRC Braunschweiger Genetic Resources Collection

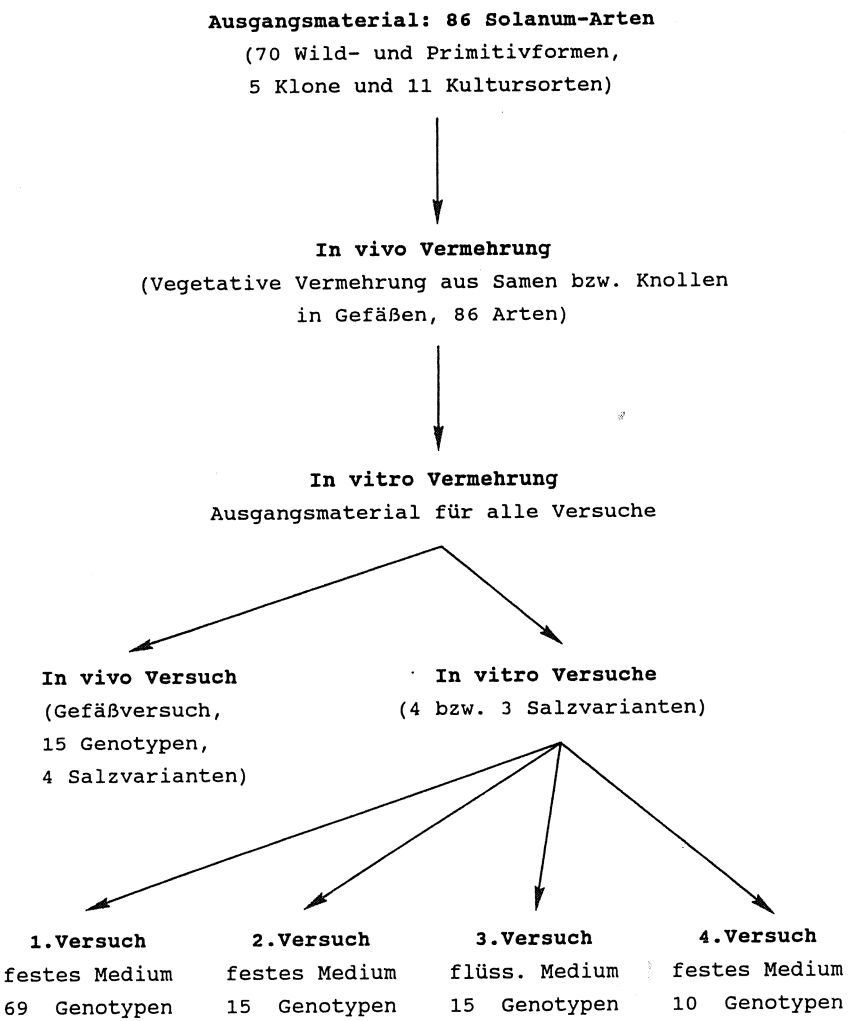


Abb. 1: Schematische Darstellung des Versuchsplans

phoska 12-12-17-2) einmalig nach dem Umpflanzen gedüngt und mit Leitungswasser gegossen. Pflanzenschutzmittel (Saprol und Tamaron) wurden je nach Bedarf eingesetzt.

3.2.3 Zusammensetzung der Nährmedien

Die Zusammensetzung der Nährmedien, die auf den Medien nach Murashige & Skoog (1962) basieren, ist aus Tabelle 2 abzulesen. Da im zweiten in vitro Versuch bei den Kontrollen (0 mM NaCl) und den mit der niedrigen Salzkonzentration (40 mM NaCl) behandelten Pflanzen manganinduzierte Eisenmangelsymptome auftraten, wurden der Mn-, sowie der H_3BO_3- und der $ZnSO_4 \cdot 7\ H_2O$-Gehalt der Nährmedien für den dritten und vierten in vitro Versuch auf 10 Prozent der Standardkonzentration reduziert. Außerdem wurden $FeSO_4$ und Na_2EDTA durch Sequestren ersetzt. Beim zweiten in vitro Versuch wurde dem Nährmedium 0,1 mg/l Indolessigsäure (IES) und 0,2 mg/l Benzylaminopurin (BAP) zugesetzt. Der erste bis dritte in vitro Versuch wurde in vier Varianten (0, 40, 80 und 120 mM NaCl im Nährmedium) angesetzt, der vierte in zwei Salzkonzentrationen (120 und 160 mM NaCl). Vor der Zugabe von Saccharose (20 g/l) und Agar (7,5 g/l - ohne Agar beim dritten in vitro Versuch; Agar der Fa. Merck) wurde der pH-Wert aller Nährlösungen auf 5,8 eingestellt und die elektrische Leitfähigkeit bei 25 °C bestimmt. Nach dem Abfüllen der Nährmedien in die Kulturgefäße wurden diese bei einem Dampfdruck von 1,1 bar und 120 °C für 20 min autoklaviert.

3.2.4 In vitro Versuche

Nach zweimonatigem Wachstum der Pflanzen im Gewächshaus wurden die jungen Sprosse abgeschnitten und die Nodien (Explantate) herausgeschnitten (Abb. 2). Die Nodien wurden mit einer 2 %igen Calciumhypochloridlösung für 15 min oberflächensterilisiert. Durch mehrfaches Spülen der Nodien konnte ein Entfernen des Hypochlorids gewährleistet werden. Anschließend wurden die Explantate auf ein festes Nährmedium (50 ml/Gefäß) gelegt. Beim dritten in vitro Versuch (flüssigem Nährmedium) wurden die Explantate auf eine Filterpapierbrücke gelegt, die in einem Reagenzglas steckte und durch die die flüssige Nährlösung nur indirekt mit dem Gewebeteil in Berührung kam.

Tab. 2: Zusammensetzung der Nährmedien (Murashige & Skoog, 1962)

			mg/l
1.1	Makroelemente		
1		KNO_3	1900.00
2		NH_4NO_3	1650.00
3		$CaCl_2 \cdot 2H_2O$	440.00
4		KH_2PO_4	170.00
5		$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	370.00
1.2	Mikroelemente		
1		$MnSO_4 \cdot 4H_2O$	22.30
2		H_3BO_3	6.20
3		$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	8.60
4		$Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$	0.25
5		KJ	0.83
6		$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	0.025
7		$CoCl_2 \cdot 6H_2O$	0.025
8		$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	27.80
9		Na_2EDTA	37.30
10		Sequestren	5.60

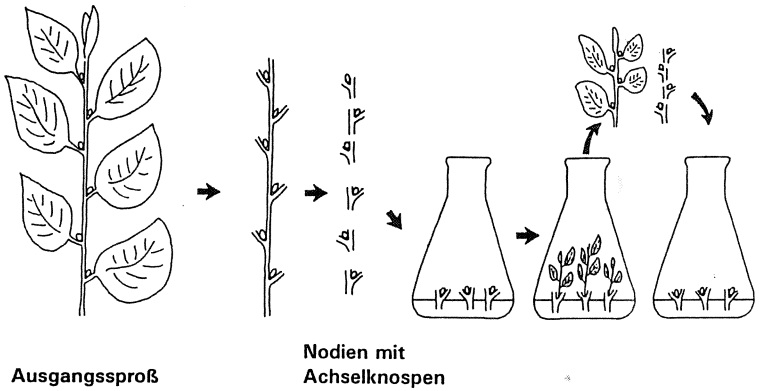


Abb. 2: Darstellung der in vitro Vermehrung von *Solanum*-Arten

Der ganze Vorgang des Auflegens der Gewebeteile bei allen Versuchen erfolgte an einer Werkbank (Lamina Flow Bank), die es ermöglichte, unter sterilen Bedingungen zu arbeiten. Beim ersten Versuch (Vorselektion) wurden 7, bei dem zweiten und vierten Versuch 5 Explantate und beim dritten Versuch (flüssiges Nährmedium) nur 1 Explantat pro Kulturgefäß aufgelegt. Die angesetzten Kulturen wurden in einer Phytokammer bei 20 - 23 °C und einer Tageslänge von 16 h bei 4000 lux für 6 Wochen kultiviert. Danach wurden die Versuchsglieder ausgewertet.

3.2.5 Gefäßversuch

Nach der Auswertung des ersten in vitro Versuches (Vorselektion) wurden 13 Wild- und Primitivformen und 2 Kultursorten hinsichtlich ihrer Salztoleranz ausgewählt und als Ausgangsmaterial für die weiteren Versuche in vitro vermehrt. Parallel zum dritten in vitro Versuch (flüssiges Nährmedium) lief ein Gefäßversuch. Die Pflanzen der 15 Genotypen wurden in 8er Töpfen im Gewächshaus Anfang April ausgepflanzt. Um die Austrocknung der Oberfläche zu verhindern, wurden die Gefäße für 2 Wochen mit Folien abgedeckt. Nach weiteren 3 Wochen wurden die Pflanzen in Kunststoffgefäße, System "Kick-Brauckmann" umgepflanzt, welche die Bewässerung bzw. das Gießen von unten mit Hilfe eines Auflaufstutzens ermöglichten. Jedes Gefäß enthielt 8,9 kg Völkenroder Boden, der als pseudovergleyte Parabraunerde bzw. nach der Bodenart als schwach humoser, sandiglehmiger Schluff bzw. lehmiger Sand zu bezeichnen ist. Vor dem Umpflanzen wurden die eingewogenen Salze (0,1; 0,2 und 0,3 % NaCl bezogen auf das Bodengewicht, die den Werten 4, 8 und 12 mmohs/cm im Sättigungsextrakt entsprechen) und 6 g Volldünger (Nitrophoska 12-12-17-2) mit dem luftgetrockneten Boden gut vermischt. Als Kontrolle diente eine Variante ohne NaCl-Zusatz. Nach dem Umpflanzen wurden 500 g Blähton auf die Oberfläche jedes Gefäßes zwecks Verminderung der Evaporation gelegt. Die Gefäße (240) wurden auf Tischen bzw. Wagen in Doppelreihen im Gewächshaus aufgestellt. Die Pflanzen wurden bei 22 - 25 °C, 60 - 70 % relativer Luftfeuchtigkeit und 13 - 17 h Tageslänge in der Zeit von Anfang April bis Mitte September 1989 kultiviert. 8 Wochen nach dem Umpflanzen wurden 2 Wiederholungen (120 Gefäße) geerntet, um das vegetative Wachstum der Pflanzen zu erfassen. Die restlichen Pflanzen (je 2 Wiederholungen) wurden bis zur Abreife kultiviert.

3.2.5.1 Bewässerung

Die Wasserkapazität des Bodens wurde nach der Zylindermethode (El Bassam, 1967) bestimmt. Die Pflanzen wurden täglich, mit Leitungswasser bis zu 70 % der Feldkapazität, durch den Doppelmantel des Gefäßes gegossen. Bei der Bewässerung wurde der Pflanzenzuwachs anhand von Vergleichstöpfen berücksichtigt.

3.2.5.2 Pflanzenschutz

Einige Genotypen (S. *chacoense*, S. *demissum* und S. *vernei*) wurden von Mehltau und Blattläusen befallen. Je nach Bedarf wurden Pflanzenschutzmittel (Saprol gegen Mehltau und Tamaron gegen Läuse) eingesetzt.

3.3 Auswertungsparameter

Nach 6-wöchiger Kultur wurde das Wachstum der Pflanzen auf dem Nährmedium mit den verschiedenen Salzkonzentrationen bonitiert und die folgenden Parameter bestimmt:

3.3.1 Erster in vitro Versuch (Vorselektion)

In diesem Versuch wurde das Sproß- und Wurzelwachstum wie folgt ermittelt:

- Anzahl der sproßbildenden Nodien
- Länge des gebildeten Hauptsprosses
- Anzahl der Blätter pro Sproß
- Anzahl der wurzelbildenden Nodien
- Anzahl der Wurzeln pro Pflänzchen
- Durchschnittliche Länge der Wurzeln
- Frischmasse pro Sproß

Alle Parameter wurden als Mittelwert der gewachsenen Pflänzchen aller Wiederholungen bestimmt. Die Frischmasse pro Sproß wurde nach dem Entfernen der Wurzeln bestimmt. Außerdem wurden besondere Beobachtungen, wie Form und Farbe der Blätter, bonitiert.

3.3.2 Zweiter, dritter und vierter in vitro Versuch

Aufgrund der Ergebnisse des ersten in vitro Versuches (Vorselektion) wurde in den folgenden Versuchen nur die Länge des gebilde-

ten Hauptsprosses, die Trockenmasse pro Sproß und die Nährstoffgehalte der Sprosse und Wurzeln ermittelt.

Länge des gebildeten Hauptsprosses
Bei den verbleibenden in vitro Versuchen wurde die Länge des Sprosses wie beim ersten in vitro Versuch bestimmt. Beim Gefäßversuch wurde die Höhe der Pflanze als Mittelwert der 4 Wiederholungen (4 Pflanzen) 8 Wochen nach dem Umpflanzen bestimmt.

Trockenmasse
Bei den in vitro Versuchen wurden die Wurzeln 1 min mit aqua bidest. gespült, um den anhaftenden Agar und die Nährelemente zu entfernen. Nach Abtrocknen mit Filterpapier erfolgte die Trennung in Wurzel und Sproß. Die Trockenmasse der Wurzeln und Sprosse wurde nach dem Trocknen bei 105 °C bestimmt. Beim Gefäßversuch wurden, nachdem die Pflanzenhöhen bestimmt waren, die Sprosse von zwei Wiederholungen direkt an der Bodenoberfläche abgeschnitten. Die Bestimmung der Trockenmasse des oberirdischen Teiles erfolgte erst nach der Trennung in ältere und junge Blätter und in Stengel.

Ertragsparameter
Der Ertragsparameter wurde nur beim Gefäßversuch angelegt. Dafür wurden 2 Wiederholungen (120 Gefäße) bis zur Abreife kultiviert. Die Knollen wurden geerntet und der Knollenertrag als Frischmasse sowie die Knollenzahl pro Pflanze ermittelt. Da die Größe der Knollen jedes Genotypes sehr unterschiedlich war, erfolgte keine Sortierung.

Mineralstoffgehalt
Die eingewogene Trockensubstanz wurde mit 1 ml konz. Schwefelsäure und 5 ml Salpetersäure-Perchlorsäure-Gemisch für 2,5 h bei 320 °C naßverascht. Aus der Stammlösung wurde der Gehalt (Sproß und Wurzel bei den in vitro Versuchen, ältere und junge Blätter und Stengel beim Gefäßversuch) an Kalium und Natrium flammenphotometrisch (Eppendorf Flammenphotometer) bestimmt. Die Ca^{2+}-Messung erfolgte atomabsorptionsspektrophotometrisch (Perkin-Elmer 430).

Für die Bestimmung des Chlorids wurde die eingewogene Trockensubstanz mit a. bidest. für 1 h gekocht und nach dem Abkühlen das

Chlorid photometrisch mit dem Autoanalyzer (Zeiss-Braun-Analysenstraße) bestimmt.

3.4 Versuchsanlage und statistische Auswertung

Die 2-faktoriellen Versuche waren als komplett randomisierte Anlage angeordnet. Jede Variante, außer dem ersten in vitro Versuch, der nur mit 2 Wiederholungen durchgeführt wurde, war in 4 Wiederholungen vertreten.

Für den dritten in vitro Versuch (flüssiges Nährmedium) wurden je 5 Reagenzgläser als eine Wiederholung zusammengefaßt und ausgewertet, d.h. jede Behandlung umfaßte 20 Reagenzgläser. Für den Gefäßversuch wurden 2 Wiederholungen zur Bestimmung des Nährstoffgehaltes des oberirdischen Teiles und 2 Wiederholungen zur Bestimmung der Ertragsparameter herangezogen.

Das erhobene Datenmaterial wurde varianzanalytisch mit Hilfe des Statistikprogrammpaketes "SPSS" an der Großrechneranlage Siemens der Datenverarbeitungsstelle der FAL verrechnet. Anschließende Mittelwertvergleiche erfolgten nach dem Fisher-Verfahren (C.D.) (Snedecor & Cochran, 1967).

Zur Klassifikation der Genotypen nach der Salztoleranz wurde im ersten in vitro Versuch zunächst bei jedem NaCl-Angebot die Rangfolge auf der Basis der relativen Wachstumsdepressionen erstellt, wobei Rang 1 die geringste Empfindlichkeit gegenüber dem NaCl-Angebot bedeutet. Als integriertes Maß wurden sowohl die Summe aller Ränge über alle NaCl-Angebote als auch die Regressionskoeffizienten der linearen Regressionen der relativen Paramter bei jedem Genotyp über das Salzangebot verrechnet. Die Klassifikation wurde durch die Rangkorrelation geprüft. Im zweiten und dritten in vitro Versuch und im Gefäßversuch wurden die Korrelationen zwischen den Nährmedien und mit dem Gefäßversuch hinsichtlich der relativen Mittelwerte der Wechselwirkung (Genotypen x Salzangebot) verrechnet.

4. Ergebnisse

4.1 Prüfung der in vitro Tauglichkeit

In diesem Versuch wurde die in vitro Tauglichkeit von 53 Wild- und 5 Primitivformen der Kartoffel, die ein gutes Wachstum im Gewächshaus zeigten, überprüft. Es liegen bisher von den meisten der 58 Genotypen keine Berichte über deren in vitro Tauglichkeit vor. Die in vitro Tauglichkeit wurde über die Bestimmung des in vitro Wachstums (Frischmasse) der verschiedenen Genotypen und ihre Fähigkeit, aus Explantaten Pflänzchen zu bilden (Anzahl der sproß- und wurzelbildenden Nodien), ermittelt.

4.1.1 Anzahl der sproß- und wurzelbildenden Nodien

Nach einer 6-wöchigen Kultur wurde die Anzahl der sproß- und wurzelbildenden Nodien (Abb. 3 und Tab. 3) bestimmt. 54 Genotypen (93 %) bildeten an 90 - 100 % der angesetzten Nodien einen Sproß. Nur 4 Genotypen (7 %), nämlich die Genotypen Nr. 1, 27, 28 und 43, bildeten nur an 80 - 90 % der Nodien einen Sproß. Diese Ergebnisse deuteten darauf hin, daß alle getesteten Genotypen eine erhöhte Fähigkeit besitzen, in vitro zu wachsen und Sprosse zu bilden. Die Wurzelbildung war im Vergleich zur Sproßbildung sehr unterschiedlich (Abb. 3 und Tab. 3). Die Nodien der untersuchten Pflanzen bildeten nicht immer Wurzeln. Nur 27 Genotypen (46 %) bildeten Wurzeln an 90 - 100 % der angesetzten Nodien. 34 % der Genotypen konnten Wurzeln an 70 - 90 % der Nodien bilden. 7 % der Genotypen (Nr. 10, 28, 36 und 37) zeigten die schlechteste Wurzelbildung (20 - 50 %), jedoch konnten diese Genotypen Sprosse auf 80 - 100 % der Nodien bilden. Der Genotyp Nr. 28 zeigte die geringste Sproß- und Wurzelbildung.

4.1.2 Frischmasse

Das in vitro Wachstum der Genotypen wies hinsichtlich der Frischmasse große Unterschiede auf (Tab. 3). Die Genotypen Nr. 7, 9, 10, 16, 17, 23, 24, 48, 52, 56 und 57 (19 %) bildeten die höchste Frischmasse (70 - 90 mg/Pflanze), während die Genotypen Nr. 3, 4, 32, 33 und 39 (8 %) die geringste Frischmasse aufwiesen (10 - 20 mg/Pflanze). Die Genotypen innerhalb einer Spezies, außer der Spezies *S. berthaultii* (Nr. 4 - 6), *S. leptophyes* (Nr. 31 und 32) und *S. stenotomum* (Nr. 47 und 48), unterschieden sich hinsichtlich

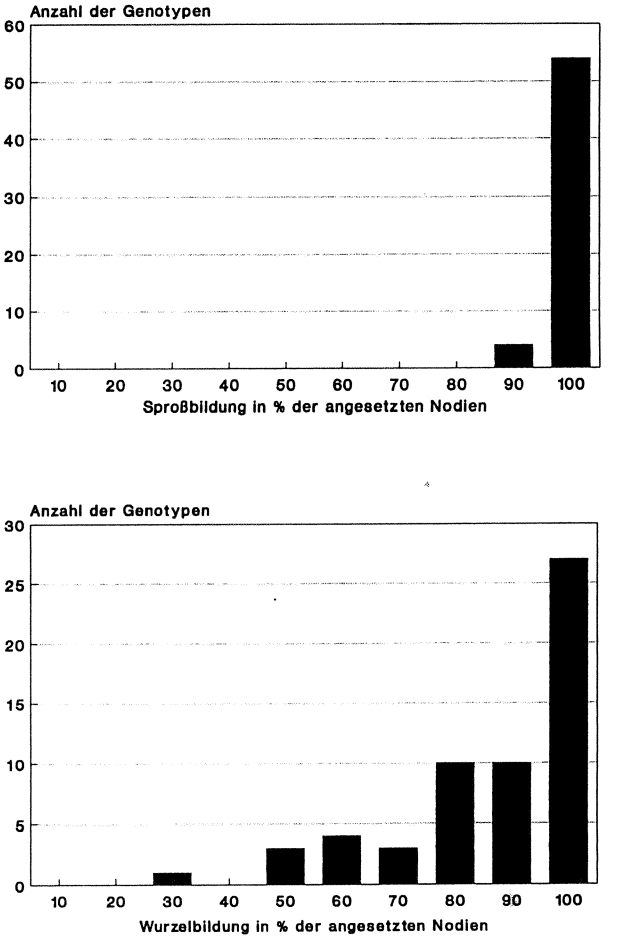


Abb. 3: Häufigkeitsverteilung der Genotypen hinsichtlich der Sproß- und Wurzelbildung in Prozent von den angesetzten Nodien bei 58 Kartoffel-Genotypen

Tab. 3: Anzahl der sproß- und wurzelbildenden Nodien (absolut und relativ in Prozent von den 7 angesetzten Nodien pro Gefäß) und die Frischmasse bei 58 Kartoffel-Genotypen

Nr.	Bezeichnung Spezies	BGRC	sproßbild. Nodien abs.	sproßbild. Nodien rel.	wurzelbild Nodien abs.	wurzelbild Nodien rel.	FM mg
1	S.acaule ssp.aemulans	17180	6.0	85.7	4.0	57.1	53.4
2	S.alandiae	31187	7.0	100.0	5.0	71.4	38.4
3	S. "	28491	7.0	100.0	5.0	71.4	20.3
4	S.berthaultii	18548	7.0	100.0	6.0	85.7	17.0
5	S. "	28033	7.0	100.0	7.0	100.0	40.7
6	S. "	10063	7.0	100.0	6.0	85.7	55.6
7	S.boliviense	7985	7.0	100.0	6.0	85.7	75.2
8	S.brevicaule	28023	7.0	100.0	5.0	71.4	54.3
9	S.canasense	8012	7.0	100.0	7.0	100.0	73.2
10	S.cardiophyllum	10052	7.0	100.0	3.0	42.8	90.3
11	S.chacoense	16979	7.0	100.0	7.0	100.0	40.7
12	S. "	24577	7.0	100.0	7.0	100.0	48.3
13	S. "	8030	7.0	100.0	6.5	92.8	45.0
14	S.commersonii	17655	7.0	100.0	7.0	100.0	57.8
15	S. "	17660	7.0	100.0	7.0	100.0	65.3
16	S.demissum	53643	7.0	100.0	7.0	100.0	80.7
17	S.fendleri	8088	7.0	100.0	5.0	71.4	75.5
18	S.gourlayi	16837	7.0	100.0	7.0	100.0	45.4
19	S. "	7180	7.0	100.0	7.0	100.0	47.3
20	S. "	17338	7.0	100.0	5.0	71.4	43.0
21	S.hannemanii	16843	7.0	100.0	7.0	100.0	37.2
22	S. "	16840	7.0	100.0	7.0	100.0	43.7
23	S.hawkesianum	16955	7.0	100.0	6.0	85.7	73.6
24	S. "	16951	7.0	100.0	7.0	100.0	75.2
25	S.incamayoense	17350	7.0	100.0	5.0	71.4	42.8
26	S. "	16903	6.5	92.8	4.0	57.1	45.1
27	S.infundibuliforme	24623	6.0	85.7	5.0	71.4	40.0
28	S. "	16842	6.0	85.7	1.5	21.4	43.2

Fortsetzung nächste Seite

Fortsetzung Tab. 3:

29	S.kurtzianum	17585	7.0	100.0	7.0	100.0	55.8
30	S. "	17576	7.0	100.0	6.0	85.7	48.3
31	S.leptophyes	7184	7.0	100.0	6.0	85.7	47.2
32	S. "	27211	7.0	100.0	5.0	85.7	18.3
33	S.medians	18554	7.0	100.0	6.0	85.7	10.3
34	S.megistacrolobum	27262	7.0	100.0	7.0	100.0	35.7
35	S.microdontum ssp.mic.	7197	7.0	100.0	5.5	78.5	50.3
36	S.multidissectum	8145	7.0	100.0	3.0	42.8	22.4
37	S.okadae	24720	7.0	100.0	3.0	42.8	25.8
38	S. "	24719	7.0	100.0	5.0	71.4	23.7
39	S.pampasense	8161	7.0	100.0	4.0	57.1	19.8
40	S.phureja	50199	7.0	100.0	7.0	100.0	60.6
41	S.raphanifolium	15446	7.0	100.0	6.0	85.5	63.4
42	S.sanctae-rosae	15454	6.5	92.8	4.5	64.2	28.3
43	S. "	17569	6.0	85.7	4.0	57.1	37.8
44	S.sparsipilum	24687	7.0	100.0	7.0	100.0	64.7
45	S.spegazzinii	18326	7.0	100.0	7.0	100.0	57.4
46	S. "	16929	7.0	100.0	6.0	85.7	45.3
47	S.stenotomum	27165	7.0	100.0	7.0	100.0	47.8
48	S. "	18478	7.0	100.0	7.0	100.0	70.8
49	S.stoloniferum	7229	7.0	100.0	7.0	100.0	60.2
50	S.sucrense	24695	7.0	100.0	4.5	64.2	57.8
51	S. "	27290	7.0	100.0	4.5	64.2	65.5
52	S.tarijense	24717	7.0	100.0	7.0	100.0	75.4
53	S. "	17423	7.0	100.0	6.0	85.7	67.9
54	S.tuberosum ssp.andg.	28043	7.0	100.0	7.0	100.0	57.4
55	S. " "	7463	7.0	100.0	7.0	100.0	46.7
56	S.vernei	15451	7.0	100.0	7.0	100.0	85.3
57	S. "	17536	7.0	100.0	6.5	92.8	83.6
58	S.vidaurrei	16828	7.0	100.0	7.0	100.0	47.8

der Frischmasse nur geringfügig.
Aus diesen Ergebnissen läßt sich zusammenfassen, daß die untersuchten Genotypen insbesondere im Wurzelwachstum zwar unterschiedlich reagieren, aber für eine in vitro Kultur grundsätzlich geeignet sind.

4.2 Erster in vitro Versuch (Vorselektion)

Nach der Prüfung der in vitro Tauglichkeit der 58 Genotypen wurden diese gemeinsam mit 11 Kultursorten auf ihre Salzverträglichkeit in vitro untersucht. Die Wirkung der Salzbehandlung auf die Parameter, die das Pflanzenwachstum bestimmten, wurden ausgewertet und einige besondere Beobachtungen bonitiert.

4.2.1 Besondere Beobachtungen

Nur einige Genotypen (Nr. 4, 12, 29, 36, 38, 41, 60 und 68) bildeten bei den Behandlungen mit 0 und 40 mM NaCl (auf 7 - 28 % der Nodien) Stolonen, die restlichen Genotypen nicht. Mit steigenden Salzkonzentrationen wurden die Blätter und Stengel stark verfärbt. Mit Zunahme der Salzkonzentration wiesen die Blätter Aufhellungen und Nekrosen auf, wobei die Wildformen und Kultursorten gleiche Symptome zeigten. Außerdem verkleinerten sich mit Zunahme des Salzangebotes im Nährboden die Blätter (rudimentäre oder Schuppenblätter). Bei der Behandlung mit 80 mM NaCl zeigten die Genotypen Nr. 11, 14 und 17, und bei der 120 mM NaCl-Behandlung die Genotypen Nr. 11 und 29 kaum eine Veränderung in der Blattgröße.

4.2.2 Einfluß des Salzangebotes auf die Sproßmerkmale

Der Einfluß des Salzangebotes auf die Sproßmerkmale bei 69 Genotypen ist in Abbildung 4 und den Tabellen A1 - A4 (im Anhang) zu sehen. Die vier Merkmale (Anzahl der sproßbildenden Nodien, Blattzahl, Sproßlänge und -frischmasse) wurden durch die Salzbehandlung unterschiedlich stark beeinträchtigt, wobei die Blattzahl und Anzahl der sproßbildenden Nodien am wenigsten beeinträchtigt wurde, besonders bei den niedrigen und mittleren Salzkonzentrationen (40 und 80 mM NaCl). Die Anzahl der sproßbildenden Nodien und die Blattzahl verringerten sich bei der höchsten Salzkonzentration (120 mM NaCl) um 52 % im Vergleich zur Sproßlänge und -frischmasse (um 77 % bzw. 74 %). Hinsichtlich der Regressionskoeffizienten waren die beiden Parameter (Sproßlänge und -frischmasse) vom

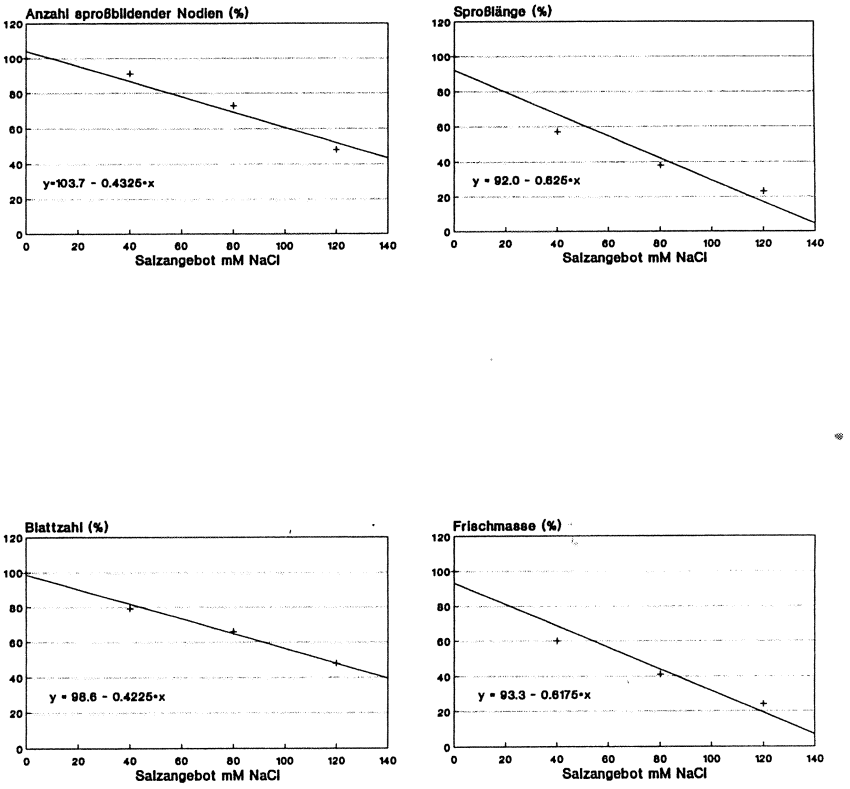


Abb. 4: Einfluß des Salzangebotes auf die Sproßmerkmale in Prozent von der Kontrolle bei 69 Kartoffel-Genotypen im ersten in vitro Versuch mit festem Nährmedium (Vorselektion)

Salzangebot am stärksten abhängig (b = -0,62** und b = -0,63**) als die sproßbildenden Nodien und Blattzahl (b = -0,43* bzw. b = -0,42*).

4.2.3 Einfluß des Salzangebotes auf die Wurzelmerkmale

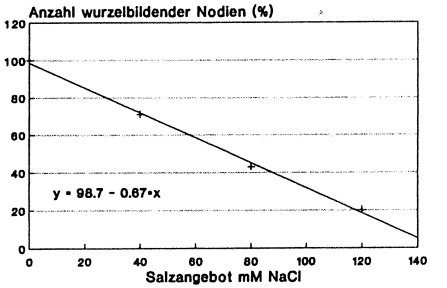
Wie aus Abbildung 5 und den Tabellen A5 - A7 hervorgeht, wurden die Wurzelmerkmale (Anzahl der wurzelbildenden Nodien, Wurzelanzahl und -länge) der 69 Genotypen unter der zunehmenden Salzkonzentration signifikant reduziert und zwar stärker als die Sproßmerkmale. Die Anzahl der wurzelbildenden Nodien wurde bei der niedrigen Salzkonzentration (40 mM NaCl) auf 74 % abgesenkt im Vergleich zur Anzahl der sproßbildenden Nodien, die durch die gleiche Salzkonzentration nur auf 91 % reduziert wurden. Bei der höchsten Salzkonzentration (120 mM NaCl) wurden die Wurzelmerkmale um gleiche Maße reduziert (um 80 - 83 %). Die drei Merkmale waren stark vom Salzangebot abhängig (b = -0,66** - b = -0,69**).

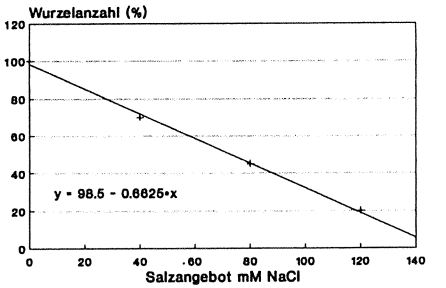
4.2.4 Einfluß des Salzangebotes auf die untersuchten Genotypen

Variabilität besteht auch ohne NaCl und ist Maß für genetische Unterschiede in der Wachstumsfähigkeit bei der Anpassung an die in vitro Bedingungen. Zur Verdeutlichung der genetischen Variabilität in der Anpassung an Salinität werden daher im folgenden die 7 Parameter relativ zu den Kontrollen ohne NaCl-Angebot als Häufigkeitsverteilung bei den drei Stufen der NaCl-Angebote dargestellt (Abb. 6 - 12). Das Verhalten der 15 Genotypen, die später für die weiteren Versuche hinsichtlich unterschiedlicher Salzverträglichkeit selektiert wurden, ist in denselben Abbildungen zu sehen. Die Tabellen A1 - A7 zeigen die absoluten und die relativen Werte der sieben Parameter bei den 69 Genotypen.

4.2.4.1 Anzahl der sproßbildenden Nodien

Wie aus Tabelle A1 hervorgeht, bildeten die Nodien bei den verschiedenen Salzbehandlungen mit Ausnahme von zwei Genotypen (Nr. 12 und 15) nicht immer Sprosse. Nur 39 % der Genotypen (Abb. 6) bildeten bei der niedrigen Salzkonzentration auf 90 - 100 % der angesetzten Nodien Sprosse, während bei der mittleren (80 mM NaCl) bzw. der höchsten Salzbehandlung nur 4 bzw. 3 % der Genotypen das gleiche Niveau der Sproßbildung aufwiesen. Bei der Behandlung 80 mM NaCl bzw. 120 mM NaCl bildeten 43 % bzw. 45 % der Genotypen





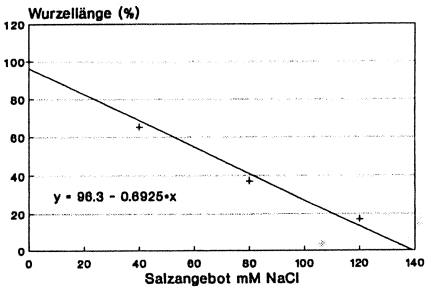


Abb. 5: Einfluß des Salzangebotes auf die Wurzelmerkmale in Prozent von der Kontrolle bei 69 Kartoffel-Genotypen im ersten in vitro Versuch mit festem Nährmedium (Vorselektion)

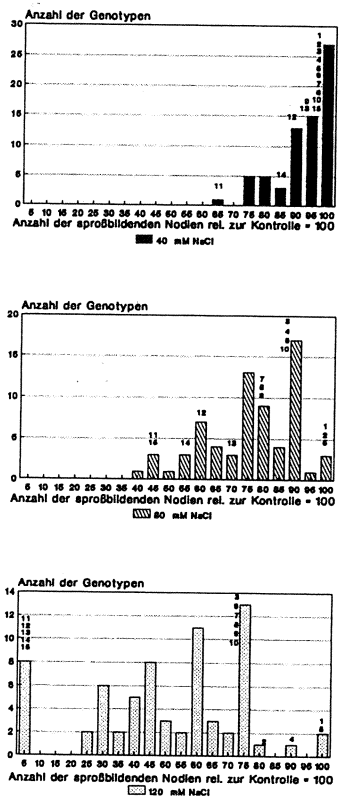


Abb. 6: Häufigkeitsverteilung der 69 Genotypen bezüglich der Anzahl der sproßbildenden Nodien in Prozent von der Kontrolle unter dem Einfluß des Salzangebotes im ersten in vitro Versuch mit festem Nährmedium (Vorselektion). An den Säulen sind nur die Nummern derjenigen Genotypen angegeben (insgesamt 15), die in den nachfolgenden Versuchen verwendet werden.
Bezeichnung der Genotypen: 1=S.chacoense 16979; 2=S.sparsipilum 24687; 3=S.vernei 15451; 4=S.spegazzinii 18326; 5=S.tarijense 24717; 6=S.gourlayi 16837; 7=S.tuberosum Desirée; 8=S.tuberosum ssp.andg 28043; 9=S.tuberosum ssp.andg 7463; 10=S.fendleri 8088; 11=S.demissum 53643; 12=S.hawkesianum 16955; 13=S.alandiae 31187; 14=S.stenotomum 18478; 15=S.tuberosum Hansa

auf 50 - 75 % der angesetzten Nodien Sprosse, während bei der Behandlung mit 40 mM NaCl 91 % der Genotypen mehr als 75 % Sproßbildung zeigten. 11 % der Genotypen bildeten bei der höchsten Salzbehandlung (120 mM NaCl) keine Sprosse.

4.2.4.2 Länge des gebildeten Hauptsprosses

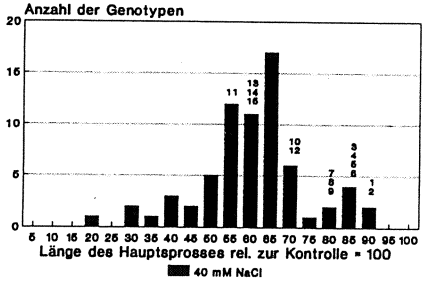
Alle Versuchspflanzen zeigten (Tab. A2) bei der Kontrolle das größte Längenwachstum der Sprosse, wobei jedoch große Unterschiede zwischen den Genotypen auftraten. Mit steigenden Salzkonzentrationen verringerte sich signifikant das Längenwachstum. Hinsichtlich der Sproßlänge, bezogen auf die Kontrolle, wird die Häufigkeitsverteilung der Genotypen bei den verschiedenen Salzkonzentrationen in Abbildung 7 ersichtlich. 88 % der Genotypen bei der 40 mM NaCl-, 21 % bei der 80 mM NaCl- und nur 11 % der Genotypen bei der 120 mM NaCl-Behandlung konnten noch 50 - 90 % der Sproßlänge aufweisen. 8 Genotypen stellten ihr Wachstum bei der höchsten Salzkonzentration (120 mM NaCl) ganz ein.

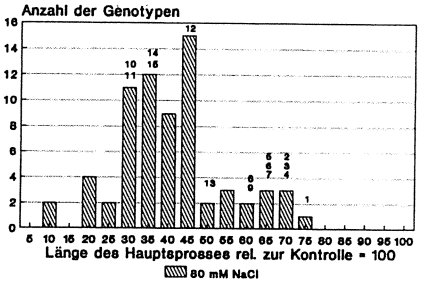
4.2.4.3 Anzahl der Blätter pro Sproß

Die Blattzahl pro Sproß war zwischen den Behandlungen und den Versuchspflanzen sehr unterschiedlich, wie in Tabelle A3 und Abbildung 8 dargestellt ist. Alle Versuchspflanzen zeigten zwar mit unterschiedlicher Anzahl bei der Kontrolle (0 mM NaCl) die höchste Blattzahl. Wie aus Abbildung 8 hervorgeht, wiesen 63 Genotypen (91 %) bei der Behandlung 40 mM NaCl, 30 Genotypen (43 %) bei der Behandlung 80 mM NaCl und nur 5 Genotypen (7 %) bei der Behandlung 120 mM NaCl noch 70 - >95 % ihrer Blattzahl auf. Bei der höchsten Salzkonzentration (120 mM NaCl) wurde bei 8 Genotypen (11,5 %) keine Blattzahl mehr bestimmt, da sie ihr Wachstum bei dieser Salzkonzentration schon ganz eingestellt hatten.

4.2.4.4 Sproßfrischmasse pro Pflänzchen

Wie aus Tabelle A4 hervorgeht, wurde die Frischmassebildung aller Versuchspflanzen durch alle Salzkonzentrationen stark beeinträchtigt. Der Genotyp Nr. 10 zeigte bei der höchsten Salzbehandlung das stärkste Absinken der Frischmasse (von 92 mg bei der Kontrolle auf 9,2 mg bei 120 mM NaCl). Bei allen Salzbehandlungen wiesen die Genotypen Nr. 3, 4, 32, 33, 37 und 39 die geringste Frischmasse auf. Die Frischmasse war bei den Genotypen Nr. 1 - 7





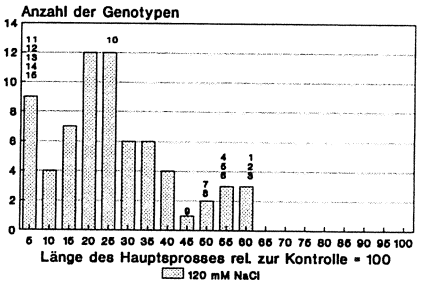
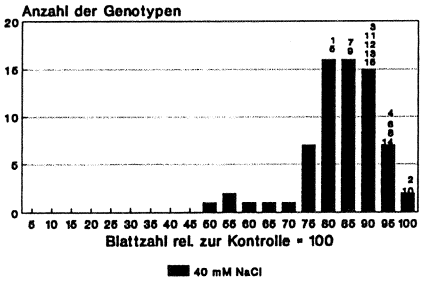
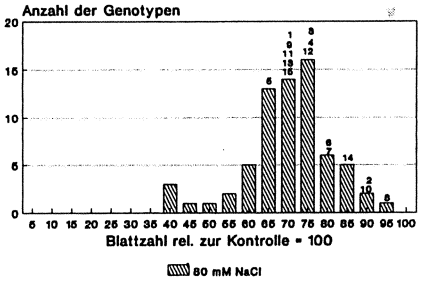


Abb. 7: Häufigkeitsverteilung der Genotypen bei der Sproßlänge in Prozent von der Kontrolle unter dem Einfluß des Salzangebotes bei 69 Kartoffel-Genotypen im ersten in vitro Versuch mit festem Nährmedium (Vorselektion), 1, 2,...15 wie Abb.6





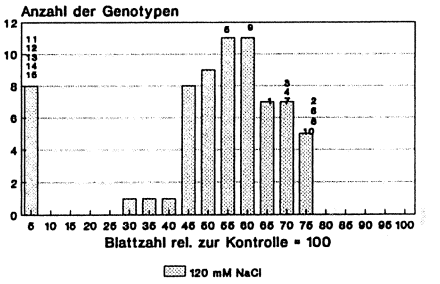
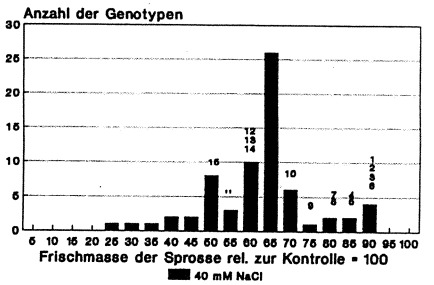
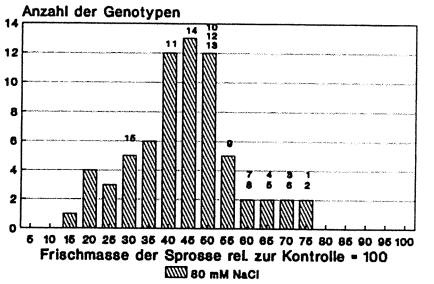


Abb. 8: Häufigkeitsverteilung der Genotypen bei der Blattzahl in Prozent von der Kontrolle unter dem Einfluß des Salzangebotes bei 69 Kartoffel-Genotypen im ersten in vitro Versuch mit festem Nährmedium (Vorselektion), 1,2,...15 wie Abb.6





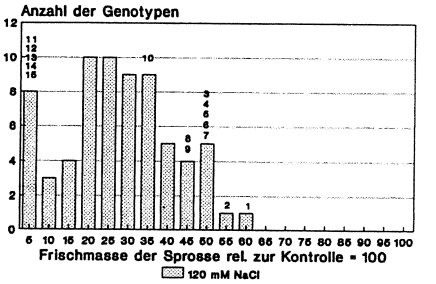


Abb. 9: Häufigkeitsverteilung der Genotypen bei der Frischmasse in Prozent von der Kontrolle unter dem Einfluß des Salzangebotes bei 69 Kartoffel-Genotypen im ersten in vitro Versuch mit festem Nährmedium (Vorselektion), 1, 2,...15 wie Abb.6

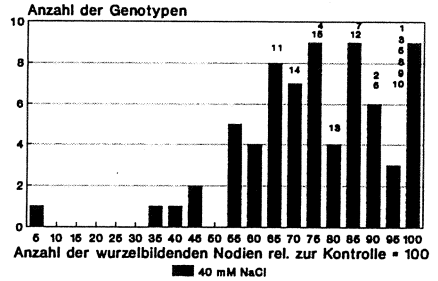
(Abb. 9) erst bei der höchsten Salzkonzentration (120 mM NaCl) auf 59 - 46 % abgesunken, wogegen bei den Genotypen Nr. 11 - 15 kein Wachstum mehr zu beobachten war. Weiterhin wurde >50 % der Frischmasse im Vergleich zur Kontrolle bei der Behandlung 40 mM NaCl von 54 Genotypen (78 %) und bei der Behandlung 80 mM NaCl von 13 Genotypen (19 %) erreicht, während bei der höchsten Salzkonzentration (120 mM) nur 3 Genotypen (4 %) das gleiche Niveau (>50 %) der Frischmasse aufweisen konnten.

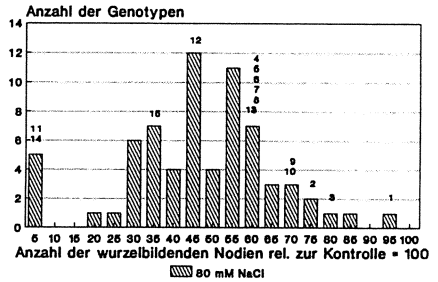
4.2.4.5 Anzahl der wurzelbildenden Nodien

Wie aus Tabelle A5 und Abbildung 10 zu entnehmen ist, bildeten an 70 - 100 % der angesetzten Nodien bei der Behandlung 40 mM bzw. 80 mM NaCl 58 % bzw. 7 % der Genotypen Wurzeln, während nur der Genotyp Nr. 11 (*S. chacoense* 16979) 71 % Wurzelbildung bei der höchsten Salzbehandlung (120 mM NaCl) erreichte. Bei der mittleren (80 mM NaCl) und der höchsten Salzbehandlung (120 mM NaCl) zeigten 47 % bzw. 26 % der Genotypen 30 - 50 % Wurzelbildung. Außerdem stellten 7 % bzw. 30 % der Genotypen ihre Wurzelbildung bei der 80 mM bzw. der 120 mM NaCl-Konzentration ganz ein. Der Genotyp Nr. 28 (*S. infundibuliforme* 16842), Tabelle A5, entwickelte schon bei der Kontrolle keine Wurzeln.

4.2.4.6 Anzahl der Wurzeln pro Pflänzchen

Wie aus Tabelle A6 hervorgeht, hing die Abnahme der Wurzelanzahl unter dem Einfluß des Salzangebotes sehr stark von den einzelnen Genotypen ab. Die Genotypen Nr. 47 und 48 zeigten die größten Unterschiede zwischen der Kontrolle (14 bzw. 8 Wurzeln) und der Behandlung 120 mM NaCl (1,63 bzw. 0,0 Wurzeln). Die Genotypen Nr. 10, 17, 39 und 50 und die Sorte Nr. 60 wiesen die geringsten Wurzelzahlen (1,5 - 2 Wurzeln) schon bei der Kontrolle auf. Bei der höchsten Salzbehandlung bildeten sie keine Wurzeln mehr. Wie in Abbildung 11 dargestellt ist, wurde eine Wurzelanzahl von 50 - >95 % von 91 % bei der Behandlung 40 mM NaCl, 38 % bei der 80 mM NaCl und nur 13 % der Genotypen bei der Behandlung 120 mM NaCl erreicht. Über 7 % bzw. 29 % der Genotypen bildeten keine Wurzeln bei der Behandlung 80 mM bzw. 120 mM NaCl.





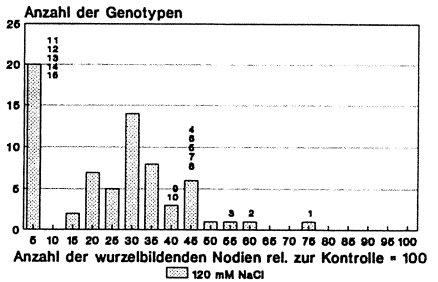
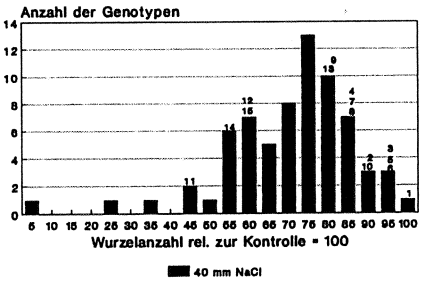
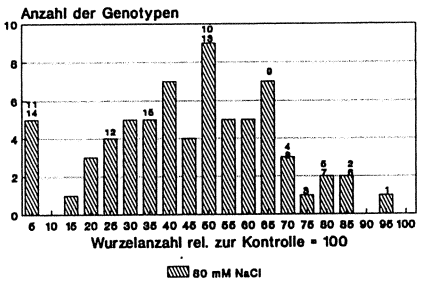


Abb. 10: Häufigkeitsverteilung der Genotypen bei der Anzahl der wurzelbildenden Nodien in Prozent von der Kontrolle unter dem Einfluß des Salzangebotes bei 69 Kartoffel-Genotypen im ersten in vitro Versuch mit festem Nährmedium (Vorselektion), 1,2,...15 wie Abb.6





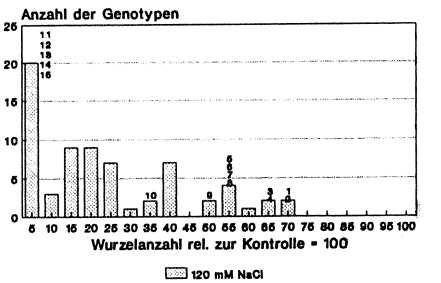
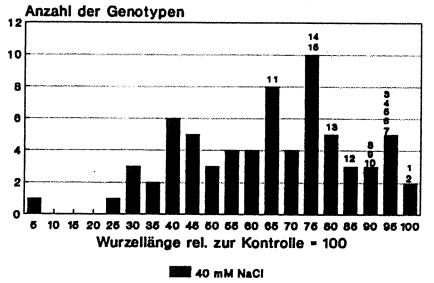
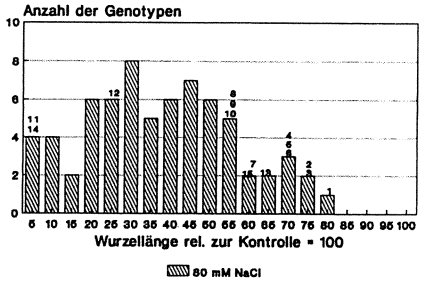


Abb. 11: Häufigkeitsverteilung der Genotypen bei der Wurzelanzahl in Prozent von der Kontrolle unter dem Einfluß des Salzangebotes bei 69 Kartoffel-Genotypen im ersten in vitro Versuch mit festem Nährmedium (Vorselektion), 1, 2,...15 wie Abb.6





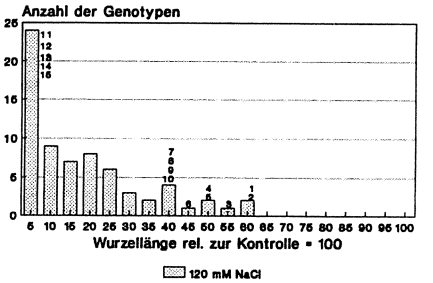


Abb. 12: Häufigkeitsverteilung der Genotypen bei der Wurzellänge in Prozent von der Kontrolle unter dem Einfluß des Salzangebotes bei 69 Kartoffel-Genotypen im ersten in vitro Versuch mit festem Nährmedium (Vorselektion), 1, 2,...15 wie Abb.6

4.2.4.7 Durchschnittliche Länge der Wurzeln

In der Tabelle A7 ist zu erkennen, daß das Längenwachstum der Wurzeln aller Genotypen vom Salzangebot stark beeinflußt war. Viele der Versuchspflanzen stellten bei der höchsten Salzbehandlung (120 mM NaCl) das Wurzelwachstum ganz ein. Aus Abbildung 12 wird die Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Genotypen hinsichtlich der Wurzellänge bei allen Salzbehandlungen ersichtlich. 50 - >95 % der Wurzellänge im Vergleich zur Kontrolle wurden von 48 Genotypen (70 %), von 15 Genotypen (22 %) bzw. von nur 3 Genotypen (4 %) bei den Salzkonzentrationen, 40 mM, 80 mM bzw.120 mM NaCl, erreicht. Das heißt, daß bei 78 % der Genotypen schon bei der mittleren Salzkonzentration die Wurzellänge um mehr als 50 % verkürzt wurde. Außerdem wurde das Wurzelwachstum bei 4 Genotypen, wie z.B. Nr. 39 und bei der Sorte Nr. 60, bei der Behandlung 80 mM NaCl und bei 24 Genotypen (35 %), wie z.B. Nr. 28 und bei der Sorte Nr. 66, bei der Behandlung 120 mM NaCl, ganz eingestellt.

4.2.5 Klassifikation der Genotypen nach der Salztoleranz

Die 69 Genotypen lassen sich nach den Regressionskoeffizienten und der Summe der Ränge über alle NaCl-Angebote bezogen auf die relativen Wachstumsdepressionen gemessen an den 7 Parametern (siehe Kap. 3.4), wie in den Abbildungen 13a - 13d und 14a - 14c, einordnen, wobei der Rang 1 die geringste Empfindlichkeit gegenüber dem NaCl-Angebot bedeutet. Da einige Genotypen beim höchsten NaCl-Angebot (120 mM NaCl) das Wachstum ganz einstellten, konnten diese Genotypen hinsichtlich der relativen Werte der Sproß- und Wurzelmerkmale nur bis zur mittleren Salzkonzentration (80 mM NaCl) eingeordnet und mit den Rängen hinsichtlich der Regressionskoeffizienten verglichen werden.

4.2.5.1 Rangfolge der Genotypen bezüglich der Sproßmerkmale

Bezüglich der Sproßmerkmale (sproßbildende Nodien, Sproßlänge, Blattzahl und Sproßfrischmasse) lassen sich die Genotypen folgendermaßen einordnen.

1. Gruppe: Dazu gehören die Genotypen, die bei der Behandlung 80 mM NaCl noch 60 % bzw. >60 % des Wachstums der Kontrollpflanzen aufwiesen (Tab. 4). Dieser Gruppe sind die Rangfolgen in bezug auf die Regressionskoeffizienten (Abb. 13a - 13d und Tab.4 - 7) 1 - 28

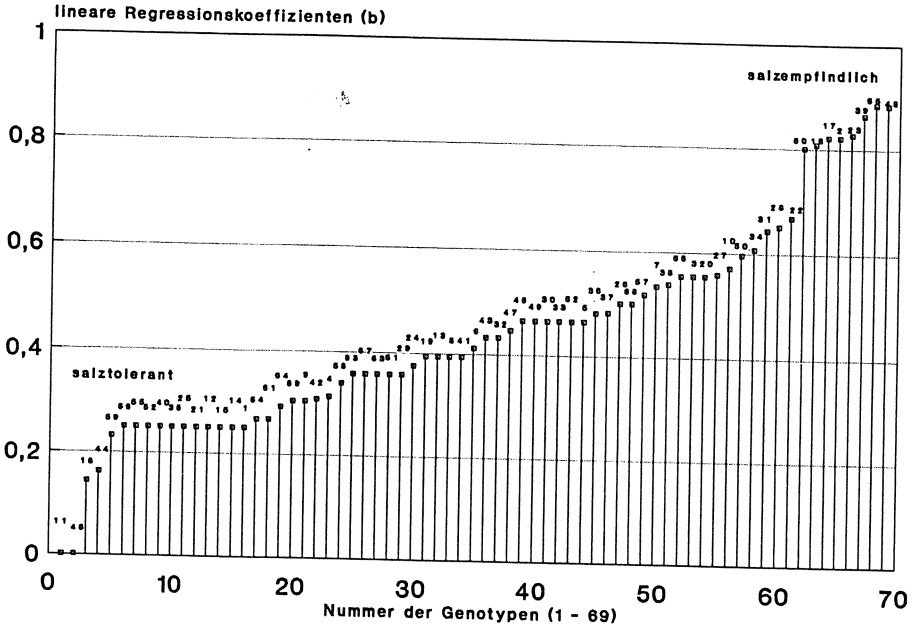


Abb. 13a: Klassifikation der Genotypen bezüglich der linearen Regressionskoeffizienten (b) auf der Basis der relativen Anzahl der sproßbildenden Nodien über 3 Salzangebote im Vergleich zur Kontrolle

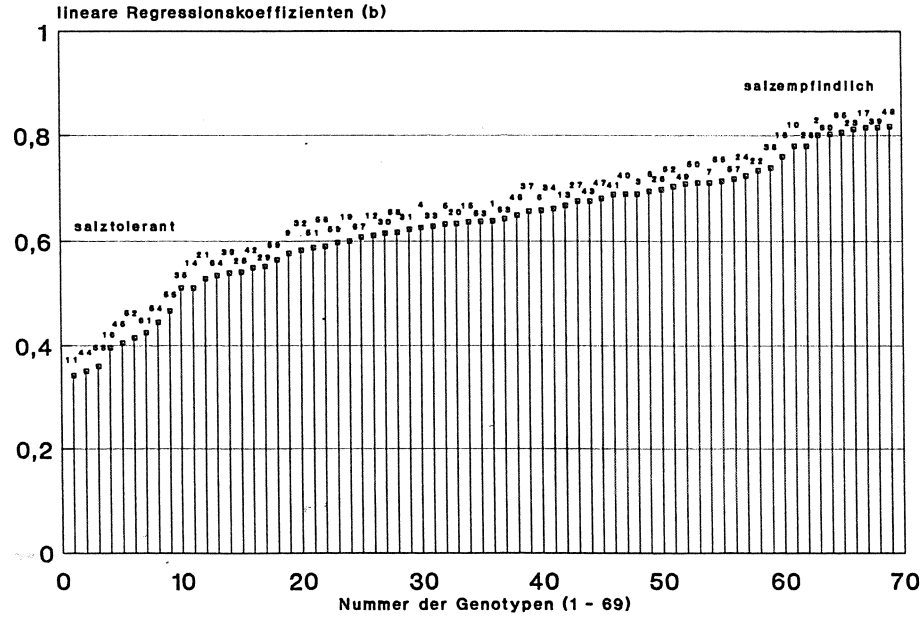


Abb. 13b: Klassifikation der Genotypen bezüglich der linearen Regressionskoeffizienten (b) auf der Basis der relativen Sproßlänge über 3 Salzangebote im Vergleich zur Kontrolle

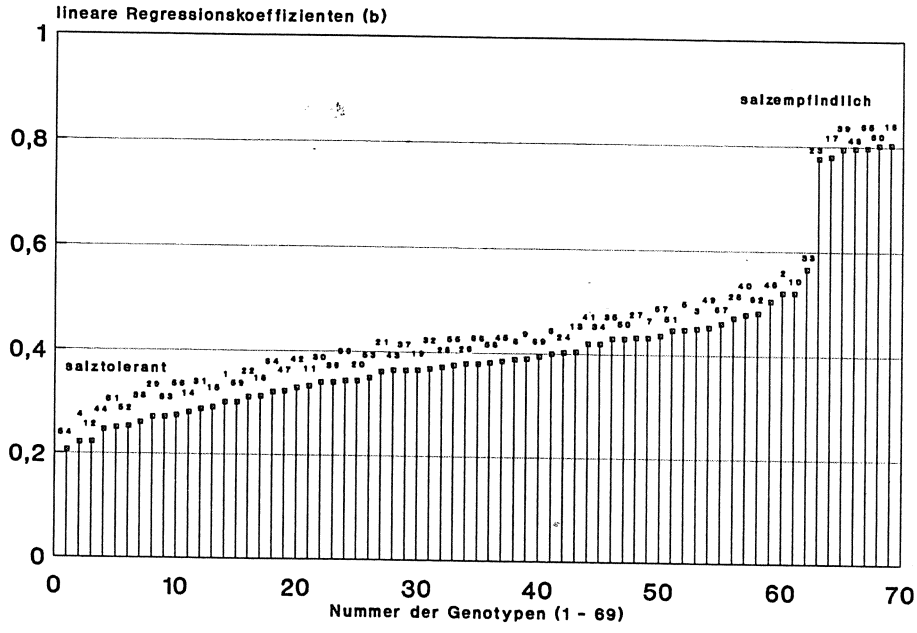


Abb. 13c: Klassifikation der Genotypen bezüglich der linearen Regressionskoeffizienten (b) auf der Basis der relativen Blattzahl über 3 Salzangebote im Vergleich zur Kontrolle

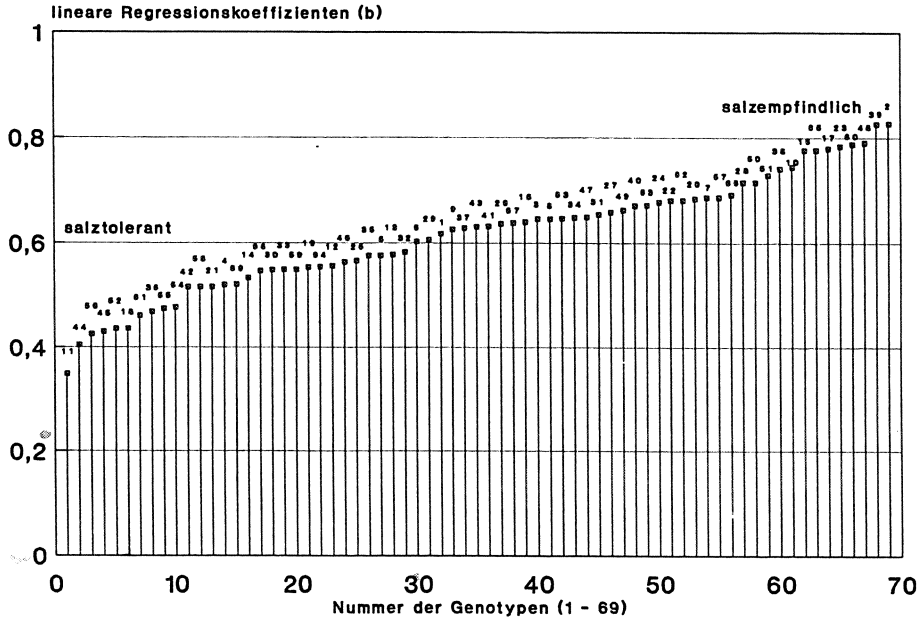


Abb. 13d: Klassifikation der Genotypen bezüglich der linearen Regressionskoeffizienten (b) auf der Basis der relativen Sproßfrischmasse über 3 Salzangebote im Vergleich zur Kontrolle

Tab. 4: Rangfolgen der Genotypen bezüglich der Salztoleranz auf der Basis der relativen Wachstumsdepressionen der sproßbildenden Nodien im Vergleich zur Kontrolle, erstellt für 3 Salzangebote, deren Summe (Rf1) und die linearen Regressionskoeffizienten (Rf2). Außerdem sind die Summen der Rangfolgen, sowie die linearen Regressionskoeffizienten (b) dargestellt

			Rangfolgen						
			Salzangebot mM NaCl						
Nr.	Spezies	BGRC/Sorte	40	80	120	Summe	b	Rf1	Rf2
1	S.acaule spp.aemulans	17180	3	4	5	12	-0.250	7	5
2	S.alandiae	31187	13	20	23	56	-0.821	33	35
3	S. "	28491	6	6	19	31	-0.554	19	25
4	S.berthaultii	18548	8	5	9	22	-0.313	15	10
5	S. "	28033	1	3	14	18	-0.464	12	18
6	S. "	10063	6	9	11	26	-0.411	17	15
7	S.boliviense	7985	6	12	17	35	-0.534	23	23
8	S.brevicaule	28023	1	9	10	20	-0.393	14	14
9	S.canasense	8012	2	6	7	15	-0.304	9	8
10	S.cardiophyllum	10052	6	9	19	34	-0.571	22	27
11	S.chacoense	16979	1	1	1	3	0.000	1	1
12	S. "	24577	1	3	4	8	-0.250	4	5
13	S. "	8030	2	3	11	16	-0.393	10	14
14	S.commersonii	17655	1	3	4	8	-0.250	4	5
15	S. "	17660	1	3	4	8	-0.250	4	5
16	S.demissum	53643	3	11	23	37	-0.808	24	34
17	S.fendleri	8088	6	15	23	44	-0.821	30	35
18	S.gourlayi	16837	1	3	2	6	-0.143	3	2
19	S. "	7180	1	9	10	20	-0.393	14	14
20	S. "	17338	13	12	19	44	-0.554	30	25
21	S.hannemanii	16843	1	3	4	8	-0.250	4	5
22	S. "	16840	4	18	20	42	-0.667	28	32
23	S.hawkesianum	16955	7	17	23	47	-0.827	31	36
24	S. "	16951	1	6	10	17	-0.375	11	13
25	S.incamayoense	17350	2	6	4	12	-0.250	7	5
26	S. "	16903	9	8	16	33	-0.500	21	21
27	S.infundibuliforme	24623	11	14	18	43	-0.558	29	26
28	S. "	16842	5	10	22	37	-0.650	24	31
29	S.kurtzianum	17585	6	9	10	25	-0.357	16	12
30	S. "	17576	6	9	14	29	-0.464	18	18
31	S.leptophyes	7184	1	15	19	35	-0.643	23	30
32	S. "	27211	1	2	13	16	-0.432	10	16
33	S.medians	18554	13	15	14	42	-0.464	28	18
34	S.megistacrolobum	27262	6	15	19	40	-0.607	27	29
35	S.microdontum spp.mic.	7197	6	9	4	19	-0.250	13	5
36	S.multidissectum	8145	11	19	12	42	-0.481	28	19
37	S.okadae	24720	10	15	14	39	-0.482	26	20
38	S. "	24719	11	11	18	40	-0.538	27	24
39	S.pampasense	8161	1	16	23	40	-0.864	27	37
40	S.phureja	50199	1	3	4	8	-0.250	4	5
41	S.raphanifolium	15446	1	9	10	20	-0.393	14	14

Fortsetzung nächste Seite

Fortsetzung Tab. 4:

42	S.sanctae-rosae	15454	3	4	8	15	-0.308	9	9
43	S. "	17569	12	13	13	38	-0.432	25	16
44	S.sparsipilum	24687	1	1	3	5	-0.161	2	3
45	S.spegazzinii	18326	1	1	1	3	0.000	1	1
46	S. "	16929	13	15	14	42	-0.464	28	18
47	S.stenotomum	27165	2	3	14	19	-0.446	13	17
48	S.stenotomum	18478	1	20	23	44	-0.893	30	39
49	S.stoloniferum	7229	2	6	14	22	-0.464	15	18
50	S.sucrense	24695	11	11	21	43	-0.596	29	28
51	S. "	27290	6	9	10	25	-0.357	16	12
52	S.tarijense	24717	1	3	4	8	-0.250	4	5
53	S. "	17423	1	3	10	14	-0.357	8	12
54	S.tuberosum spp.andg.	28043	1	6	4	11	-0.268	6	6
55	S. " "	7463	2	6	4	12	-0.250	7	5
56	S.vernei	15451	1	3	4	8	-0.250	4	5
57	S. "	17536	6	9	17	32	-0.518	20	22
58	S.vidaurrei	16828	2	3	10	15	-0.339	9	11
59	S.tuberosum spp.tub.	Alpha	2	3	4	9	-0.232	5	4
60	S. " "	Culpa	14	21	23	58	-0.800	34	33
61	S. " "	Desirée	1	6	4	11	-0.268	6	6
62	S. " "	Diamant	1	3	14	18	-0.464	12	18
63	S. " "	Draga	1	3	10	14	-0.357	8	12
64	S. " "	Erntestolz	1	5	6	12	-0.292	7	7
65	S. " "	Hansa	3	22	23	48	-0.885	32	38
66	S. " "	Kennebec	6	15	17	38	-0.554	25	25
67	S. " "	Marfona	1	3	10	14	-0.357	8	12
68	S. " "	Roxy	3	7	15	25	-0.500	16	21
69	S. " "	Spunta	6	9	7	22	-0.304	15	8

Tab. 5: Rangfolgen der Genotypen bezüglich der Salztoleranz auf der Basis der relativen Wachstumsdepressionen der Sproßlängen im Vergleich zur Kontrolle, erstellt für 3 Salzangebote, deren Summe (Rf1) und die linearen Regressionskoeffizienten (Rf2). Außerdem sind die Summen der Rangfolgen, sowie die linearen Regressionskoeffizienten (b) dargestellt

			Rangfolgen						
			Salzangebot mM NaCl						
Nr.	Spezies	BGRC/Sorte	40	80	120	Summe	b	Rf1	Rf2
1	S.acaule spp.aemulans	17180	19	42	26	87	-0.638	26	35
2	S.alandiae	31187	63	63	61	187	-0.800	58	58
3	S. "	28491	36	47	44	127	-0.689	40	45
4	S.berthaultii	18548	27	41	23	91	-0.625	28	29
5	S. "	28033	24	20	31	75	-0.632	21	31
6	S. "	10063	14	29	34	77	-0.658	22	39
7	S.boliviense	7985	43	57	49	149	-0.710	47	50
8	S.brevicaule	28023	21	45	43	109	-0.694	37	46
9	S.canasense	8012	12	28	17	57	-0.576	13	18
10	S.cardiophyllum	10052	68	68	60	196	-0.779	62	57
11	S.chacoense	16979	1	1	1	3	-0.341	1	1
12	S. "	24577	60	53	27	140	-0.610	43	25
13	S. "	8030	35	40	37	112	-0.667	39	41
14	S.commersonii	17655	26	12	13	51	-0.510	12	10
15	S. "	17660	45	15	40	100	-0.636	32	33
16	S.demissum	53643	39	10	61	110	-0.759	38	56
17	S.fendleri	8088	13	25	61	99	-0.814	31	62
18	S.gourlayi	16837	4	4	4	12	-0.395	4	4
19	S. "	7180	37	24	20	81	-0.599	23	23
20	S. "	17338	33	11	42	86	-0.633	25	32
21	S.hannemanii	16843	23	14	14	51	-0.527	12	11
22	S. "	16840	47	35	58	140	-0.733	43	54
23	S.hawkesianum	16955	42	49	61	152	-0.811	49	61
24	S. "	16951	51	56	54	161	-0.723	53	53
25	S.incamayoense	17350	18	18	12	48	-0.540	11	14
26	S. "	16903	48	54	48	150	-0.697	48	47
27	S.infundibuliforme	24623	50	59	38	147	-0.675	46	42
28	S. "	16842	69	67	59	195	-0.779	61	57
29	S.kurtzianum	17585	25	19	16	60	-0.551	14	16
30	S. "	17576	32	31	25	88	-0.614	27	26
31	S.leptophyes	7184	29	27	29	85	-0.622	24	28
32	S. "	27211	46	26	32	104	-0.582	35	19
33	S.medians	18554	16	33	24	73	-0.628	20	30
34	S.megistacrolobum	27262	66	53	52	171	-0.661	55	40
35	S.microdontum spp.mic.	7197	30	17	10	57	-0.510	13	10
36	S.multidissectum	8145	34	23	15	72	-0.538	19	13
37	S.okadae	24720	58	58	39	155	-0.656	51	38
38	S. "	24719	41	46	56	143	-0.738	44	55
39	S.pampasense	8161	28	39	61	128	-0.814	41	62
40	S.phureja	50199	56	48	50	154	-0.689	50	45
41	S.raphanifolium	15446	65	62	53	180	-0.688	57	44

Fortsetzung nächste Seite

Fortsetzung Tab. 5:

42	S.sanctae-rosae	15454	31	21	16	68	-0.548	18	15
43	S. "	17569	22	44	36	102	-0.675	33	42
44	S.sparsipilum	24687	2	2	2	6	-0.350	2	2
45	S.spegazzinii	18326	6	6	6	18	-0.404	6	5
46	S. "	16929	61	61	35	157	-0.649	52	37
47	S.stenotomum	27165	49	52	45	146	-0.680	45	43
48	S.stenotomum	18478	38	50	61	149	-0.816	47	63
49	S.stoloniferum	7229	10	38	46	94	-0.708	29	49
50	S.sucrense	24695	67	65	57	189	-0.710	59	50
51	S. "	27290	52	30	21	103	-0.587	34	20
52	S.tarijense	24717	5	5	5	15	-0.414	5	6
53	S. "	17423	11	22	28	61	-0.637	15	34
54	S.tuberosum spp.andg.	28043	8	8	8	24	-0.444	8	8
55	S. " "	7463	9	9	9	27	-0.466	9	9
56	S.vernei	15451	3	3	3	9	-0.359	3	3
57	S. "	17536	57	60	55	172	-0.717	56	52
58	S.vidaurrei	16828	15	32	18	65	-0.589	17	21
59	S.tuberosum spp.tub.	Alpha	62	37	33	132	-0.597	42	22
60	S. " "	Culpa	54	51	61	166	-0.802	54	59
61	S. " "	Desirée	7	7	7	21	-0.424	7	7
62	S. " "	Diamant	55	64	47	166	-0.703	54	48
63	S. " "	Draga	59	43	41	143	-0.642	44	36
64	S. " "	Erntestolz	17	16	11	44	-0.533	10	12
65	S. " "	Hansa	64	66	61	191	-0.805	60	60
66	S. " "	Kennebec	44	55	51	150	-0.713	48	51
67	S. " "	Marfona	40	36	22	98	-0.607	30	24
68	S. " "	Roxy	20	13	30	63	-0.616	16	27
69	S. " "	Spunta	53	34	19	106	-0.563	36	17

Tab. 6: Rangfolgen der Genotypen bezüglich der Salztoleranz auf der Basis der relativen Wachstumsdepressionen der Blattzahl im Vergleich zur Kontrolle, erstellt für 3 Salzangebote, deren Summe (Rf1) und die linearen Regressionskoeffizienten (Rf2). Außerdem sind die Summen der Rangfolgen, sowie die linearen Regressionskoeffizienten (b) dargestellt

			Rangfolgen						
			Salzangebot mM NaCl						
Nr.	Spezies	BGRC/Sorte	40	80	120	Summe	b	Rf1	Rf2
1	S.acaule spp.aemulans	17180	41	36	14	91	-0.300	24	13
2	S.alandiae	31187	62	63	57	182	-0.520	58	51
3	S. "	28491	40	49	44	133	-0.450	46	44
4	S.berthaultii	18548	56	27	3	86	-0.221	21	2
5	S. "	28033	32	14	41	87	-0.448	22	43
6	S. "	10063	58	57	50	165	-0.399	53	35
7	S.boliviense	7985	34	13	48	95	-0.432	27	40
8	S.brevicaule	28023	47	48	33	128	-0.387	44	32
9	S.canasense	8012	36	53	29	118	-0.389	42	33
10	S.cardiophyllum	10052	64	65	55	184	-0.520	59	51
11	S.chacoense	16979	38	34	18	90	-0.332	23	19
12	S. "	24577	1	2	2	5	-0.222	1	3
13	S. "	8030	30	43	35	108	-0.403	37	37
14	S.commersonii	17655	26	15	8	49	-0.280	12	10
15	S. "	17660	25	18	12	55	-0.290	13	12
16	S.demissum	53643	19	41	57	117	-0.803	41	59
17	S.fendleri	8088	20	17	57	94	-0.779	26	54
18	S.gourlayi	16837	6	24	10	40	-0.312	8	15
19	S. "	7180	43	39	25	107	-0.365	36	25
20	S. "	17338	45	23	22	90	-0.343	23	21
21	S.hannemanii	16843	14	26	21	61	-0.361	14	23
22	S. "	16840	9	22	11	42	-0.310	9	14
23	S.hawkesianum	16955	4	5	57	66	-0.776	17	53
24	S. "	16951	22	11	38	71	-0.402	18	36
25	S.incamayoense	17350	34	38	24	96	-0.371	28	27
26	S. "	16903	48	46	30	124	-0.378	43	29
27	S.infundibuliforme	24623	8	55	39	102	-0.432	33	40
28	S. "	16842	55	59	51	165	-0.471	53	47
29	S.kurtzianum	17585	18	16	6	40	-0.271	8	8
30	S. "	17576	27	35	34	96	-0.340	28	20
31	S.leptophyes	7184	11	6	13	30	-0.287	6	11
32	S. "	27211	34	19	32	85	-0.367	20	26
33	S.medians	18554	61	62	56	179	-0.566	56	52
34	S.megistacrolobum	27262	51	54	37	142	-0.419	47	38
35	S.microdontum spp.mic.	7197	53	37	43	133	-0.429	46	39
36	S.multidissectum	8145	24	42	31	97	-0.340	29	20
37	S.okadae	24720	21	21	23	65	-0.364	16	24
38	S. "	24719	5	7	4	16	-0.260	3	7
39	S.pampasense	8161	15	29	57	101	-0.794	32	55
40	S.phureja	50199	54	58	52	164	-0.478	52	48
41	S.raphanifolium	15446	57	56	40	153	-0.419	51	38

Fortsetzung nächste Seite

Fortsetzung Tab. 6:

42	S.sanctae-rosae	15454	46	28	19	93	-0.329	25	18
43	S. "	17569	12	8	28	48	-0.364	11	24
44	S.sparsipilum	24687	2	3	3	8	-0.246	2	4
45	S.spegazzinii	18326	35	51	27	113	-0.384	40	31
46	S. "	16929	63	64	54	181	-0.504	57	50
47	S.stenotomum	27165	37	34	16	87	-0.322	22	17
48	S.stenotomum	18478	16	31	57	104	-0.796	35	56
49	S.stoloniferum	7229	39	44	47	130	-0.453	45	45
50	S.sucrense	24695	60	60	46	166	-0.429	54	39
51	S. "	27290	50	52	45	147	-0.447	49	42
52	S.tarijense	24717	7	9	3	19	-0.253	4	6
53	S. "	17423	13	12	20	45	-0.349	10	22
54	S.tuberosum spp.andg.	28043	3	1	1	5	-0.206	1	1
55	S. " "	7463	33	40	26	99	-0.375	31	28
56	S.vernei	15451	17	18	7	42	-0.274	9	9
57	S. "	17536	28	33	42	103	-0.436	34	41
58	S.vidaurrei	16828	31	45	26	102	-0.381	33	30
59	S.tuberosum spp.tub.	Alpha	29	20	15	64	-0.300	15	13
60	S. " "	Culpa	15	37	57	109	-0.802	38	58
61	S. " "	Desirée	23	10	5	38	-0.250	7	5
62	S. " "	Diamant	59	61	53	173	-0.481	55	49
63	S. " "	Draga	10	4	9	23	-0.271	5	8
64	S. " "	Erntestolz	42	25	17	84	-0.320	19	16
65	S. " "	Hansa	34	52	57	143	-0.797	48	57
66	S. " "	Kennebec	52	47	19	118	-0.343	42	21
67	S. " "	Marfona	49	50	49	148	-0.460	50	46
68	S. " "	Roxy	34	32	32	98	-0.378	30	29
69	S. " "	Spunta	44	30	36	110	-0.393	39	34

Tab. 7: Rangfolgen der Genotypen bezüglich der Salztoleranz auf der Basis der relativen Wachstumsdepressionen der Sproßfrischmasse im Vergleich zur Kontrolle, erstellt für 3 Salzangebote, deren Summe (Rf1) und die linearen Regressionskoeffizienten (Rf2). Außerdem sind die Summen der Rangfolgen, sowie die linearen Regressionskoeffizienten (b) dargestellt

			Rangfolgen						
			Salzangebot mM NaCl						
Nr.	Spezies	BGRC/Sorte	40	80	120	Summe	b	Rf1	Rf2
1	S.acaule spp.aemulans	17180	28	36	32	96	-0.617	26	27
2	S.alandiae	31187	58	66	59	183	-0.826	55	59
3	S. "	28491	33	39	37	109	-0.645	31	35
4	S.berthaultii	18548	39	20	16	75	-0.519	20	11
5	S. "	28033	16	25	23	64	-0.575	16	22
6	S. "	10063	35	35	28	98	-0.602	28	25
7	S.boliviense	7985	56	65	54	175	-0.686	53	47
8	S.brevicaule	28023	42	47	36	125	-0.645	36	35
9	S.canasense	8012	18	45	30	93	-0.625	25	28
10	S.cardiophyllum	10052	53	61	55	169	-0.744	50	52
11	S.chacoense	16979	1	1	1	3	-0.347	1	1
12	S. "	24577	11	14	21	46	-0.555	13	19
13	S. "	8030	34	28	25	87	-0.577	23	23
14	S.commersonii	17655	38	10	20	68	-0.532	19	13
15	S. "	17660	54	52	38	144	-0.639	43	34
16	S.demissum	53643	47	21	59	127	-0.776	37	53
17	S.fendleri	8088	45	19	59	123	-0.779	34	54
18	S.gourlayi	16837	6	6	6	18	-0.435	6	5
19	S. "	7180	48	26	22	96	-0.552	26	17
20	S. "	17338	44	22	53	119	-0.684	33	46
21	S.hannemanii	16843	14	13	13	40	-0.515	10	10
22	S. "	16840	46	40	51	137	-0.680	40	45
23	S.hawkesianum	16955	51	29	59	139	-0.783	41	55
24	S. "	16951	55	58	48	161	-0.677	47	44
25	S.incamayoense	17350	12	18	11	41	-0.565	11	21
26	S. "	16903	62	55	41	158	-0.636	46	32
27	S.infundibuliforme	24623	50	49	42	141	-0.658	42	40
28	S. "	16842	68	67	57	192	-0.715	57	49
29	S.kurtzianum	17585	30	33	29	92	-0.605	24	26
30	S. "	17576	24	24	18	66	-0.547	17	15
31	S.leptophyes	7184	20	37	40	97	-0.654	27	39
32	S. "	27211	32	31	24	87	-0.582	23	24
33	S.medians	18554	31	30	17	78	-0.548	21	16
34	S.megistacrolobum	27262	66	64	46	176	-0.648	54	37
35	S.microdontum spp.mic.	7197	21	15	10	46	-0.575	13	22
36	S.multidissectum	8145	27	12	28	67	-0.468	18	7
37	S.okadae	24720	43	51	31	125	-0.628	36	29
38	S. "	24719	49	32	58	139	-0.741	41	51
39	S.pampasense	8161	36	54	59	149	-0.825	44	58
40	S.phureja	50199	23	38	43	104	-0.670	29	42
41	S.raphanifolium	15446	65	53	47	165	-0.631	48	31

Fortsetzung nächste Seite

Fortsetzung Tab. 7:

42	S.sanctae-rosae	15454	29	16	12	57	-0.515	14	10
43	S. "	17569	41	50	33	124	-0.630	35	30
44	S.sparsipilum	24687	2	2	2	6	-0.403	2	2
45	S.spegazzinii	18326	5	5	5	15	-0.429	5	4
46	S. "	16929	59	42	27	128	-0.562	38	20
47	S.stenotomum	27165	37	44	38	119	-0.649	33	38
48	S.stenotomum	18478	61	56	59	176	-0.790	54	57
49	S.stoloniferum	7229	22	46	39	107	-0.662	30	41
50	S.sucrense	24695	67	66	56	189	-0.715	56	49
51	S. "	27290	25	57	52	134	-0.728	39	50
52	S.tarijense	24717	4	4	4	12	-0.435	4	5
53	S. "	17423	10	34	35	79	-0.646	22	36
54	S.tuberosum spp.andg.	28043	8	8	8	24	-0.476	8	9
55	S. " "	7463	9	9	9	27	-0.474	9	8
56	S.vernei	15451	3	3	3	9	-0.424	3	3
57	S. "	17536	60	62	50	172	-0.686	52	47
58	S.vidaurrei	16828	26	17	14	57	-0.515	14	10
59	S.tuberosum spp.tub.	Alpha	57	27	26	110	-0.548	32	16
60	S. " "	Culpa	52	41	59	152	-0.788	45	56
61	S. " "	Desirée	7	7	7	21	-0.460	7	6
62	S. " "	Diamant	60	63	44	167	-0.680	49	45
63	S. " "	Draga	63	59	49	171	-0.671	51	43
64	S. " "	Erntestolz	19	22	19	60	-0.553	15	18
65	S. " "	Hansa	64	60	59	183	-0.776	55	53
66	S. " "	Kennebec	17	48	45	110	-0.691	32	48
67	S. " "	Marfona	15	43	34	92	-0.638	24	33
68	S. " "	Roxy	13	11	21	45	-0.546	12	14
69	S. " "	Spunta	40	23	15	78	-0,520	21	12

(außer 19 & 20), 31 und 34 (81 % der Genotypen) hinsichtlich der Anzahl der sproßbildenden Nodien, 1 - 7 (10 % der Genotypen) bezüglich der Sproßlänge, 1 - 46 (ca. 83 % der Genotypen) hinsichtlich der Blattzahl und die Rangfolgen 1 - 5 (9 % der Genotypen) in bezug auf die Frischmasse zuzuordnen. Von denen sind es z.B. die Genotypen Nr. 11, 44 und 56.

2. Gruppe: Dies sind die Genotypen, die noch 40 - 59 % des Wachstums der Kontrollpflanzen zeigten. Diese Gruppe entspricht den Rangfolgen (mit Ausnahme einiger Genotypen) 29 - 39 (<18 % der Genotypen) bezüglich der Anzahl der sproßbildenden Nodien, 8 - 34 (33 % der Genotypen) hinsichtlich der Sproßlänge, 35, 38 - 40 und 47 - 49 (13 % der Genotypen) in bezug auf die Blattzahl und den Rangfolgen 6 - 27 (48 % der Genotypen) hinsichtlich der Frischmasse. Dazu gehören z.B. die Genotypen Nr. 14, 35, 64 und 66. Genotypen wie z.B. Nr. 16 und 17, die zu dieser Gruppe gehören, wurden nach den Regressionskoeffizienten als empfindlich eingruppiert, da sie beim höchsten NaCl-Angebot (120 mM) das Wachstum ganz einstellten.

3. Gruppe: Sie schließt die Genotypen ein, die bei 80 mM NaCl <40 % des Wachstums der Kontrollpflanzen aufwiesen. Zu dieser Gruppe gehören die Rangfolgen 38 (1 % der Genotypen) hinsichtlich der Anzahl der sproßbildenden Nodien, 35 - 63 (57 % der Genotypen) bezüglich der Sproßlänge, 50 und 51 (4 % der Genotypen) in bezug auf die Blattzahl und die Rangfolgen 28 - 59 (43 % der Genotypen) hinsichtlich der Frischmasse. Als Beispiele sind die Genotypen Nr. 2, 48 und 65 zu nennen.

4.2.5.2 Rangfolge der Genotypen bezüglich der Wurzelmerkmale

An der Basis der relativen Wachstumsdepressionen der Wurzeln bei der Behandlung 80 mM NaCl und der Regressionskoeffizienten (mit Ausnahme einiger Genotypen) wurden die 69 Genotypen wie folgt eingruppiert.

1. Gruppe: Diese sind die Genotypen, die bei dieser Salzkonzentration (80 mM NaCl) die Wurzelbildung nur um <40 % einstellten (Tab. 8 - 10). Diese Genotypen nehmen die Stellen, bezogen auf die Regressionskoeffizienten (Abb. 14a - 14c) 1 - 6, 9, 12, 18, 19 und

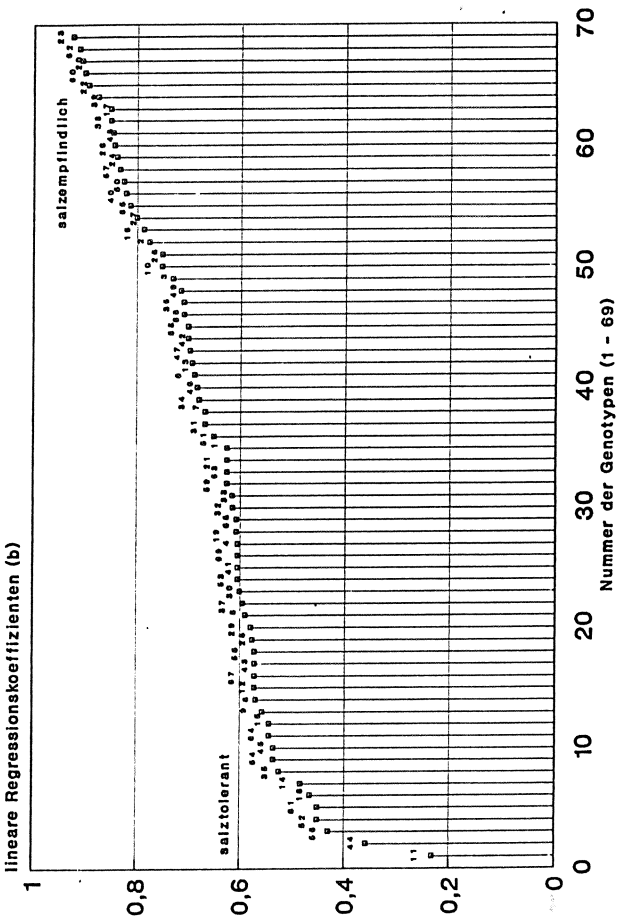


Abb. 14a: Klassifikation der Genotypen bezüglich der linearen Regressionskoeffizienten (b) auf der Basis der relativen Anzahl der wurzelbildenden Nodien über 3 Salzangebote im Vergleich zur Kontrolle

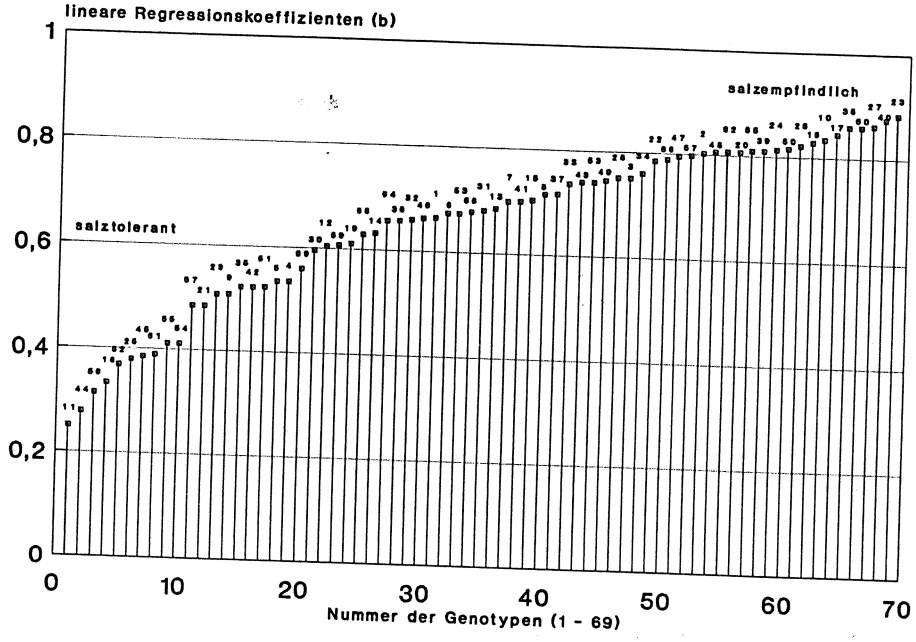


Abb. 14b: Klassifikation der Genotypen bezüglich der linearen Regressionskoeffizienten (b) auf der Basis der relativen Wurzelanzahl über 3 Salzangebote im Vergleich zur Kontrolle

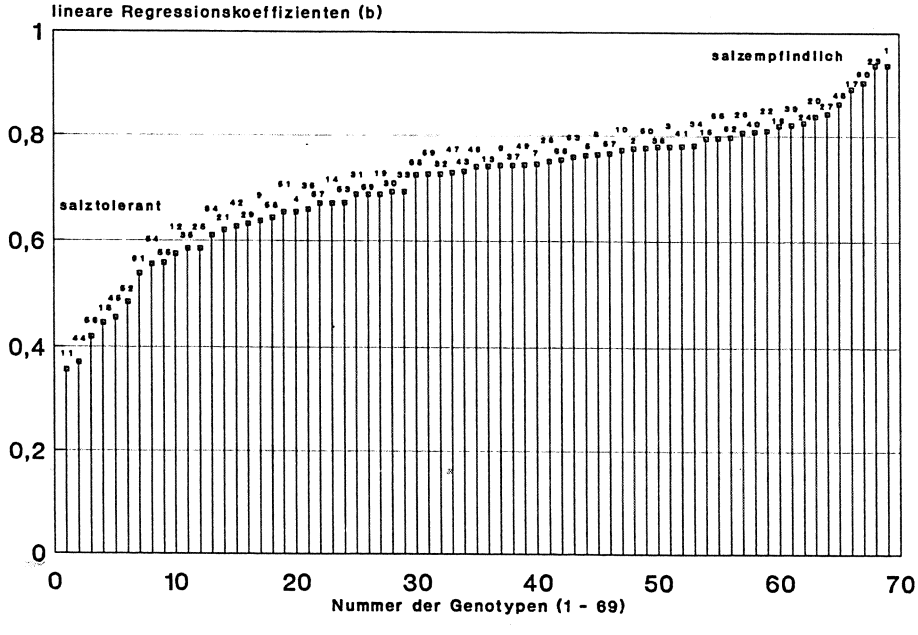


Abb. 14c: Klassifikation der Genotypen bezüglich der linearen Regressionskoeffizienten (b) auf der Basis der relativen Wurzellänge über 3 Salzangebote im Vergleich zur Kontrolle

Tab. 8: Rangfolgen der Genotypen bezüglich der Salztoleranz auf der Basis der relativen Wachstumsdepressionen der wurzelbildenden Nodien im Vergleich zur Kontrolle, erstellt für 3 Salzangebote, deren Summe (Rf1) und die linearen Regressionskoeffizienten (Rf2). Außerdem sind die Summen der Rangfolgen, sowie die linearen Regressionskoeffizienten (b) dargestellt

			Rangfolgen						
			Salzangebot mM NaCl						
Nr.	Spezies	BGRC/Sorte	40	80	120	Summe	b	Rf1	Rf2
1	S.acaule spp.aemulans	17180	20	22	13	55	-0.625	34	22
2	S.alandiae	31187	24	23	20	67	-0.775	42	35
3	S. "	28491	14	22	17	53	-0.729	32	33
4	S.berthaultii	18548	3	11	8	22	-0.604	11	18
5	S. "	28033	11	11	11	33	-0.589	17	15
6	S. "	10063	18	19	17	54	-0.687	33	27
7	S.boliviense	7985	20	19	17	56	-0.667	35	24
8	S.brevicaule	28023	6	13	6	25	-0.568	13	11
9	S.canasense	8012	13	10	9	32	-0.556	16	10
10	S.cardiophyllum	10052	22	15	20	57	-0.750	36	34
11	S.chacoense	16979	1	1	1	3	-0.232	1	1
12	S. "	24577	1	6	7	14	-0.571	6	12
13	S. "	8030	8	10	18	36	-0.692	20	28
14	S.commersonii	17655	4	6	4	14	-0.482	6	6
15	S. "	17660	5	5	8	18	-0.542	9	9
16	S.demissum	53643	11	8	20	39	-0.786	22	36
17	S.fendleri	8088	7	15	20	42	-0.850	24	45
18	S.gourlayi	16837	11	8	4	23	-0.464	12	5
19	S. "	7180	4	8	11	23	-0.607	12	19
20	S. "	17338	15	25	20	60	-0.906	38	49
21	S.hannemanii	16843	4	11	11	26	-0.625	14	22
22	S. "	16840	4	21	20	45	-0.893	26	47
23	S.hawkesianum	16955	13	25	20	58	-0.923	37	51
24	S. "	16951	11	18	20	49	-0.839	29	42
25	S.incamayoense	17350	17	15	10	42	-0.575	24	13
26	S. "	16903	9	17	20	46	-0.844	27	43
27	S.infundibuliforme	24623	17	15	20	52	-0.800	31	37
28	S. "	16842	25	25	20	70	-0.750	43	34
29	S.kurtzianum	17585	13	12	9	34	-0.578	18	14
30	S. "	17576	7	11	10	28	-0.600	15	17
31	S.leptophyes	7184	9	19	13	41	-0.667	23	24
32	S. "	27211	10	13	12	35	-0.614	19	20
33	S.medians	18554	16	12	14	42	-0.615	24	21
34	S.megistacrolobum	27262	21	21	19	61	-0.679	39	25
35	S.microdontum spp.mic.	7197	10	9	6	25	-0.523	13	7
36	S.multidissectum	8145	14	19	17	50	-0.708	30	31
37	S.okadae	24720	23	22	13	58	-0.594	37	16
38	S. "	24719	7	15	20	42	-0.850	24	45
39	S.pampasense	8161	20	25	20	65	-0.875	41	46
40	S.phureja	50199	11	14	20	45	-0.821	26	39
41	S.raphanifolium	15446	14	11	13	38	-0.604	21	18

Fortsetzung nächste Seite

Fortsetzung Tab. 8:

42	S.sanctae-rosae	15454	12	20	16	48	-0.700	28	30
43	S. "	17569	19	14	11	44	-0.571	25	12
44	S.sparsipilum	24687	4	4	2	10	-0.357	3	2
45	S.spegazzinii	18326	1	8	4	13	-0.534	5	8
46	S. "	16929	16	16	18	50	-0.682	30	26
47	S.stenotomum	27165	2	11	15	28	-0.696	15	29
48	S.stenotomum	18478	9	19	20	48	-0.846	28	44
49	S.stoloniferum	7229	11	14	19	44	-0.714	25	32
50	S.sucrense	24695	17	20	20	57	-0.825	36	40
51	S. "	27290	17	15	16	48	-0.650	28	23
52	S.tarijense	24717	4	8	4	16	-0.450	7	4
53	S. "	17423	5	5	13	23	-0.604	12	18
54	S.tuberosum spp.andg.	28043	1	8	4	13	-0.534	5	8
55	S. " "	7463	1	6	7	14	-0.571	6	12
56	S.vernei	15451	1	3	3	7	-0.429	2	3
57	S. "	17536	5	11	20	36	-0.833	20	41
58	S.vidaurrei	16828	1	4	11	16	-0.607	7	19
59	S.tuberosum spp.tub.	Alpha	3	5	13	21	-0.625	10	22
60	S. " "	Culpa	17	25	20	62	-0.900	40	48
61	S. " "	Desirée	5	7	5	17	-0.450	8	4
62	S. " "	Diamant	1	18	20	39	-0.911	22	50
63	S. " "	Draga	19	14	15	48	-0.625	28	22
64	S. " "	Erntestolz	1	2	8	11	-0.542	4	9
65	S. " "	Hansa	20	22	20	62	-0.813	40	38
66	S. " "	Kennebec	20	24	17	61	-0.708	39	31
67	S. " "	Marfona	19	14	11	44	-0.571	25	12
68	S. " "	Roxy	7	15	16	38	-0.700	21	30
69	S. " "	Spunta	14	11	13	38	-0.604	21	18

Tab. 9: Rangfolgen der Genotypen bezüglich der Salztoleranz auf der Basis der relativen Wachstumsdepressionen der Wurzelanzahl im Vergleich zur Kontrolle, erstellt für 3 Salzangebote, deren Summe (Rf1) und die linearen Regressionskoeffizienten (Rf2). Außerdem sind die Summen der Rangfolgen, sowie die linearen Regressionskoeffizienten (b) dargestellt

Nr.	Spezies	BGRC/Sorte	Rangfolgen: Salzangebot mM NaCl 40	80	120	Summe	b	Rf1	Rf2
1	S.acaule spp.aemulans	17180	65	48	39	152	-0.664	41	27
2	S.alandiae	31187	66	63	50	179	-0.802	52	46
3	S. "	28491	52	58	43	153	-0.750	42	40
4	S.berthaultii	18548	30	34	17	81	-0.534	22	15
5	S. "	28033	37	19	25	81	-0.534	22	15
6	S. "	10063	23	17	36	76	-0.673	20	28
7	S.boliviense	7985	36	32	38	106	-0.699	30	32
8	S.brevicaule	28023	31	25	42	98	-0.715	25	35
9	S.canasense	8012	11	10	15	36	-0.507	9	12
10	S.cardiophyllum	10052	62	61	50	173	-0.834	50	54
11	S.chacoense	16979	1	1	1	3	-0.249	1	1
12	S. "	24577	6	29	20	55	-0.603	14	18
13	S. "	8030	33	36	30	99	-0.685	26	31
14	S.commersonii	17655	40	42	22	104	-0.631	29	22
15	S. "	17660	14	26	35	75	-0.703	19	34
16	S.demissum	53643	19	33	50	102	-0.828	28	53
17	S.fendleri	8088	55	60	50	165	-0.844	47	55
18	S.gourlayi	16837	8	7	4	19	-0.332	5	4
19	S. "	7180	29	11	26	66	-0.609	17	20
20	S. "	17338	67	64	50	181	-0.806	53	48
21	S.hannemanii	16843	35	18	12	65	-0.484	16	10
22	S. "	16840	28	56	50	134	-0.784	35	42
23	S.hawkesianum	16955	58	64	50	172	-0.881	49	59
24	S. "	16951	46	40	50	136	-0.813	36	50
25	S.incamayoense	17350	12	13	5	30	-0.378	8	6
26	S. "	16903	42	44	50	136	-0.821	36	52
27	S.infundibuliforme	24623	50	62	50	162	-0.860	44	57
28	S. "	16842	68	64	50	182	-0.750	54	40
29	S.kurtzianum	17585	13	16	14	43	-0.506	10	11
30	S. "	17576	61	45	21	127	-0.595	33	17
31	S.leptophyes	7184	26	38	27	91	-0.680	23	30
32	S. "	27211	34	30	28	92	-0.659	24	25
33	S.medians	18554	53	52	44	149	-0.736	39	37
34	S.megistacrolobum	27262	63	51	49	163	-0.759	45	41
35	S.microdontum spp.mic.	7197	32	15	11	58	-0.521	15	13
36	S.multidissectum	8145	60	39	35	134	-0.656	35	24
37	S.okadae	24720	41	46	37	124	-0.716	32	36
38	S. "	24719	48	59	50	157	-0.858	43	56
39	S.pampasense	8161	56	64	50	170	-0.809	48	49
40	S.phureja	50199	16	37	46	99	-0.873	26	58
41	S.raphanifolium	15446	43	50	31	124	-0.700	32	33

Fortsetzung nächste Seite

Fortsetzung Tab. 9:

42	S.sanctae-rosae	15454	21	24	13	58	-0.521	15	13
43	S. "	17569	27	41	40	108	-0.740	31	38
44	S.sparsipilum	24687	5	3	2	10	-0.277	2	2
45	S.spegazzinii	18326	2	4	6	12	-0.384	3	7
46	S. "	16929	45	31	32	108	-0.662	31	26
47	S.stenotomum	27165	47	54	47	148	-0.794	38	44
48	S.stenotomum	18478	54	47	50	151	-0.805	40	47
49	S.stoloniferum	7229	51	53	45	149	-0.744	39	39
50	S.sucrense	24695	44	43	50	137	-0.815	37	51
51	S. "	27290	49	34	18	101	-0.522	27	14
52	S.tarijense	24717	3	2	7	12	-0.367	3	5
53	S. "	17423	25	21	34	80	-0.673	21	28
54	S.tuberosum spp.andg.	28043	10	9	8	27	-0.410	7	9
55	S. " "	7463	22	14	10	46	-0.410	11	9
56	S.vernei	15451	4	6	3	13	-0.313	4	3
57	S. "	17536	7	8	50	65	-0.797	16	45
58	S.vidaurrei	16828	17	20	33	70	-0.677	18	29
59	S.tuberosum spp.tub.	Alpha	15	12	24	51	-0.606	12	19
60	S. " "	Culpa	64	64	50	178	-0.858	51	56
61	S. " "	Desirée	8	5	9	22	-0.388	6	8
62	S. " "	Diamant	39	35	50	124	-0.806	32	48
63	S. " "	Draga	38	49	41	128	-0.740	34	38
64	S. " "	Erntestolz	24	22	29	75	-0.655	19	23
65	S. " "	Hansa	59	55	50	164	-0.809	46	49
66	S. " "	Kennebec	57	57	48	162	-0.788	44	43
67	S. " "	Marfona	18	28	19	65	-0.484	16	10
68	S. " "	Roxy	20	23	23	66	-0.628	17	21
69	S. " "	Spunta	9	27	16	52	-0.559	13	16

Tab. 10: Rangfolgen der Genotypen bezüglich der Salztoleranz auf der Basis der relativen Wachstumsdepressionen der Wurzellänge im Vergleich zur Kontrolle, erstellt für 3 Salzangebote, deren Summe (Rf1) und die linearen Regressionskoeffizienten (Rf2). Außerdem sind die Summen der Rangfolgen, sowie die linearen Regressionskoeffizienten (b) dargestellt

			Rangfolgen						
			Salzangebot mM NaCl						
Nr.	Spezies	BGRC/Sorte	40	80	120	Summe	b	Rf1	Rf2
1	S.acaule spp.aemulans	17180	52	51	42	145	-0.937	47	59
2	S.alandiae	31187	47	26	50	123	-0.775	42	40
3	S. "	28491	58	56	48	162	-0.778	56	42
4	S.berthaultii	18548	28	23	20	71	-0.654	20	18
5	S. "	28033	36	37	41	114	-0.762	37	36
6	S. "	10063	48	48	38	134	-0.742	45	30
7	S.boliviense	7985	37	38	35	110	-0.745	35	32
8	S.brevicaule	28023	57	55	45	157	-0.763	54	37
9	S.canasense	8012	22	22	17	61	-0.637	18	16
10	S.cardiophyllum	10052	68	60	50	178	-0.772	61	39
11	S.chacoense	16979	1	1	1	3	-0.356	1	1
12	S. "	24577	9	14	10	33	-0.574	10	10
13	S. "	8030	44	42	33	119	-0.741	39	29
14	S.commersonii	17655	29	30	22	81	-0.670	25	20
15	S. "	17660	27	39	43	109	-0.794	34	45
16	S.demissum	53643	15	8	50	73	-0.819	22	51
17	S.fendleri	8088	13	49	50	112	-0.891	36	57
18	S.gourlayi	16837	5	4	4	13	-0.444	4	4
19	S. "	7180	33	35	27	95	-0.687	31	22
20	S. "	17338	62	65	50	177	-0.838	60	54
21	S.hannemanii	16843	17	19	14	50	-0.619	14	13
22	S. "	16840	38	31	50	119	-0.809	39	50
23	S.hawkesianum	16955	19	65	50	134	-0.937	45	59
24	S. "	16951	49	54	50	153	-0.825	52	53
25	S.incamayoense	17350	14	16	12	42	-0.584	12	11
26	S. "	16903	64	61	50	175	-0.806	59	48
27	S.infundibuliforme	24623	53	64	50	167	-0.843	57	55
28	S. "	16842	69	65	50	184	-0.750	63	33
29	S.kurtzianum	17585	20	20	16	56	-0.631	16	15
30	S. "	17576	34	36	28	98	-0.692	32	23
31	S.leptophyes	7184	30	33	24	87	-0.687	27	22
32	S. "	27211	42	41	32	115	-0.726	38	25
33	S.medians	18554	32	34	26	92	-0.692	29	23
34	S.megistacrolobum	27262	67	62	49	178	-0.781	61	44
35	S.microdontum spp.mic.	7197	11	15	11	37	-0.584	11	11
36	S.multidissectum	8145	51	47	23	121	-0.659	40	19
37	S.okadae	24720	50	50	40	140	-0.742	46	30
38	S. "	24719	21	7	50	78	-0.778	24	42
39	S.pampasense	8161	66	65	50	181	-0.821	62	52
40	S.phureja	50199	65	63	50	178	-0.808	61	49
41	S.raphanifolium	15446	56	57	47	160	-0.779	55	43

Fortsetzung nächste Seite

Fortsetzung Tab. 10:

42	S.sanctae-rosae	15454	18	21	15	54	-0.626	15	14
43	S. "	17569	55	52	39	146	-0.731	48	27
44	S.sparsipilum	24687	2	2	2	6	-0.370	2	2
45	S.spegazzinii	18326	4	5	5	14	-0.454	5	5
46	S. "	16929	45	45	34	124	-0.740	43	28
47	S.stenotomum	27165	59	58	36	153	-0.728	52	26
48	S.stenotomum	18478	23	10	50	83	-0.862	26	56
49	S.stoloniferum	7229	46	43	37	126	-0.743	44	31
50	S.sucrense	24695	61	44	50	155	-0.776	53	41
51	S. "	27290	26	27	19	72	-0.654	21	18
52	S.tarijense	24717	6	6	6	18	-0.484	6	6
53	S. "	17423	39	25	29	93	-0.671	30	21
54	S.tuberosum spp.andg.	28043	8	13	8	29	-0.555	8	8
55	S. " "	7463	10	12	9	31	-0.557	9	9
56	S.vernei	15451	3	3	3	9	-0.418	3	3
57	S. "	17536	40	11	50	101	-0.765	33	38
58	S.vidaurrei	16828	24	24	18	66	-0.643	19	17
59	S.tuberosum spp.tub.	Alpha	12	17	30	59	-0.726	17	25
60	S. " "	Culpa	35	65	50	150	-0.903	49	58
61	S. " "	Desirée	7	9	7	23	-0.537	7	7
62	S. " "	Diamant	63	59	50	172	-0.797	58	47
63	S. " "	Draga	54	53	44	151	-0.758	50	35
64	S. " "	Erntestolz	16	18	13	47	-0.609	13	12
65	S. " "	Hansa	43	29	50	122	-0.795	41	46
66	S. " "	Kennebec	60	46	46	152	-0.753	51	34
67	S. " "	Marfona	25	28	21	74	-0.670	23	20
68	S. " "	Roxy	41	40	31	112	-0.724	36	24
69	S. " "	Spunta	31	32	25	88	-0.687	28	22

22 (16 % der Genotypen) hinsichtlich der Anzahl der wurzelbildenden Nodien, 1 - 13, 19, 20, 28 und 45 (17 % der Genotypen) bezüglich der Wurzelanzahl und 1 - 6, 50 und 60 (12 % der Genotypen) hinsichtlich der Wurzellänge ein. In dieser Gruppe lassen sich z.B. die Genotypen Nr. 11, 12, 44 und 59 einordnen.

2. Gruppe: Dazu gehören die Genotypen, die die Wurzelbildung um 41 - 60 % reduzierten. In diese Gruppe sind die Rangfolgen 7 - 39 (49 % der Genotypen) bezüglich der Anzahl der wurzelbildenden Nodien, 14 - 35 (35 % der Genotypen) hinsichtlich der Wurzelanzahl und die Rangfolgen 8 - 19 (30 % der Genotypen) bezogen auf die Wurzellänge einzuordnen. Hierzu gehören z.B. die Genotypen Nr. 4, 21, 47 und 64.

3. Gruppe: Diese sind die Genotypen, die die Wurzelbildung um >61 % einstellten. Die dritte Gruppe entspricht den Rangfolgen 39 - 51 (35 % der Genotypen) in bezug auf die Anzahl der wurzelbildenden Nodien, 36 - 59 (40 % der Genotypen) hinsichtlich der Wurzelanzahl und den Rangfolgen 20 - 68 (58 % der Genotypen) bezüglich der Wurzellänge, z.B. den Genotypen Nr. 10, 20, 60 und 65. Der Genotyp Nr. 28 (*S. infundibuliforma* 16842) läßt sich hinsichtlich der Wurzelmerkmale nicht einordnen, da er schon bei der Kontrolle keine Wurzeln gebildet hatte.

4.2.5.3 Beziehungen der Klassifikation der Genotypen bezüglich der Regressionskoeffizienten beziehungsweise der Summe der Rangfolgen

Inwieweit die Klassifikation der Genotypen nach der Salztoleranz je nach Höhe des NaCl-Angebotes und dem Parameter unterschiedlich ist, wurde durch die Rangkorrelation hinsichtlich der beiden Basen geprüft. Wie aus Tabelle 11 hervorgeht, waren die Ränge in bezug auf die beiden Basen hinsichtlich der 7 Parameter hoch signifikant positiv korreliert, was auf die unterschiedliche Salztoleranz der Genotypen hindeutet.

Tab. 11: Korrelationen zwischen der Summe der Rangfolgen (Rf1) und der linearen Regressionskoeffizienten (Rf2) über die drei Salzangebote für 7 Parameter und 69 Genotypen

	Rf1						
Rf2	sproß-bild. Nodien	Sproß-länge	Blatt-zahl	Sproß-frisch-masse	wurzel-bild. Nodien	Wurzel-anzahl	Wurzel-länge
sproßbild. Nodien	0.87**	-	-	-	-	-	-
Sproßlänge	-	0.85**	-	-	-	-	-
Blattzahl	-	-	0.78**	-	-	-	-
Sproßfrischmasse	-	-	-	0.88**	-	-	-
wurzelbild. Nodien	-	-	-	-	0.77**	-	-
Wurzelanzahl	-	-	-	-	-	0.87**	-
Wurzellänge	-	-	-	-	-	-	0.83**

* signifikant bei 1%
** signifikant bei 0.1%

Tab. 12: Korrelationen zwischen den Sproß- und Wurzelmerkmalen der linearen Regressionskoeffizienten über drei Salzangebote für 69 Genotypen

	sproß-bild. Nodien	Sproß-länge	Blatt-zahl	Sproß-frisch-masse	wurzel-bild. Nodien	Wurzel-anzahl	Wurzel-länge
sproßbild. Nodien	-	0.83**	0.59**	0.79**	0.77**	0.77**	0.72**
Sproßlänge	-	-	0.63**	0.90**	0·82**	0.90**	0.88**
Blattzahl	-	-	-	0.60**	0.56**	0.55**	0.56**
Sproßfrischmasse	-	-	-	-	0.77**	0.84**	0.81**
wurzelbild. Nodien	-	-	-	-	-	0.85**	0.81**
Wurzelanzahl	-	-	-	-	-	-	0.90**
Wurzellänge	-	-	-	-	-	-	-

* signifikant bei 1%
** signifikant bei 0.1%

4.2.6 Beziehungen zwischen den Wachstumsmerkmalen zur Bestimmung der Salztoleranz

Die Beziehungen zwischen den untersuchten Parametern unter Einfluß des Salzangebotes wurden anhand der Rangfolgen der 69 Genotypen miteinander verglichen, wobei als Maß für die Toleranz die Regressionskoeffizienten der linearen Regressionen der Wachstumsparameter gegen das NaCl-Angebot dienten. Unter dem Einfluß des Salzangebotes waren die untersuchten Parameter miteinander hoch signifikant korreliert, wobei die Länge des Hauptsprosses mit der Frischmasse der Sprosse am höchsten korreliert war (r = 0,90**). Die Beziehungen zwischen der Blattzahl und den anderen Merkmalen war zwar signifikant, aber am niedrigsten (r = 0,55** - 0,63**). Außerdem war die Blattzahl aller Genotypen unter Salzstreß im Vergleich zu den anderen Merkmalen sehr unterschiedlich und vom Salzangebot am wenigsten beeinträchtigt, wobei sich die Genotypen geringfügig voneinander unterschieden (Tab. 12). Es gestaltete sich als sehr aufwendig, die Anzahl der Blätter bei der höchsten Salzbehandlung zu bestimmen. Die Blattformen und -größen veränderten sich bei dieser Salzbehandlung sehr stark (rudimentäre oder Schuppenblätter) und waren sogar manchmal miteinander verschmolzen. Deshalb kann die Blattzahl als Merkmal zur Bestimmung der Salztoleranz nicht eingesetzt werden.

Hinsichtlich der Beziehungen zwischen den Sproß- und den Wurzelmerkmalen waren die Sproßlänge und die Frischmasse der Sprosse mit der Wurzellänge und -anzahl und den wurzelbildenden Nodien hoch signifikant korreliert (r = 0,88**, 0,90** und 0,83** bzw. 0,81**, 0,84** und 0,77**). Es folgte daraus, daß die Salztoleranz der untersuchten Genotypen von der Fähigkeit der Pflanze abhängt, unter dem Einfluß des Salzangebotes längere Sprosse sowie längere und zahlreiche Wurzeln in vitro auszubilden. Es hatten jedoch einige Genotypen schon bei der Kontrolle keine bzw. eine sehr schlechte Wurzelbildung. Sie ließen sich deshalb hinsichtlich dieses Merkmals bei der Salztoleranzbestimmung nicht einordnen. Ein weiterer Nachteil bei der Verwendung der Wurzelmerkmale besteht darin, daß die Bestimmung der Wurzellänge und -anzahl sehr aufwendig sein kann, so daß ein solches Verfahren nur für eine begrenzte Anzahl von Versuchspflanzen anwendbar wird. Außerdem waren die Rangfolgen der Genotypen auf der Basis der relativen Wachstumsdepressionen gemessen an den beiden Parametern (Sproß-

länge und -frischmasse) bei jedem Salzangebot untereinander (bei einem Parameter) und miteinander hoch signifikant positiv korreliert (Tab. 13). Deshalb wurden nur die Sproßmerkmale "Sproßlänge und -trockenmasse" und die Nährstoffbestimmung zur Bestimmung der Salztoleranz in den weiteren Untersuchungen eingesetzt.

Tab. 13: Korrelationen zwischen den Rangfolgen der relativen Wachstumsdepressionen der Sproßlänge und -frischmasse bei 3 Salzangeboten und 69 Genotypen

	Salzangebot mM NaCl	Sproßlänge 40	80	120	Sproßfrischmasse 40	80	120
Sproßlänge	40	-	0.80**	0.67**	-	0.76**	0.74**
	80	-	-	0.75**	-	-	0.78**
	120	-	-	-	-	-	-
Sproßfrischmasse	40	0.78**	-	-	-	-	-
	80	-	0.84**	-	-	-	-
	120	-	-	0.93**	-	-	-

* signifikant bei 1%
** signifikant bei 0.1%

Aufgrund der Ergebnisse der Vorselektion wurden 15 Genotypen ausgewählt und ihre Salztoleranz weiter geprüft. Hinsichtlich der Sproßlänge und der Frischmasseproduktion bei der Vorselektion wurden sie wie folgt eingeordnet:

1. *Salztolerant*, dazu gehören die Genotypen Nr. 1 - 6 (Tab. 14)
2. *Mäßig tolerant* sind die Genotypen Nr. 7 - 11.
3. *Salzempfindlich* sind die Genotypen Nr. 12 - 15.

4.3 Zweiter in vitro Versuch (festes Nährmedium)

Bei diesem Versuch wurden dem Nährmedium zwei Wachstumshormone, 0,4 mg/l IES und 0,2 mg/l BAP (Tab. 2) zugesetzt, um eine kräftige Sproß- und Wurzelbildung zu erhalten (Mix, 1988, persönliche Mitteilung). Die Wirkung der verschiedenen Salzkonzentrationen auf die Wachstumsentwicklung sowie auf die Nährstoffgehalte der Pflanzenteile wird im folgenden dargestellt und besprochen. Die Tabellen 14 und 15 zeigen die absoluten Werte der beiden Paramter. Der Vergleich der Salztoleranz der Genotypen hinsichtlich der relati-

ven Werte ist in den Abbildungen 15 und 16 zu erkennen.

4.3.1 Länge des gebildeten Hauptsprosses

Wie aus Tabelle 14 hervorgeht, wurde das Längenwachstum der Sprosse durch die Salzbehandlung unterschiedlich stark beeinflußt. Bezüglich der relativen Werte zur Kontrolle = 100 (Abb. 15) wiesen die Genotypen Nr. 1 - 6 die geringste Hemmung des Sproßwachstums bei allen Salzkonzentrationen auf, und zwar um 8 - 18 % bei der 40 mM NaCl- und um 44 - 52 % bei der 120 mM NaCl-Behandlung. Dagegen erfuhren die Genotypen Nr. 13 - 15 den größten Rückgang des Längenwachstums (73 - 84 %), wobei sie bei der Behandlung 120 mM NaCl. Die Genotypen Nr. 7 - 12 zeigten mäßig verkürzte Sprosse bei steigendem Salzangebot. Allerdings fand bei den Genotypen Nr. 10 und 12 bei der höchsten Salzbehandlung (120 mM NaCl) kein Wachstum mehr statt. Dagegen zeigten die Genotypen Nr. 7 - 9 noch ein Längenwachstum von 41 - 23 %. Die Unterschiede zwischen den salztoleranten und den salzempfindlichen Genotypen waren signifikant.

4.3.2 Trockenmasse

Wird die Trockenmasse als Parameter für Salztoleranz herangezogen (Tab. 15), ist festzustellen, daß durch das Salzangebot die Trokkenmasse der 15 Genotypen signifikant negativ beeinflußt wurde. Hinsichtlich der relativen Werte (Abb. 16) zeigten die salzempfindlichen Genotypen Nr. 12 - 15 bei der niedrigen Salzkonzentration (40 mM NaCl) einen Trockenmasseverlust von 31 - 47 %, im Vergleich zu den toleranten Genotypen Nr. 1 - 6, die nur geringere Verluste von 4 - 16 % aufwiesen. Bei der Behandlung 80 mM NaCl erbrachten die zuletzt genannten Genotypen noch 75 - 87 % der Trokkenmasse, die bei der höchsten Salzkonzentration (120 mM NaCl) auf nur 60 - 71 % abgesunken war. Die Genotypen Nr. 10 und 11, die bis auf die Behandlung 80 mM NaCl einen mäßigen Verlust (30 %- 45 %) bezogen auf die Kontrolle zeigten, stellten ihr Wachstum ähnlich wie die Genotypen Nr. 12 - 15 bei der 120 mM NaCl-Behandlung ganz ein. Bei der höchsten Salzkonzentration (120 mM) erreichten die Genotypen Nr. 7 - 9 noch 55 - 58 % Trockenmasse.
Wird die Trockenmasseproduktion unter Salzstreß zugrunde gelegt, lassen sich die Genotypen Nr. 12 - 15 als salzempfindlich und die Genotypen Nr. 1 - 6 als salztolerant einordnen, während die Genotypen Nr. 7 - 11 eine Mittelstellung einnehmen.

Tab. 14: Einfluß des Salzangebotes auf die Länge des Hauptsprosses bei 15 Kartoffel-Genotypen im zweiten in vitro Versuch mit festem Nährmedium

Nr.	Spezies	BGRC/Sorte	Sproßlänge cm Salzangebot mM NaCl 0	40	80	120
1	S.chacoense	16979	0.9	0.8	0.7	0.5
2	S.sparsipilum	24687	1.4	1.2	1.0	0.7
3	S.vernei	15451	1.6	1.4	1.1	0.2
4	S.spegazzinii	18326	1.7	1.4	1.2	0.8
5	S.tarijense	24717	1.6	1.4	1.1	0.7
6	S.gourlayi	16837	1.0	0.8	0.6	0.4
7	S.tuberosum ssp.tub.	Desirée	1.0	0.8	0.6	0.4
8	S. " " andg.	28043	2.0	1.4	1.2	0.6
9	S. " "	7463	0.9	0.7	0.4	0.2
10	S.fendleri	8088	1.4	1.1	0.7	0.0
11	S.demissum	53643	0.8	0.6	0.4	0.0
12	S.hawkesianum	16955	2.3	1.5	0.9	0.0
13	S.alandiae	31187	1.7	1.1	0.2	0.0
14	S.stenotomum	18478	2.6	1.8	0.4	0.0
15	S.tuberosum ssp.tub.	Hansa	1.4	0.7	0.4	0.0
		$\bar{x}$	1.5	1.1	0.7	0.3

	GD (5%)	(1%)
Salzangebot	0.1	0.1
Wechselwirkung Salzangebot x Genotyp	0.2	0.3

Tab. 15: Einfluß des Salzangebotes auf die Trockenmasse der Sprosse bei 15 Kartoffel-Genotypen im zweiten in vitro Versuch mit festem Nährmedium

Nr.	Spezies	BGRC/Sorte	Trockenmasse mg Salzangebot mM NaCl 0	40	80	120
1	S.chacoense	16979	8.9	8.6	7.7	6.3
2	S.sparsipilum	24687	6.0	5.4	4.7	3.8
3	S.vernei	15451	6.9	6.2	5.6	4.6
4	S.spegazzinii	18326	12.4	10.9	9.6	7.8
5	S.tarijense	24717	8.4	7.2	6.4	5.3
6	S.gourlayi	16837	5.5	4.7	4.1	3.3
7	S.tuberosum ssp.tub.	Desirée	5.1	4.2	3.7	2.9
8	S. " " andg.	28043	17.5	13.2	12.3	9.7
9	S. " "	7463	10.0	8.4	7.4	5.7
10	S.fendleri	8088	4.5	3.5	3.1	0.0
11	S.demissum	53643	6.8	4.7	4.2	0.0
12	S.hawkesianum	16955	8.4	5.8	4.6	0.0
13	S.alandiae	31187	5.2	3.0	1.9	0.0
14	S.stenotomum	18478	16.1	8.9	5.9	0.0
15	S.tuberosum ssp.tub.	Hansa	4.2	2.2	1.5	0.0
		$\bar{x}$	8.4	6.5	5.5	3.3

	GD (5%)	(1%)
Salzangebot	0.1	0.2
Wechselwirkung Salzangebot x Genotyp	0.6	0.8

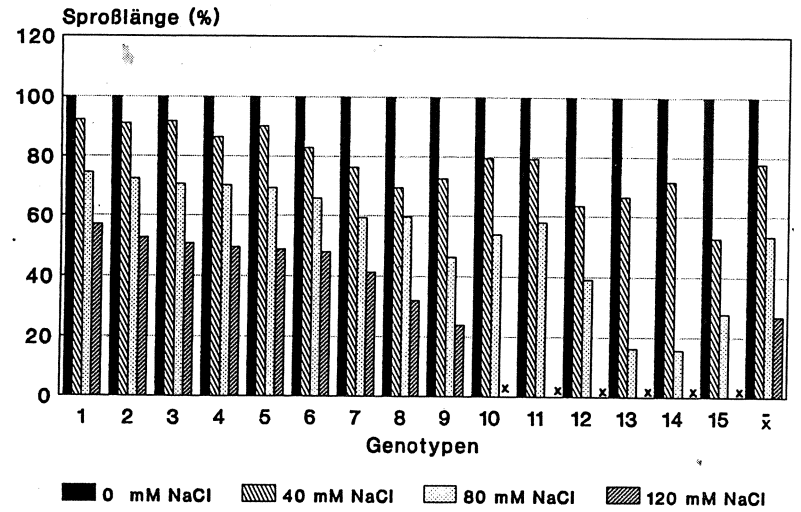


Abb. 15: Einfluß des Salzangebotes auf die Länge des gebildeten Hauptsprosses relativ zur Kontrolle ohne NaCl-Zufuhr bei 15 Kartoffel-Genotypen im zweiten in vitro Versuch mit festem Nährmedium, 1, 2,...,15 wie Abb.6, x abgestorbene Pflanzen

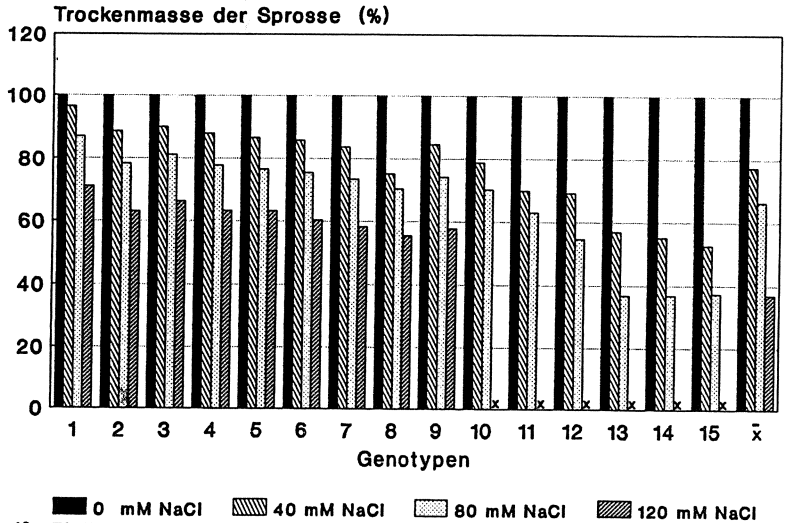


Abb. 16: Einfluß des Salzangebotes auf die Trockenmasse der Sprosse relativ zur Kontrolle ohne NaCl-Zufuhr bei 15 Kartoffel-Genotypen im zweiten in Vitro Versuch mit festem Nährmedium, 1, 2,...,15 wie Abb.6, x abgestorbene Pflanzen

4.3.3 Mineralstoffgehalt

a) Na^+-Gehalt

Die Na^+-Gehalte aller Genotypen nahmen sowohl in den Sprossen als auch in den Wurzeln mit dem Anstieg der Salzkonzentrationen im Nährboden zu (Abb. 17a & 17b). Im Sproß war die Zunahme bei den Genotypen Nr. 12 - 15, die als salzempfindlich bezeichnet wurden, stärker als bei den toleranten Nr. 1 - 6. Die Genotypen Nr. 7 - 11 zeigten bei Anstieg der Salzkonzentration nur eine mäßige Zunahme des Na^+-Gehaltes im Sproß. Bei der höchsten Salzbehandlung (120 mM NaCl) konnte bei den Genotypen Nr. 10 - 15 kein Natrium bestimmt werden, da kein Wachstum zu beobachten war.
In den Wurzeln konnte das umgekehrte Ergebnis ermittelt werden. Wie aus Abbildung 17b hervorgeht, zeigten die toleranten Genotypen Nr. 1 - 6 bei der 80 mM NaCl-Behandlung höhere Na^+-Gehalte in den Wurzeln als die empfindlichen Genotypen Nr. 12, 14 und 15. Der Genotyp Nr. 2 zeigte bei allen Salzbehandlungen den höchsten Na^+-Gehalt in den Wurzeln.

b) Cl^--Gehalt

Abbildungen 18a und 18b zeigen, daß mit Anstieg der Salzkonzentration im Nährboden der Cl^--Gehalt aller Genotypen in beiden Pflanzenteilen (Sproß und Wurzeln) sich erhöhte. Die Zunahme der Cl^-- und der Na^+-Gehalte war identisch. Die toleranten Genotypen Nr. 1 - 6 zeigten geringere Cl^--Gehalte im Sproß bei allen Salzbehandlungen als die empfindlichen Genotypen Nr. 12 - 15, wobei der Genotyp Nr. 2 den niedrigsten Cl^--Gehalt aufwies. Hinsichtlich des Cl^--Gehaltes nahmen die Genotypen Nr. 7 - 9 eine Mittelstellung ein. Bei allen Salzkonzentrationen zeigte die Sorte "Desirée" einen signifikant niedrigeren Cl^--Gehalt als die Sorte "Hansa".
In den Wurzeln dagegen (Abb. 18b) zeigten die Genotypen Nr. 1 - 6 bei allen Salzkonzentrationen die höheren Cl^--Gehalte im Vergleich zu den empfindlichen Nr. 12 - 15, wobei die Genotypen Nr. 2 und 4 über 150 % mehr Chlorid als die Genotypen Nr. 14 und 15 aufwiesen. Die Genotypen Nr. 7 - 12, außer Nr. 10, zeigten einen mittleren Cl^--Gehalt, der bei der Behandlung mit 80 mM NaCl signifikant höher als bei den Genotypen Nr. 14 und 15 lag. Bei der höchsten Salzkonzentration konnte bei den Genotypen Nr. 10 - 15 kein Chlorid im Sproß und in den Wurzeln ermittelt werden, da sie das Wachstum ganz eingestellt hatten.

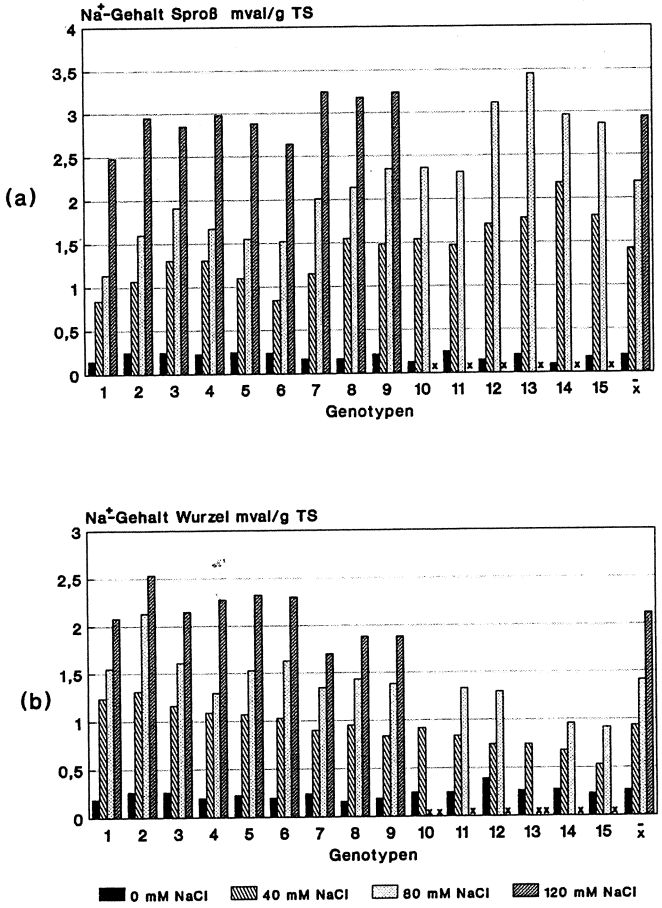


Abb.17a&b: Einfluß des Salzangebotes auf den Na^+-Gehalt des Sprosses (a) und der Wurzel (b) bei 15 Kartoffel-Genotypen im zweiten in vitro Versuch mit festem Nährmedium, 1,2,...,15 wie Abb.6, x abgestorbene Pflanzen bzw. keine gebildete Wurzel

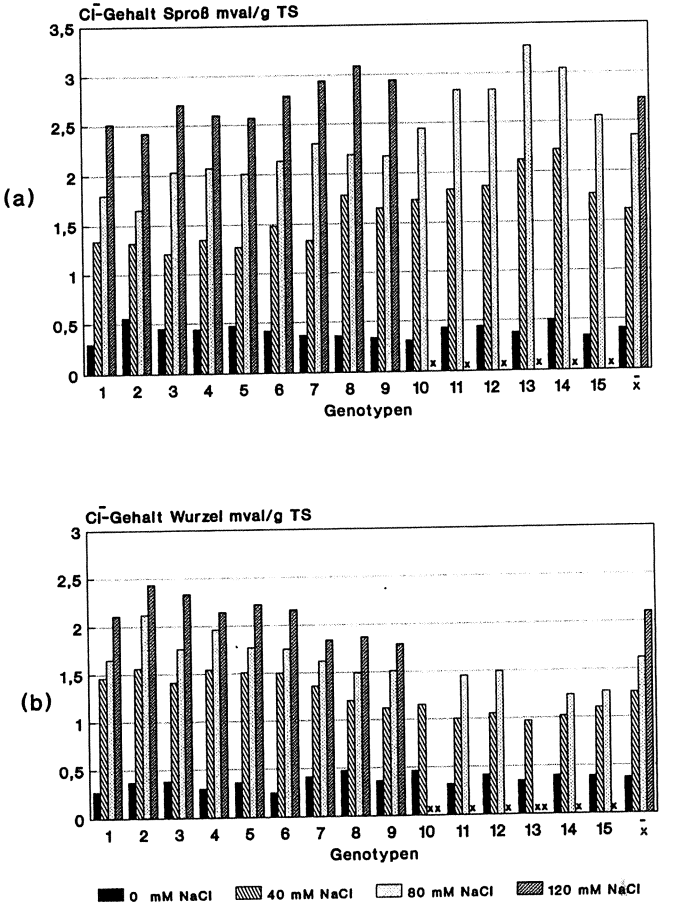


Abb.18a&b: Einfluß des Salzangebotes auf den Cl^--Gehalt des Sprosses (a) und der Wurzel (b) bei 15 Kartoffel-Genotypen im zweiten in vitro Versuch mit festem Nährmedium, 1,2,...,15 wie Abb.6, x abgestorbene Pflanzen bzw. keine gebildete Wurzel

c) K^+-Gehalt

Wie aus Abbildung 19a ersichtlich wird, führte eine Steigerung der Salzkonzentration im Nährboden bei allen Genotypen zur Abnahme des K^+-Gehaltes im Sproß. Je höher das Salzangebot war, um so stärker war die Abnahme des Kaliums. Bei der Kontrolle zeigten die Genotypen Nr. 4, 5, 8 und 14 hohe K^+-Gehalte, wogegen die Genotypen Nr. 1 und 11 niedrige K^+-Gehalte aufwiesen. Beim Anstieg der Salzkonzentrationen im Nährboden nahm der K^+-Gehalt der Genotypen Nr. 13 - 15 im Vergleich zu den anderen Genotypen stärker ab. Allerdings unterschieden sich die K^+-Gehalte der Genotypen Nr. 12 und 14 bei der 80 mM NaCl-Behandlung von denen der Genotypen Nr. 7, 9 und 10 nur geringfügig. Bei der höchsten Salzkonzentration (120 mM NaCl) konnten die K^+-Gehalte der Genotypen Nr. 10 - 15 nicht bestimmt werden, da sie bei dieser Salzbehandlung bereits abgestorben waren. Im Gegensatz dazu zeigten die Genotypen Nr. 2 - 6 bei allen Salzbehandlungen signifikant höhere K^+-Gehalte.

In den Wurzeln (Abb. 19b) nahm der K^+-Gehalt aller Genotypen mit dem Anstieg der Salzkonzentration im Nährboden ebenso ab. Im Vergleich zum Sproß zeigten die toleranten Genotypen Nr. 1 - 6 einen niedrigeren K^+-Gehalt in den Wurzeln bei der Behandlung 80 mM NaCl als die empfindlichen Genotypen Nr. 14 und 15, jedoch wies der empfindliche Genotyp Nr. 12 einen ähnlichen K^+-Gehalt (0,63 mval) wie der tolerante Genotyp Nr. 2 (0,59 mval) auf. Bei der niedrigen Salzkonzentration (40 mM NaCl) zeigte der Genotyp Nr. 2 schon den niedrigsten K^+-Gehalt im Vergleich zu den restlichen Genotypen. Die Genotypen Nr. 8 - 11 hatten mittlere K^+-Gehalte. Allerdings konnten die K^+-Gehalte der Genotypen Nr. 11 und 13 bei der mittleren Salzkonzentration (80 mM NaCl) nicht bestimmt werden, da beide Genotypen keine Wurzeln bei dieser Behandlung ausbildeten.

d) Ca^{2+}-Gehalt

Abbildungen 20a und 20b zeigen, daß der Ca^{2+}-Gehalt bei allen Genotypen sowohl im Sproß als auch in den Wurzeln mit dem Anstieg der Salzkonzentration im Nährboden abnahm. Im Sproß war der Ca^{2+}-Gehalt unter Salzstreß bei den toleranten Genotypen Nr. 1 - 6 bei allen Salzbehandlungen bedeutend niedriger als bei den empfindlichen Genotypen Nr. 12 - 15. Die Ca^{2+}-Gehalte der toleranten Genotypen Nr. 1 - 6, außer dem Genotyp Nr. 2, der besonders bei

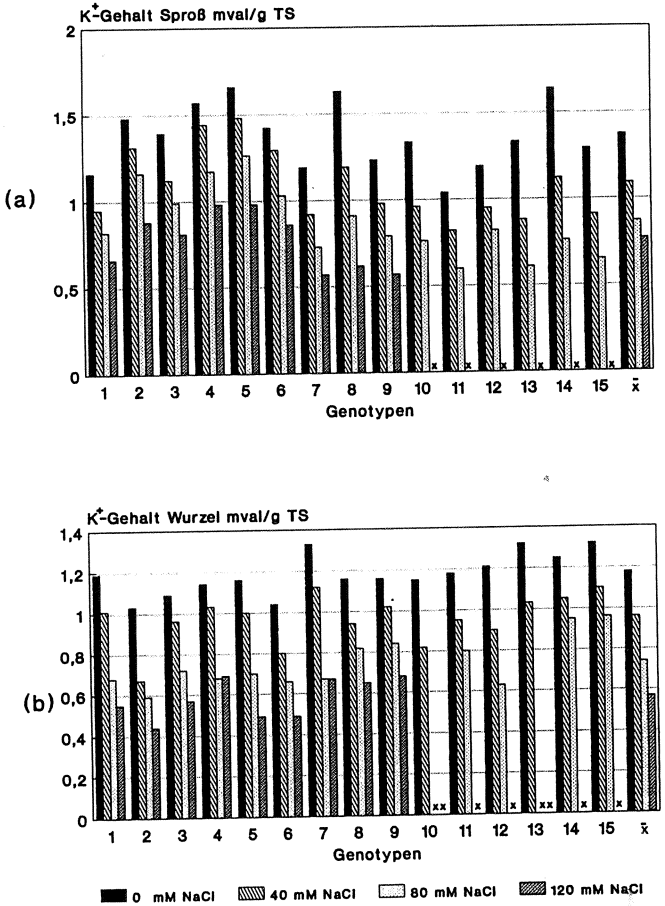


Abb.19a&b: Einfluß des Salzangebotes auf den K^+-Gehalt des Sprosses (a) und der Wurzel (b) bei 15 Kartoffel-Genotypen im zweiten in vitro Versuch mit festem Nährmedium, 1,2,....,15 wie Abb.6, x abgestorbene Pflanzen bzw. keine gebildete Wurzel

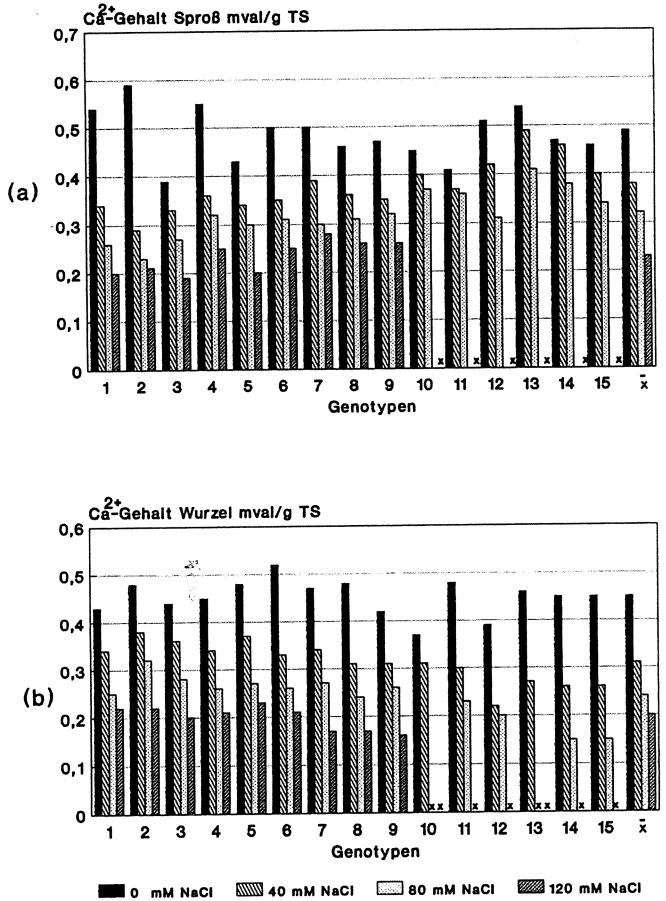


Abb.20a&b: Einfluß des Salzangebotes auf den Ca^{2+}-Gehalt des Sprosses (a) und der Wurzel (b) bei 15 Kartoffel-Genotypen im zweiten in vitro Versuch mit festem Nährmedium, 1,2,...,15 wie Abb.6, x abgestorbene Pflanzen bzw. keine gebildete Wurzel

der niedrigsten Salzkonzentration (40 mM NaCl) die größte Abnahme des Ca^{2+}-Gehaltes zeigte, unterschieden sich bei allen Salzbehandlungen von denen der Genotypen Nr. 7 - 11 nur geringfügig. Hinsichtlich des Ca^{2+}-Gehaltes in den Wurzeln konnte genau das umgekehrte Ergebnis ermittelt werden (Abb. 20b), wobei die empfindlichen Genotypen Nr. 12 - 15 bei allen Salzbehandlungen weniger Ca^{2+} enthielten als die restlichen Genotypen.

4.4 Dritter in vitro Versuch (flüssiges Nährmedium)

In diesem Versuch wurde $MnSo_4 \cdot 4H_20$, H_3B0_3 und $ZnSo_4 \cdot 7H_20$ auf 10 % reduziert und Sequestren statt $FeSo_4 \cdot 7H_20$ und Na_2EDTA (Tab. 2) verwendet, da beim zweiten in vitro Versuch bei allen Salzbehandlungen und der Kontrolle manganinduzierte Eisenmangelsymptome auftraten (Horst, 1989, persönliche Mitteilung). Außerdem wurde dem Nährmedium kein Agar und keine Wachstumshormone zugesetzt. Nach einer 6-wöchigen Kultur sollte noch einmal die Salztoleranz der 15 Genotypen bei den Salzkonzentrationen 40, 80 und 120 mM überprüft werden. Generell wurde beobachtet, daß das Wachstum der meisten untersuchten Genotypen bei allen Salzbehandlungen besser als beim zweiten in vitro Vesuch (fester Nährboden) war.

4.4.1 Länge des gebildeten Hauptsprosses

Wie aus Tabelle 16 (abolute Werte) ersichtlich wird, zeigten alle untersuchten Genotypen ein besseres Sproßwachstum als im zweiten in vitro Versuch. Eine Steigerung der NaCl-Versalzung wirkte sich auf die Länge des gebildeten Hauptsprosses stark negativ aus (Abb. 21). Bei der Behandlung 80 mM NaCl wurde der Sproß um wenigstens 35 % (Genotyp Nr. 1) und maximal um 81 % (Genotyp Nr. 14) verkürzt (Abb. 21). Die empfindlichen Genotypen Nr. 12 - 15 zeigten bei dieser Salzkonzentration (80 mM NaCl) die größte Abnahme der Sproßlänge (um 74 - 82 %). Obwohl der Genotyp Nr. 8 bei allen Salzkonzentrationen den längsten Hauptsproß bildete, war der Genotyp Nr. 1 im Vergleich zur Kontrolle (= 100) am wenigsten durch die Salzbehandlung beeinträchtigt. Die Genotypen Nr. 10 und 11, die bei der 40 mM NaCl-Salzkonzentration eine mittlere Abnahme der Sproßlänge zeigten, stellten jedoch das Sproßwachstum bei der höchsten Salzbehandlung (120 mM NaCl) wie die empfindlichen Genotypen Nr. 12 - 15 ganz ein. Die Genotypen Nr. 7 - 9, die bei der niedrigen Salzkonzentration (40 mM NaCl) auch eine mittlere Ver-

kürzung des Sprosses aufwiesen, konnten wie die toleranten Genotypen Nr. 1 - 6 die Behandlung 120 mM NaCl überleben. Bei dieser Salzkonzentration (120 mM NaCl) konnten die toleranten Genotypen Nr. 1 - 6 noch 42 - 50 % der Sproßlänge im Vergleich zur Kontrolle erreichen.

4.4.2 Trockenmasse

Die auf Nährlösung gewonnene Trockenmasse (Tab. 17) der meisten Genotypen lag bei allen Salzkonzentrationen im Vergleich zum festen Nährboden höher. Allerdings war bei allen Genotypen zu beobachten, daß mit einer Erhöhung der Salzkonzentration in der Nährlösung eine Abnahme der Trockenmasse zu verzeichnen war. Von den untersuchten Genotypen bildete der Genotyp Nr. 1 bei allen Salzbehandlungen mit Abstand die höchste Trockenmasse. Die geringste Trockenmassebildung war bei den Genotypen Nr. 14 und 15, und hier bereits bei der 40 mM NaCl-Konzentration, zu beobachten. Bei der mittleren Salzbehandlung (80 mM NaCl) zeigten die Genotypen Nr. 2 - 6 ähnlich geringe Trockenmasseverluste (um 40 - 45 %) (Abb. 22). Die empfindlichen Genotypen Nr. 12 - 15 wiesen dagegen die höchsten Trockenmasseverluste auf (um 70 - 79 %). Hinsichtlich der Abnahme der Trockenmasse bei dieser Salzbehandlung (80 mM NaCl) nahmen die Genotypen Nr. 7 - 11 mit dem geringsten Unterschied (um 52 - 59 %) eine Mittelstellung ein. Allerdings stellten die Genotypen Nr. 10 und 11 das Wachstum und damit die Trockenmassebildung ähnlich wie die empfindlichen Genotypen Nr. 12 - 15 bei der höchsten Salzkonzentration (120 mM NaCl) ganz ein. Von den Genotypen, die noch befähigt waren, unter dem höchsten Salzstreß (120 mM NaCl) zu wachsen, wiesen die Genotypen Nr. 1 - 6 immer noch 46 - 57 % der Trockenmasse bezogen auf die Kontrolle = 100 auf und zeigten sogar einen großen Abstand zu den Genotypen Nr. 7 - 9, die nur 27 - 37 % der Trockenmasse hatten.

4.4.3 Mineralstoffgehalt

a) Na^+-Gehalt

In diesem Versuch zeigten alle Genotypen bei allen Salzbehandlungen und besonders bei der Kontrolle im Vergleich zum zweiten in vitro Versuch (fester Nährboden) niedrigere Na^+-Gehalte (Abb. 23a & 23b). Die Na^+-Gehalte wurden bei allen Genotypen sowohl im Sproß als auch in den Wurzeln durch das Salzangebot stark erhöht.

Tab. 16: Einfluß des Salzangebotes auf die Länge des Hauptsprosses bei 15 Kartoffel-Genotypen im dritten in vitro Versuch mit flüssigem Nährmedium

Nr.	Spezies	BGRC/Sorte	Sproßlänge cm Salzangebot mM NaCl 0	40	80	120
1	S.chacoense	16979	3.9	3.6	2.6	2.0
2	S.sparsipilum	24687	4.9	4.0	3.2	2.4
3	S.vernei	15451	6.4	4.7	3.8	3.0
4	S.spegazzinii	18326	7.2	5.5	3.5	3.1
5	S.tarijense	24717	6.6	5.3	3.8	3.2
6	S.gourlayi	16837	3.9	2.8	2.3	1.6
7	S.tuberosum ssp.tub.	Desirée	5.5	3.8	2.7	2.1
8	S. " " andg.	28043	8.8	5.9	4.0	3.2
9	S. " " "	7463	3.6	2.4	1.6	1.2
10	S.fendleri	8088	3.4	2.1	1.2	0.0
11	S.demissum	53643	4.3	2.6	1.4	0.0
12	S.hawkesianum	16955	7.2	3.5	1.6	0.0
13	S.alandiae	31187	6.9	2.9	1.7	0.0
14	S.stenotomum	18478	3.5	1.7	0.6	0.0
15	S.tuberosum ssp.tub.	Hansa	5.4	1.3	1.0	0.0
		$\bar{x}$	5.4	3.5	2.3	2.4

	GD (5%)	(1%)
Salzangebot	0.1	0.1
Wechselwirkung Salzangebot x Genotyp	0.2	0.3

Tab. 17: Einfluß des Salzangebotes auf die Trockenmasse der Sprosse bei 15 Kartoffel-Genotypen im dritten in vitro Versuch mit flüssigem Nährmedium

Nr.	Spezies	BGRC/Sorte	Trockenmasse mg Salzangebot mM NaCl 0	40	80	120
1	S.chacoense	16979	20.6	20.1	16.1	11.7
2	S.sparsipilum	24687	14.4	11.7	9.3	7.7
3	S.venei	15451	20.9	17.1	12.9	9.6
4	S.spegazzinii	18326	15.8	14.6	10.1	8.5
5	S.tarijense	24717	14.1	12.3	8.7	6.7
6	S.gourlayi	16837	10.9	8.7	6.5	4.7
7	S.tuberosum ssp.tub.	Desirée	13.7	10.3	6.4	5.1
8	S. " " andg.	28043	22.0	16.6	10.5	5.7
9	S. " "	7463	9.9	7.1	4.8	3.4
10	S.fendleri	8088	11.9	7.8	4.9	0.0
11	S.demissum	53643	12.0	7.6	5.7	0.0
12	S.hawkesianum	16955	14.7	7.6	4.8	0.0
13	S.alandiae	31187	14.1	7.0	3.0	0.0
14	S.stenotomum	18478	18.5	7.9	5.6	0.0
15	S.tuberosum ssp.tub.	Hansa	18.7	6.0	4.5	0.0
		$\bar{x}$	15.5	10.8	7.6	4.2

	GD (5%)	(1%)
Salzangebot	0.3	0.5
Wechselwirkung Salzangebot x Genotyp	1.4	1.9

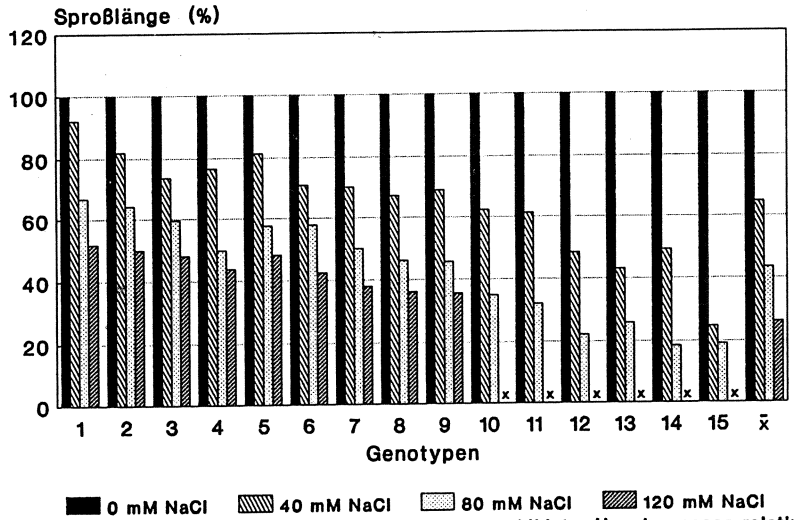


Abb.21: Einfluß des Salzangebotes auf die Länge des gebildeten Hauptsprosses relativ zur Kontrolle ohne NaCl-Zufuhr bei 15 Kartoffel-Genotypen im dritten in vitro Versuch mit flüssigem Nährmedium, 1,2,...,15 wie Abb.6, x abgestorbene Pflanzen

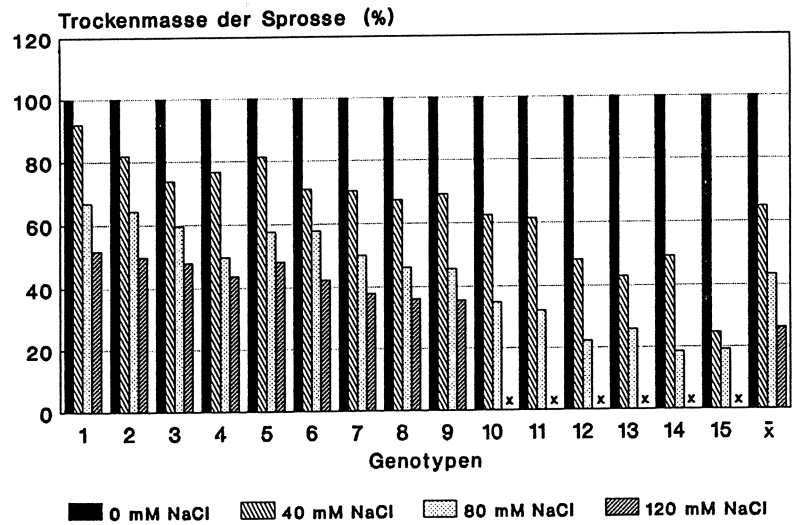


Abb.22: Einfluß des Salzangebotes auf die Trockenmasse der Sprosse relativ zur Kontrolle ohne NaCl-Zufuhr bei 15 Kartoffel-Genotypen im dritten in vitro Versuch mit flüssigem Nährmedium, 1,2,...,15 wie Abb.6, x abgestorbene Pflanzen

Auffallend dabei war, daß der Na^+-Gehalt im Sproß bei den toleranten Genotypen Nr. 1 - 6 viel niedriger (um 40 bzw. 28 % niedriger bei 40 bzw. 80 mM NaCl) lag als bei den empfindlichen Genotypen Nr. 12 - 15. Die Genotypen Nr. 7 - 11 nahmen bei den niedrigen und mittleren Salzbehandlungen (40 bzw. 80 mM NaCl) bezüglich des Na^+-Gehaltes mit geringem Unterschied eine Mittelstellung ein. Allerdings konnte sowohl bei den Genotypen Nr. 10 und 11, als auch bei den empfindlichen Genotypen Nr. 12 - 15 kein Natrium im Sproß und in den Wurzeln bei der höchsten Salzbehandlung (120 mM NaCl) bestimmt werden, da bei dieser Salzkonzentration kein Wachstum mehr stattfand.
In den Wurzeln dagegen (Abb. 23b) zeigten die toleranten Genotypen Nr. 1 - 6 bei der Behandlung 40 mM bzw. 80 mM NaCl fast doppelt so hohe Na^+-Gehalte wie die empfindlichen Genotypen Nr. 12 - 15, während die Genotypen Nr. 7 - 11 im Mittel liegende Na^+-Gehalte aufwiesen.

b) Cl^--Gehalt

Wie aus den Abbildungen 24a und 24b hervorgeht, nahm der Cl^--Gehalt sowohl im Sproß als auch in den Wurzeln aller Genotypen bei Salzbehandlung zu. Die Cl^--Gehalte aller Genotypen spiegelten die im zweiten in vitro Versuch durch die Salzkonzentrationen bewirkten deutlichen Unterschiede in der Cl^--Aufnahme ebenfalls wider. Die toleranten Genotypen Nr. 1 - 6 wiesen bei allen Salzbehandlungen niedrigere Cl^--Gehalte (14 - 25 % niedriger) auf als die empfindlichen Genotypen Nr. 12 - 15. Hinsichtlich des Cl^--Gehaltes nahmen die Genotypen Nr. 7 - 11 eine Mittelstellung ein, jedoch ohne große Unterschiede zu den empfindlichen Genotypen (Nr. 12 - 15) bei der mittleren Salzbehandlung (80 mM NaCl).
In den Wurzeln (Abb. 24b) lagen umgekehrte Verhältnisse vor, wobei die toleranten Genotypen Nr.1 - 6 höhere (35 - 41 % höher) Cl^--Gehalte als die empfindlichen Genotypen Nr. 12 - 15 aufwiesen. Allerdings unterschieden sich die Cl^--Gehalte der Genotypen Nr. 7 - 11 kaum von denen der empfindlichen Genotypen Nr. 12 - 15.

c) K^+-Gehalt

Die K^+-Gehalte (Abb. 25a & 25b) nahmen bei allen Genotypen durch die Salzbehandlung sowohl im Sproß als auch in den Wurzeln stark ab. Im Sproß sank der K^+-Gehalt bei den empfindlichen Genotypen

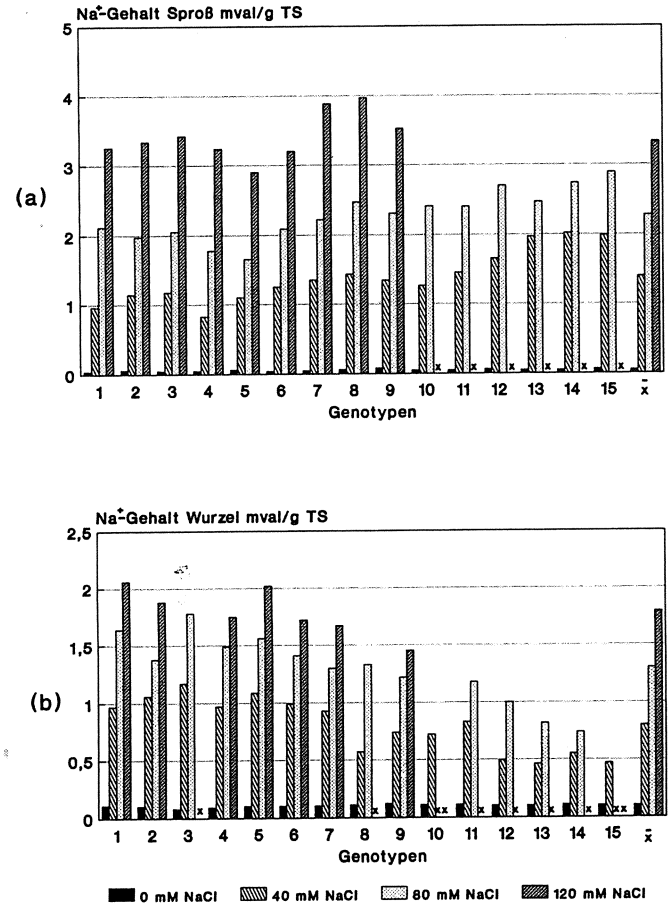


Abb.23a&b: Einfluß des Salzangebotes auf den Na^+-Gehalt des Sprosses (a) und der Wurzel (b) bei 15 Kartoffel-Genotypen im dritten in vitro Versuch mit flüssigen Nährmedium, 1,2,...15 wie Abb.6, x abgestorbene Pflanzen bzw. keine gebildete Wurzel

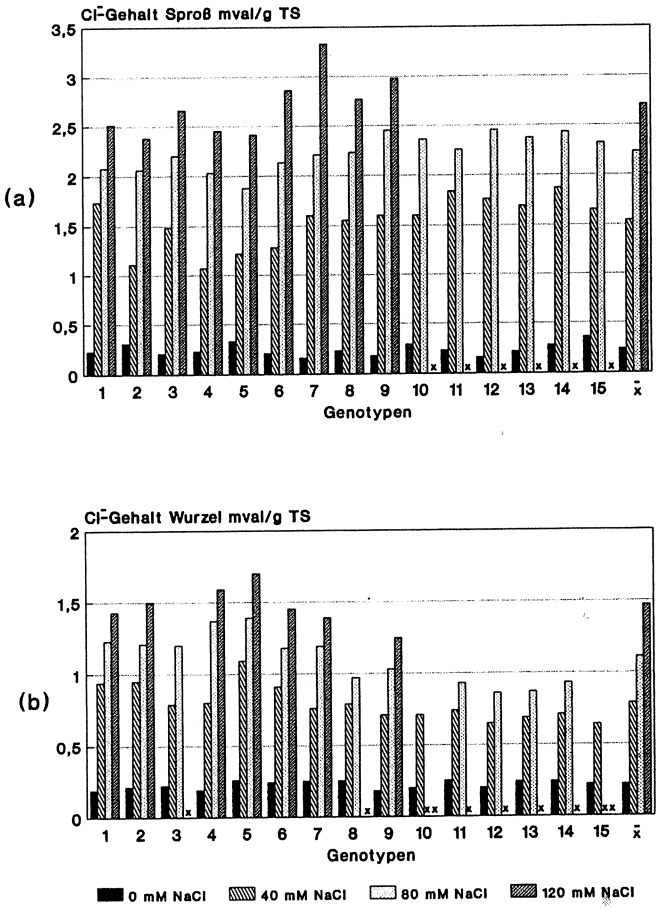


Abb.24a&b: Einfluß des Salzangebotes auf den Cl^--Gehalt des Sprosses (a) und der Wurzel (b) bei 15 Kartoffel-Genotypen im dritten in vitro Versuch mit flüssigen Nährmedium, 1,2,...15 wie Abb.6, x abgestorbene Pflanzen bzw. keine gebildete Wurzel

Nr. 12 - 15 nach der Behandlung 40 mM beziehungsweise 80 mM NaCl auf 34 - 84 % bezogen auf die Kontrolle ab. Bei den toleranten Genotypen Nr. 1 - 6 dagegen sank er nur auf 68 - 77 % ab. Jedoch zeigte der Genotyp Nr. 6 insgesamt niedrigere K^+-Gehalte. Die Genotypen Nr. 7 - 10 hatten ohne erhebliche Unterschiede zu den empfindlichen Genotypen mäßig reduzierte K^+-Gehalte.
In den Wurzeln (Abb. 25b) erniedrigte sich der K^+-Gehalt im Gegensatz zum Sproß bei den toleranten Genotypen Nr. 1 - 6 stärker (um 35 - 56 %) als bei den empfindlichen Genotypen (um 5 - 36 %). Bei den Genotypen Nr. 7 - 11 sank der K^+-Gehalt bei den Behandlungen 40 und 80 mM NaCl um 16 - 54 %.

d) Ca^{2+}-Gehalt
Durch die Salzbehandlung verringerte sich der Ca^{2+}-Gehalt (Abb. 26a & 26b) bei allen 15 Genotypen in beiden Pflanzenteilen Sproß und Wurzeln. Der Vergleich der Genotypen unter Salzstreß zeigte, daß sich bei den empfindlichen Genotypen Nr.12 - 15 eine geringere Abnahme (um 9 - 39 %) des Ca^{2+}-Gehaltes im Sproß als bei den toleranten Nr. 1 - 6 (um 40 - 65 % verringert) ergab.
In den Wurzeln (Abb. 26b) wurde genau das umgekehrte Ergebnis ermittelt. Bei den empfindlichen Genotypen Nr. 12 - 15 nahm der Ca^{2+}-Gehalt um 20 - 44 % im Vergleich zu den toleranten Genotypen Nr. 1 - 6, außer 5 (um 12 - 39 %) ab. Die Genotypen Nr. 7 - 11 zeigten mittelmäßige Einbußen am Ca^{2+}-Gehalt sowohl im Sproß als auch in den Wurzeln (um 18 - 45 %).

4.5 Beziehungen zwischen dem zweiten und dritten in vitro Versuch
Beim dritten in vitro Versuch zeigten die meisten Genotypen ein besseres Sproßwachstum (Sproßlänge und Trockenmasseproduktion) als beim zweiten in vitro Versuch. Außerdem, wie im Verlaufe des Versuches beobachtet wurde, war die Wurzelbildung beim zweiten in vitro Versuch besser. Jedoch spiegelte sich das Verhalten aller Genotypen unter dem Salzstreß des zweiten in vitro Versuches hinsichtlich der untersuchten Parameter im dritten in vitro Versuch ähnlich wider (Tab. 18). Die Korrelation zwischen den beiden in vitro Versuchen hinsichtlich der beiden Wachstumsmerkmale (Sproßlänge und -trockenmasse) in Prozent von der Kontrolle bei den 15 Genotypen und über alle Salzkonzentrationen war hoch signifikant. Bezüglich des Nährstoffgehaltes (Tab. 19) war die Akkumulation der

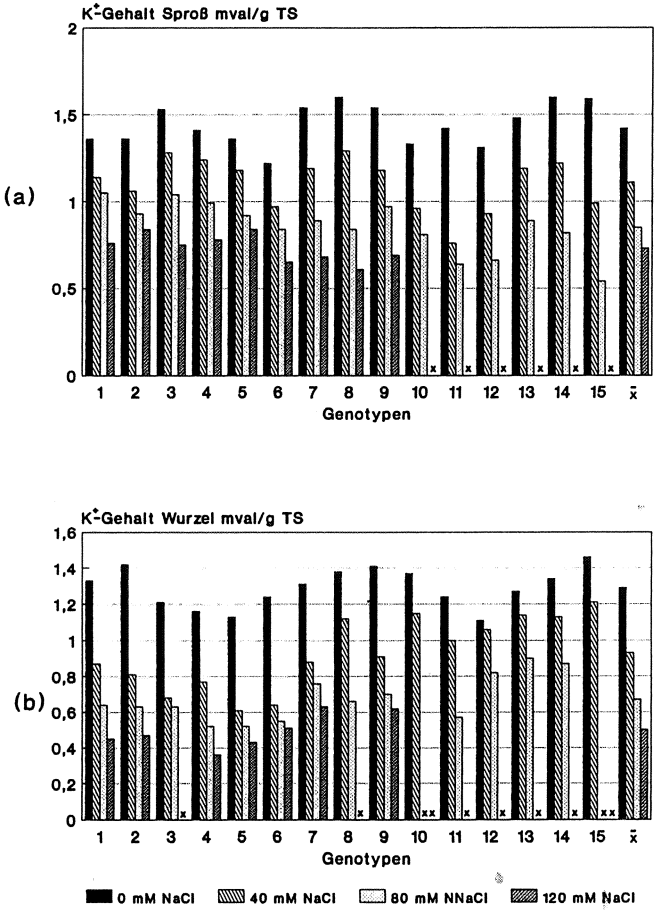


Abb.25a&b: Einfluß des Salzangebotes auf den K^+-Gehalt des Sprosses (a) und der Wurzel (b) bei 15 Kartoffel-Genotypen im dritten in vitro Versuch mit flüssigen Nährmedium, 1,2,...15 wie Abb.6, x abgestorbene Pflanzen bzw. keine gebildete Wurzel

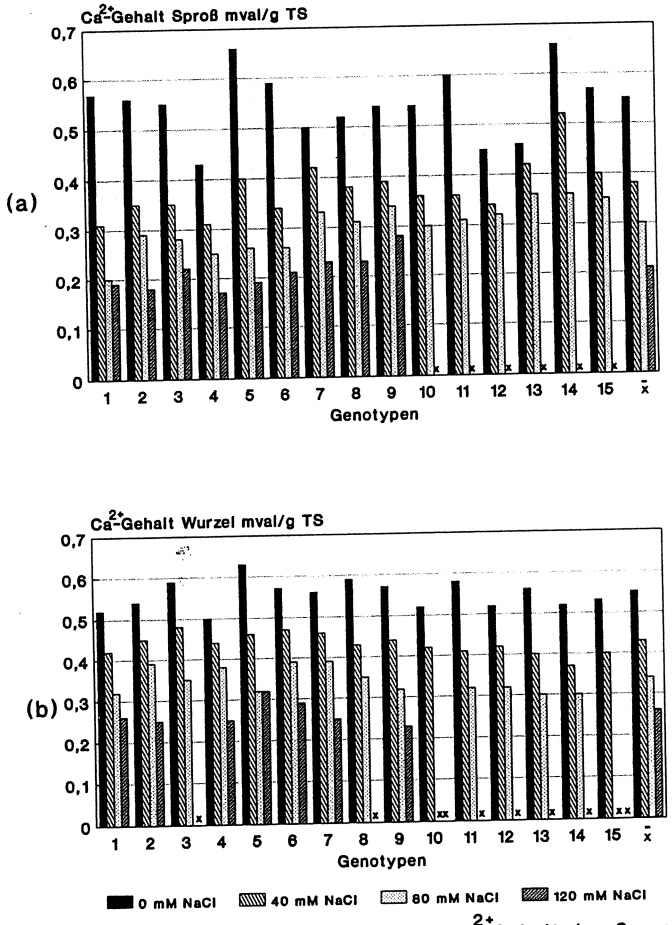


Abb.26a&b: Einfluß des Salzangebotes auf den Ca^{2+}-Gehalt des Sprosses (a) und der Wurzel (b) bei 15 Kartoffel-Genotypen im dritten in vitro Versuch mit flüssigen Nährmedium, 1,2,...15 wie Abb.6, x abgestorbene Pflanzen bzw. keine gebildete Wurzel

Salzionen (Na^+, Cl^-, K^+ bzw. Ca^{2+}) sowohl im Sproß als auch in den Wurzeln beider Versuche, besonders des Natriums mit dem Chlorid, hoch korreliert (r = 0,85** bzw. 0,87** im Sproß; r = 0,70** bzw. 0,81** in den Wurzeln). Eine Ausnahme bildeten die Ca^{2+}-Gehalte der Wurzeln, die nicht miteinander korreliert waren (r = 0,40).

Tab. 18: Korrelationen zwischen den festen und flüssigen Nährmedien in Hinblick auf die Sproßlänge und die Trockenmasse der 15 Kartoffel-Genotypen relativ zur Kontrolle bei den drei Salzangeboten

	2. in vitro Versuch (festes Nährmedium)		
	Merkmal	Sproßlänge	Sproßtrockenmasse
3. in vitro Versuch (flüssiges Nährmedium)	Sproßlänge	0.95**	0.94**
	Sproßtrockenmasse	0.96**	0.95**

n = 39

* signifikant bei 1 %
** signifikant bei 0.1 %

4.6 Beziehungen zwischen den Mineralstoffgehalten der Pflanze und der Salztoleranz in vitro

Tabelle 20 gibt die Beziehungen zwischen den Mineralstoffkonzentrationen im Sproß und in den Wurzeln und dem Wachstum in Prozent von der Kontrolle über alle Salzkonzentrationen wieder. Das Wachstum der Pflanze (Sproßlänge und -trockenmasse) bzw. die Salztoleranz war in den beiden in vitro Versuchen (zweiter und dritter) von der Fähigkeit der Pflanze abhängig, unter hohem Salzangebot weniger Na^+ und Cl^- im Sproß zu akkumulieren. In den Wurzeln bestand hingegen keine Korrelation zwischen den Na^+-, K^+- und Cl^--Gehalten und der Salztoleranz (Tab. 20). Im Unterschied zum Sproß war ein hoher Ca^{2+}-Gehalt in den Wurzeln offenbar Voraussetzung für Salztoleranz.

Tab. 19: Korrelationen zwischen den Mineralstoffgehalten der Sprosse und der Wurzeln der 15 Kartoffel-Genotypen im zweiten und dritten in vitro Versuch (festes und flüssiges Nährmedium) über die drei Salzangebote

3. in vitro Versuch		2. in vitro Versuch							
		Sproß				Wurzeln			
	Mineralstoffe	Na^+	Cl^-	K^+	Ca^{2+}	Na^+	Cl^-	K^+	Ca^{2+}
Sproß n=39	Na^+	0.85**	-	-	-	-	-	-	-
	Cl^-	-	0.87**	-	-	-	-	-	-
	K^+	-	-	0.58**	-	-	-	-	-
	Ca^{2+}	-	-	-	0.85**	-	-	-	-
Wurzeln n=37	Na^+	-	-	-	-	0.70**	-	-	-
	Cl^-	-	-	-	-	-	0.81**	-	-
	K^+	-	-	-	-	-	-	0.66**	-
	Ca^{2+}	-	-	-	-	-	-	-	0.40

* signifikant bei 1%
** signifikant bei 0.1%

Tab. 20: Korrelationen zwischen den Wachstumsparametern (Sproßlänge und die Trockenmasse relativ zur Kontrolle) und den Mineralstoffgehalten der Sprosse und Wurzeln der 15 Kartoffel-Genotypen über drei Salzangebote im zweiten und dritten im vitro Versuch

		2. in vitro Versuch (festes Nährmedium)		3. in vitro Versuch (flüssiges Nährmedium)	
Mineralstoffe		Sproßlänge	Sproß-trockenmasse	Sproßlänge	Sproß-trockenmasse
Sproß n = 39	Na^+	-0.91**	-0.82**	-0.67**	-0.73**
	Cl^-	-0.91**	-0.82**	-0.67**	-0.73**
	K^+	0.74**	0.62**	0.69**	0.70**
	Ca^{2+}	0.20	-0.07	0.10	0.09
Wurzel n = 37	Na^+	-0.32	-0.07	-0.02	-0.03
	Cl^-	-0.24	0.02	-0.11	-0.14
	K^+	0.34	0.12	0.05	0.03
	Ca^{2+}	0.90**	0.82**	0.68**	0.68**

* signifikant bei 1%
** signifikant bei 0.1%

4.7 Gefäßversuch

Im Gefäßversuch sollte die Salzverträglichkeit derselben 15 in vitro untersuchten Genotypen bei den Salzkonzentrationen 0.1, 0.2 und 0.3 % NaCl ermittelt und ihre in vitro bestimmte Salztoleranz in vivo überprüft werden. Die Tabellen 21 - 24 stellen die absoluten Werte der 4 Parameter (Sproßlänge, -trockenmasse, Knollenertrag und -zahl) dar. In den Abbildungen 27 - 30 wurde die Salztoleranz der Genotypen hinsichtlich der relativen Werte der Parameter verglichen.

4.7.1 Oberirdisches Wachstum

a) Schadsymptome

Die Schadsymptome, die drei bis vier Tage nach der Salzbehandlung auftraten, wurden an den Blättern im Versuchsablauf bonitiert. Die alten Blätter wurden durch die Salzbehandlung am stärksten beeinträchtigt. Zunächst bildeten sich an den Spitzen der Fiederblättchen punktförmige Nekrosen, die sich ausbreiteten, bis schließlich der ganze Blattrand nekrotisch wurde. Dann färbten sich die Blätter gelb und starben ab. Bei den Genotypen *S. stenotomum* 18478, *S. alandie* 31187 und den beiden Sorten "Hansa" und "Desirée" waren die Schadsymptome am stärksten bei den Behandlungen 0,2 und 0,3 % NaCl ausgeprägt. Vier Wochen nach der Salzbehandlung stellten die oben genannten Genotypen sowie *S. hawkesianum* 16955, *S. fendleri* 8088, *S. demissum* 53643 und *S. andigena* 7463 und 28043 bei der höchsten Salzbehandlung (0,3 % NaCl) ihr Wachstum ganz ein, wogegen *S. chacoense* 16979, *S. gourlayi* 16837, *S. sparsipilum* 24687, *S. spegazzinii* 18326, *S. tarijense* 24717 und *S. vernei* 15451 bis zur Abreife ausdauerten. Die Blühfreudigkeit der Wildformen war durch den Salzstreß nicht beeinträchtigt. Andererseits bildeten die Primitivformen *S. andigena* 28043 und 7463 und *S. stenotomum* 18478 und die beiden Sorten "Hansa" und "Desirée" bei der mittleren Salzbehandlung (0,2 % NaCl) kaum Blüten. Nur bei den Genotypen *S. demissum* 53643, *S. fendleri* 8088 und *S. spegazzinii* 18326 kam es bis zur Beerenausbildung.

b) Länge des Hauptsprosses

Das Wachstum der untersuchten Genotypen (Tab. 21) wurde durch die Salzbehandlung unterschiedlich stark beeinträchtigt und zwar um so

stärker, je höher die angebotene Salzkonzentration war. Durch die niedrige Salzbehandlung (0,1 % NaCl) wurde das Längenwachstum der Genotypen Nr. 13 - 15 um 44, 49 und 60 %, bezogen auf die Kontrolle, am stärksten beeinflußt (Abb. 27). Die Staudenhöhe aller Genotypen wurde durch die mittlere Salzbehandlung (0,2 % NaCl) deutlich beeinträchtigt, und zwar um 60 % beim Genotyp Nr. 3, bis 93 % beim Genotyp Nr. 14. Die Genotypen Nr. 1 - 6, 8 und 9 besaßen die längsten Sprosse, vergleichbar mit den Genotypen Nr. 12 - 14. Die Genotypen Nr. 7, 10, 11 und 15 nahmen mittlere Werte bei der Wuchshöhe ein. Bei der höchsten Salzbehandlung stellten die Genotypen Nr. 7 - 15 das Wachstum ganz ein, während das Wachstum der Genotypen Nr. 4 beziehungsweise Nr.3 noch 6 - 21 % gegenüber der Kontrolle betrug.

c) Trockenmasse

Wie aus Abbildung 28 und Tabelle 22 hervorgeht, nahm die Trockenmasse des oberirdischen Teiles aller Genotypen mit dem Anstieg der Salzkonzentration stark ab. Die empfindlichen Genotypen Nr. 12 - 15 zeigten die geringste Trockenmasse, und zwar bei allen Salzkonzentrationen im Vergleich zu den anderen Genotypen. Die höchste Trockenmasse erbrachte Genotyp Nr. 3 (auf 56 bzw. 39 % bei der Behandlung 0,1 bzw. 0,2 % NaCl). Dieser Genotyp und die Genotypen Nr. 1, 2, 4, 5 und 6 reagierten ohne große Unterschiede in den Trockenmasseerträgen bei allen Salzbehandlungen. Bezüglich der Trockenmasse nahmen die Genotypen Nr. 7 - 11 eine Mittelstellung ein; sie unterschieden sich von den empfindlichen Genotypen Nr. 12 - 15 nur geringfügig. Wegen des frühzeitigen Absterbens der Pflanzen bei der höchsten Salzkonzentration (0,3 % NaCl) konnte kein Material von den Genotypen Nr. 7 - 15 geerntet werden.

4.7.2 Ertrag

In diesem Versuch wurde die Hälfte der Pflanzen (120 Gefäße) bis zur Ernte der Knollen für eine Ertragsbestimmung kultiviert.

a) Knollenertrag (Frischmasse)

Wie Abbildung 29 und Tabelle 23 zeigen, war der Knollenertrag aller Genotypen sehr verschieden. Bei der Kontrolle lag das Ertragsniveau der Genotypen Nr. 3, 13 und 14 gegenüber den restlichen Genotypen sehr niedrig. Der Genotyp Nr. 11 bildete sowohl

Tab. 21: Einfluß des Salzangebotes auf die Länge des Hauptsprosses bei 15 Kartoffel-Genotypen im Gefäßversuch

Nr.	Spezies	BGRC/Sorte	Sproßlänge cm Salzangebot % NaCl 0	0.1	0.2	0.3
1	S.chacoense	16979	53.5	38.0	19.8	9.7
2	S.sparsipilum	24687	103.7	70.0	38.0	14.0
3	S.vernei	15451	66.7	49.7	27.2	14.0
4	S.spegazzinii	18326	111.2	72.2	38.7	6.4
5	S.tarijense	24717	79.9	55.6	28.1	12.0
6	S.gourlayi	16837	54.7	36.1	19.1	5.5
7	S.tuberosum ssp.tub.	Desirée	79.2	45.0	16.0	0.0
8	S. " " andg.	28043	110.6	70.5	36.9	0.0
9	S. " "	7463	76.8	43.9	22.6	0.0
10	S.fendleri	8088	55.1	33.1	11.4	0.0
11	S.demissum	53643	58.7	38.1	12.3	0.0
12	S.hawkesianum	16955	40.5	23.9	7.3	0.0
13	S.alandiae	31187	56.2	28.5	8.7	0.0
14	S.stenotomum	18478	98.0	39.7	7.1	0.0
15	S.tuberosum ssp.tub.	Hansa	88.1	47.8	17.4	0.0
		$\bar{x}$	75.5	46.1	20.7	4.1

	GD (5%)	(1%)
Salzangebot	2.6	3.5
Wechselwirkung Salzangebot x Genotyp	10.4	13.7

Tab. 22: Einfluß des Salzangebotes auf die Trockenmasse der Sprosse bei 15 Kartoffel-Genotypen im Gefäßversuch

Nr.	Spezies	BGRC/Sorte	Trockenmasse g Salzangebot % NaCl 0	0.1	0.2	0.3
1	S.chacoense	16979	35.7	17.1	13.0	4.1
2	S.sparsipilum	24687	51.5	26.3	12.7	6.3
3	S.vernei	15451	49.2	27.8	19.2	7.8
4	S.spegazzinii	18326	42.1	19.2	15.0	4.6
5	S.tarijense	24717	46.0	23.9	16.6	5.2
6	S.gourlayi	16837	29.7	13.8	10.7	3.5
7	S.tuberosum ssp.tub.	Desirée	25.8	10.7	5.6	0.0
8	S. " " andg.	28043	50.2	20.4	10.8	0.0
9	S. " "	7463	44.7	18.5	7.0	0.0
10	S.fendleri	8088	4.0	15.3	4.3	0.0
11	S.demissum	53643	44.8	16.4	8.9	0.0
12	S.hawkesianum	16955	22.5	7.3	3.9	0.0
13	S.alandiae	31187	47.8	17.7	7.4	0.0
14	S.stenotomum	18478	36.3	12.6	4.0	0.0
15	S.tuberosum ssp.tub.	Hansa	36.5	9.7	3.1	0.0
		$\bar{x}$	39.7	17.1	9.4	2.1

	GD (5%)	(1%)
Salzangebot	1.1	1.5
Wechselwirkung Salzangebot x Genotyp	4.5	6.0

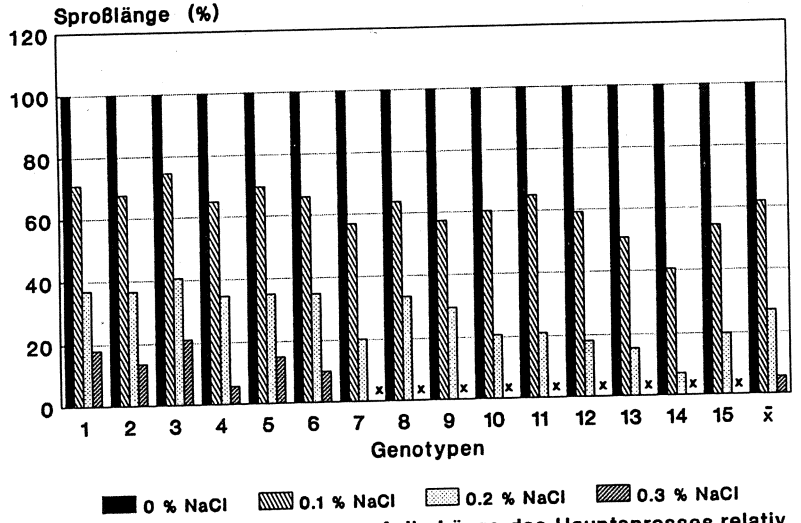


Abb.27: Einfluß des Salzangebotes auf die Länge des Hauptsprosses relativ zur Kontrolle ohne NaCl-Zufuhr bei 15 Kartoffel-Genotypen im Gefäßversuch, 1,2,...15 wie Abb.6, x abgestorbene Pflanzen

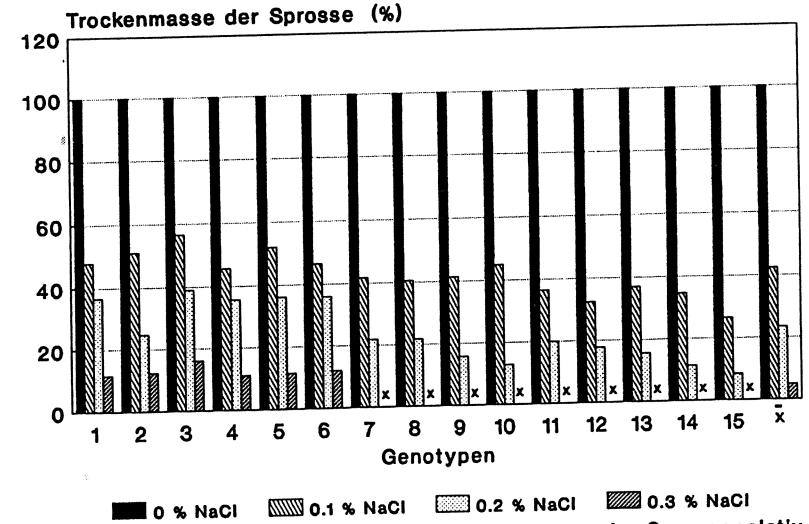


Abb.28: Einfluß des Salzangebotes auf die Trockenmasse der Sprosse relativ zur Kontrolle ohne NaCl-Zufuhr bei 15 Kartoffel-Genotypen im Gefäßversuch, 1,2,...,15 wie Abb.6, x abgestorbene Pflanzen

bei der Kontrolle als auch bei allen Salzbehandlungen kaum Knollen aus. Generell hatte eine Steigerung der Salzkonzentration einen Ertragsverlust zur Folge. Der Genotyp Nr. 4 stellte bei der Behandlung 0,1 % NaCl eine Ausnahme dar. Der Genotyp Nr. 14 zeigte bei der niedrigsten Salzkonzentration (0,1 % NaCl) den geringsten Ertrag und bildete bei der mittleren Salzkonzentration kaum Knollen. Die für den Trockenmasseertrag der oberirdischen Teile beschriebenen Verhältnisse spiegelten sich bei allen Genotypen im Knollenertrag wider. Eine Ausnahme bildete hier der Genotyp Nr. 3, dessen Ertrag bei allen Salzbehandlungen sehr stark reduziert war. Bei der mittleren Salzbehandlung zeigten die Genotypen Nr. 1, 2, 4, 5 und 6 mit großem Abstand zu den anderen Genotypen die geringsten Ertragsverluste (um 19 - 30 %). Allerdings wiesen die Genotypen Nr. 4 und 5 bei der höchsten Salzbehandlung (0,3 % NaCl) noch 53 bzw. 67 % des Ertrages im Vergleich zur Kontrolle auf, während die Genotypen Nr. 1, 3 und 6 nur noch 10, 3 und 39 % des Ertrages erbringen konnten. Ähnlich wie beim vegetativen Wachstum brachte die Sorte "Desirée" besonders bei der mittleren Salzbehandlung (0,2 % NaCl) einen höheren Ertrag als die Sorte "Hansa". Die restlichen Genotypen (Nr. 8, 9, 10, 11, 12 und 13) hatten bei der Behandlung 0,2 % NaCl niedrige Erträge.

b) Knollenzahl

Da die Knollengröße und -form sehr unterschiedlich war, erfolgte keine Knollensortierung. Die Knollenzahl der untersuchten Genotypen schwankte sehr stark. Bei allen Genotypen nahm jedoch die Knollenzahl mit dem Anstieg der Salzkonzentration ab (Abb. 30 und Tab. 24). Die Genotypen Nr. 12 und 14 zeigten bei der niedrigsten Salzkonzentration (0,1 % NaCl) die stärkste Abnahme in der Knollenzahl (um 50 %, bezogen auf die Kontrolle = 100). Ähnlich wie beim Ertrag verringerte sich die Knollenzahl bei den Genotypen Nr. 1, 2, 4, 5, 6 und 8 bei der mittleren Salzbehandlung (0,2 % NaCl) im Vergleich zu den anderen Genotypen am wenigsten. Die Sorte "Desirée" bildete bei den beiden Salzbehandlungen (0,1 und 0,2 % NaCl) ohne große Unterschiede mehr Knollen als die Sorte "Hansa". Bei den restlichen Genotypen wurde die Knollenzahl bei der Behandlung 0,2 % NaCl stark reduziert (um 60 - 68 %).

Tab. 23: Einfluß des Salzangebotes auf den Knollenertag (Frischmasse) pro Pflanze bei 15 Kartoffel-Genotypen im Gefäßversuch

Nr.	Spezies	BGRC/Sorte	Knollenertrag g Salzangebot % NaCl 0	0.1	0.2	0.3
1	S.chacoense	16979	104.2	89.6	78.0	10.4
2	S.sparsipilum	24687	196.9	164.2	142.7	0.0
3	S.vernei	15451	28.6	14.1	4.1	0.8
4	S.spegazzinii	18326	73.7	87.8	51.6	39.2
5	S.tarijense	24717	102.4	94.8	83.2	68.5
6	S.gourlayi	16837	47.1	37.8	36.4	18.4
7	S.tuberosum ssp.tub.	Desirée	494.6	358.8	222.0	0.0
8	S. " " andg.	28043	176.8	117.1	101.7	0.0
9	S. " "	7463	141.5	72.8	54.8	0.0
10	S.fendleri	8088	155.4	78.9	27.6	0.0
11	S.demissum	53643	0.7	0.0	0.0	0.0
12	S.hawkesianum	16955	60.6	33.7	18.1	0.0
13	S.alandiae	31187	18.7	8.7	2.7	0.0
14	S.stenotomum	18478	28.5	1.3	0.0	0.0
15	S.tuberosum ssp.tub.	Hansa	461.3	304.7	107.7	0.0
		$\bar{x}$	139.4	97.6	62.0	9.1

	GD (5%)	(1%)
Salzangebot	5.0	6.7
Wechselwirkung Salzangebot x Genotyp	19.6	26.1

Tab. 24: Einfluß des Salzangebotes auf die Knollenzahl pro Pflanze bei 15 Kartoffel-Genotypen im Gefäßversuch

Nr.	Spezies	BGRC/Sorte	Knollenzahl Salzangebot % NaCl 0	0.1	0.2	0.3
1	S.chacoense	16979	65.5	55.0	42.0	13.5
2	S.sparsipilum	24687	48.5	36.5	28.5	0.0
3	S.vernei	15451	37.0	30.5	9.0	3.0
4	S.spegazzinii	18326	113.5	87.5	61.0	41.5
5	S.tarijense	24717	102.0	69.0	61.0	45.0
6	S.gourlayi	16837	43.0	1.0	24.0	15.0
7	S.tuberosum ssp.tub.	Desirée	22.0	16.0	11.0	0.0
8	S. " " andg.	28043	37.0	23.5	21.0	0.0
9	S. " "	7463	21.5	12.0	7.0	0.0
10	S.fendleri	8088	39.0	31.0	15.5	0.0
11	S.demissum	53643	2.5	0.0	0.0	0.0
12	S.hawkesianum	16955	71.0	35.5	21.0	0.0
13	S.alandiae	31187	28.0	20.0	9.0	0.0
14	S.stenotomum	18478	5.0	2.5	2.0	0.0
15	S.tuberosum ssp.tub.	Hansa	21.0	13.5	9.5	0.0
		$\bar{x}$	43.7	30.9	21.4	7.8

	GD (5%)	(1%)
Salzangebot	1.3	1.8
Wechselwirkung Salzangebot x Genotyp	5.3	7.1

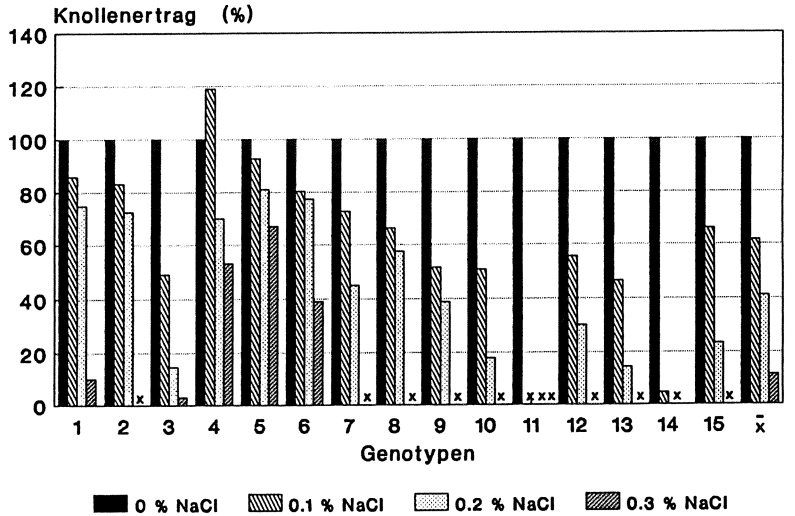


Abb.29: Einfluß des Salzangebotes auf den Knollenertrag pro Pflanze relativ zur Kontrolle ohne NaCl-Zufuhr bei 15 Kartoffel-Genotypen im Gefäßversuch, 1,2,...15 wie Abb.6, x abgestorbene Pflanzen bzw. Knollen bei Nr.11

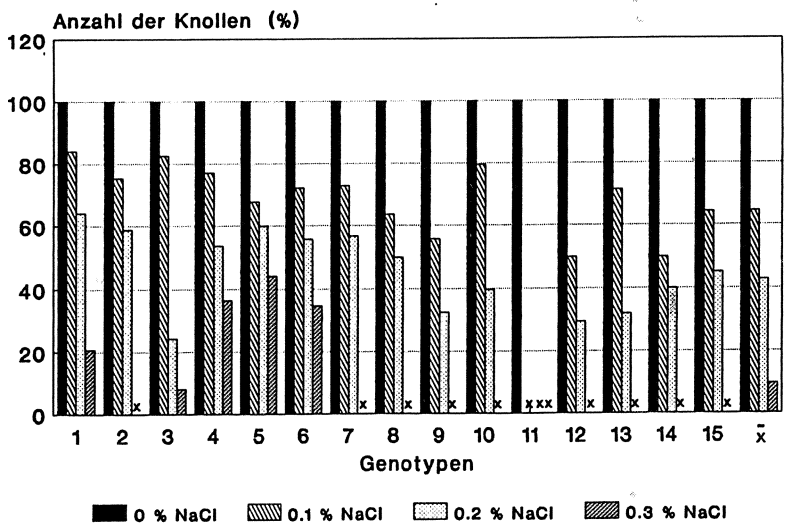


Abb.30: Einfluß des Salzangebotes auf die Anzahl der Knollen pro Pflanze relativ zur Kontrolle ohne NaCl-Zufuhr bei 15 Kartoffel-Genotypen im Gefäßversuch, 1,2,... 15 wie Abb.6, x abgestorbenen Pflanzen bzw. keine Knollen bei Nr.11

4.7.3 Mineralstoffgehalt der oberirdischen Pflanzenteile

Der oberirdische Teil der bei verschiedenen Salzkonzentrationen und in den Kontrollgefäßen gewachsenen Genotypen wurde nach 8-wöchigem Wachstum geerntet, der Mineralstoffgehalt in den jungen und älteren Blättern sowie in den Stengeln bestimmt.

a) Na^+-Gehalt

Durch die Salzbehandlungen nahmen die Na^+-Gehalte der jungen Blätter der 15 Genotypen stark zu (Abb. 31a), wobei die Zunahme des Na^+-Gehaltes bei den empfindlichen Genotypen Nr. 12 - 15 bei allen Salzbehandlungen viel stärker als bei den toleranten Genotypen Nr. 1 - 6 war. Bezogen auf den Na^+-Gehalt gab es keine großen Unterschiede bei der Behandlungsvariante 0,3 % NaCl innerhalb der toleranten Genotypen. Die Sorte "Desirée" (7), die als mäßig tolerant eingestuft wird, zeigte bei der Behandlung 0,1 % NaCl einen niedrigen Na^+-Gehalt, der bei der Behandlung 0,2 % NaCl stark zunahm. Der Genotyp Nr. 3 wies bei der 0,2 % NaCl-Variante die niedrigste Zunahme im Na^+-Gehalt auf.

Die älteren Blätter (Abb. 31b) aller Genotypen wiesen bei allen Salzbehandlungen hohe Natriumgehalte auf, die mit dem Anstieg der Salzkonzentration wie bei den jungen Blättern zunahmen. Die Zunahme war bei den empfindlichen Genotypen Nr. 12 - 15 bei allen Salzbehandlungen stärker als bei den toleranten Genotypen Nr. 1 - 6, während die Genotypen Nr. 7 - 11 eine mittlere Zunahme des Na^+-Gehaltes unter dem Salzstreß aufwiesen.

Im Stengel (Abb. 31c) befanden sich bei allen Genotypen ähnliche Na^+-Gehalte wie in den älteren Blättern. Die Zunahme des Na^+-Gehaltes mit dem Anstieg der Salzkonzentration war vergleichbar mit dem in den älteren Blättern. Bei 0,2 % NaCl-Angebot enthielten die empfindlichen Genotypen doppelt soviel Natrium im Stengel wie die toleranten Genotypen Nr. 1 - 6.

b) Cl^--Gehalt

Wie aus den Abbildungen 32a - 32c ersichtlich wird, nahm der Cl^--Gehalt der Sproßteile bei Salzbehandlung bei allen Genotypen unterschiedlich zu, wobei der Gehalt generell höher lag als der des Natriums. Die Erhöhung des Salzangebotes erbrachte bei den toleranten Genotypen Nr. 1 - 6 einen niedrigeren Cl^--Gehalt in den jungen und den älteren Blättern sowie im Stengel als bei den

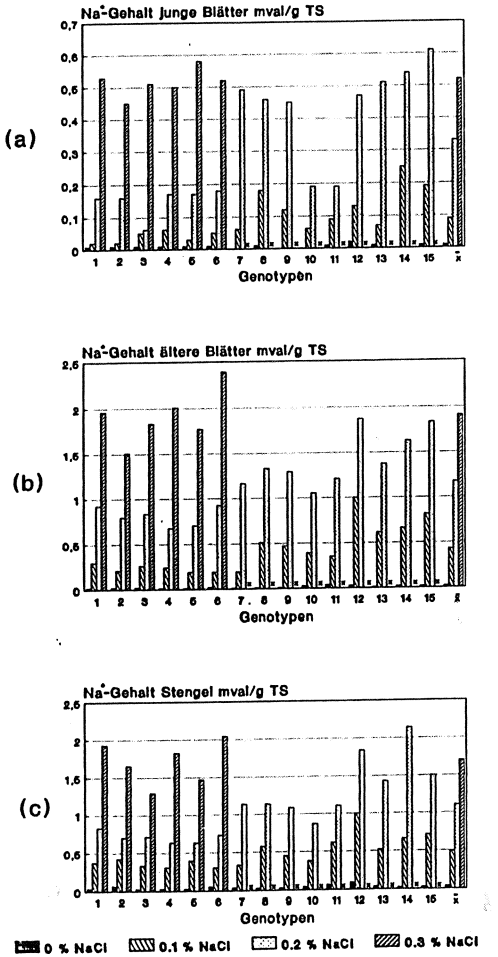


Abb.31a-c: Einfluß des Salzangebotes auf den Na^+-Gehalt der jungen Blätter (a), der älteren Blätter (b) und des Stengels (c) bei 15 Kartoffel-Genotypen im Gefäßversuch, 1,2,...,15 wie Abb.6, x abgestorbene Pflanzen

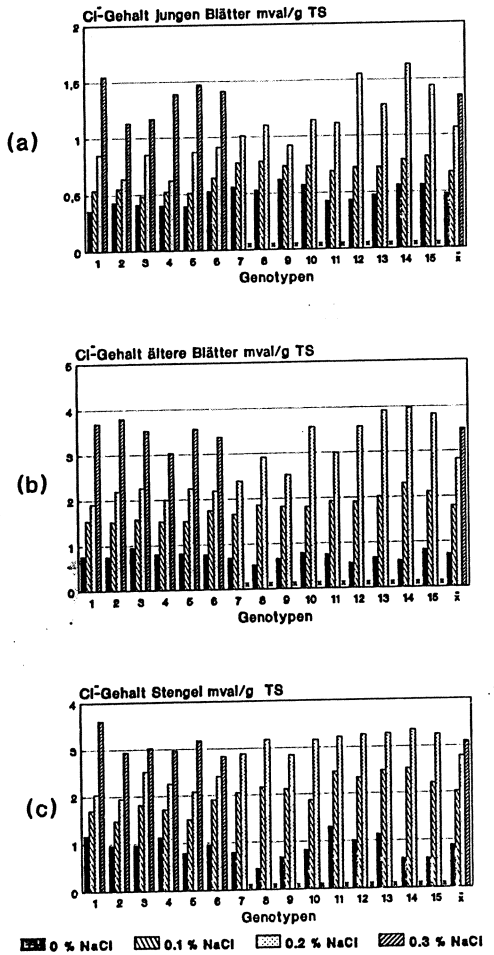


Abb.32a-c: Einfluß des Salzangebotes auf den Cl^--Gehalt der jungen Blätter (a), der älteren Blätter (b) und des Stengels (c) bei 15 Kartoffel-Genotypen im Gefäßversuch, 1,2,...,15 wie Abb.6, x abgestorbene Pflanzen

empfindlichen Genotypen Nr. 12 - 15. Bei allen Behandlungen hatten die jungen Blätter nur die Hälfte der Cl^--Gehalte der älteren Blätter und der Stengel. Bezüglich des Cl^--Gehaltes aller drei Pflanzenteile nahmen die Genotypen Nr. 7 - 11 eine Mittelstellung ein.

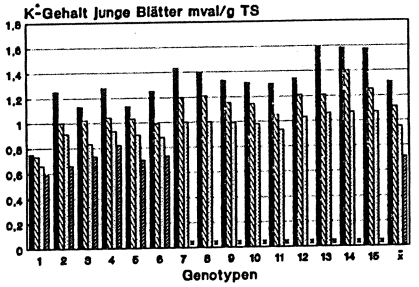
c) K^+-Gehalt

Die K^+-Gehalte der jungen Blätter aller Genotypen lagen bei allen NaCl-Varianten unter den K^+-Gehalten der Kontrollpflanzen (Abb. 33a). Bei den Genotypen Nr. 12 - 15 nahmen die Werte mit zunehmendem Salzangebot stärker als bei den Genotypen Nr. 1 - 6 ab, jedoch zeigten sie höhere K^+-Gehalte als die Genotypen Nr. 1 - 6.
In den älteren Blättern (Abb. 33b) erhöhten sich die K^+-Gehalte bei allen Genotypen bei der Behandlung 0,1 % NaCl, welches das Ergebnis eines Konzentrationseffektes (geringe Trockenmasseproduktion) sein könnte. Obwohl der K^+-Gehalt bei den höheren Salzkonzentrationen (0,2 bzw. 0,3 % NaCl) abnahm, lag er bei 0,2 % NaCl immer noch über den K^+-Gehalten der Kontrollpflanzen.
Die K^+-Gehalte aller Genotypen im Stengel (Abb. 33c) zeigten unter dem Salzstreß eine den älteren Blättern ähnliche Tendenz. Eine Beziehung der K^+-Gehalte zur Salztoleranz ist nicht ersichtlich.

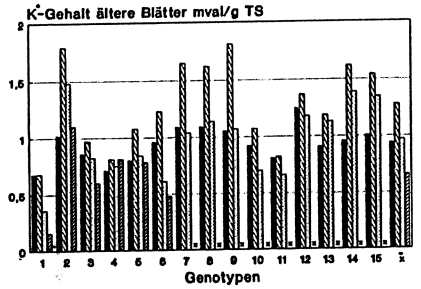
d) Ca^{2+}-Gehalt

Aus Abbildung 34a ist zu erkennen, daß der Ca^{2+}-Gehalt der jungen Blätter aller Genotypen durch das steigende Salzangebot erniedrigt wurde, und zwar bei den Genotypen Nr. 1 - 6 stärker als bei den Genotypen Nr. 12 - 15. Bezüglich des Ca^{2+}-Gehaltes bei der Behandlung 0,2 % NaCl gab es keine großen Unterschiede zwischen diesen Genotypen.
In den älteren Blättern und im Stengel (Abb. 34b & 34c) nahm der Ca^{2+}-Gehalt aller Genotypen mit der Erhöhung der Salzkonzentration zu, und zwar stärker im Stengel als in den älteren Blättern. Die älteren Blätter aller Genotypen enthielten bei allen Salzbehandlungen mehr Calcium als die jungen Blätter und die Stengel.

(a)



(b)



(c)

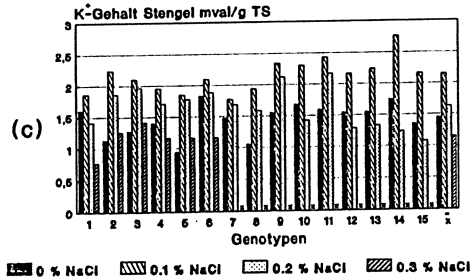
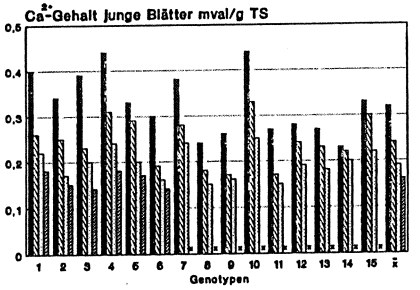
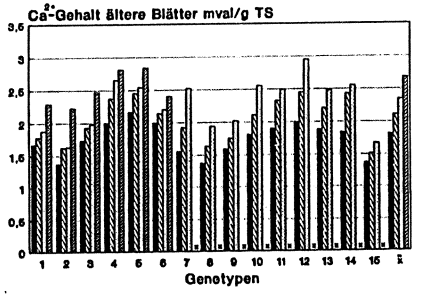


Abb.33a-c: Einfluß des Salzangebotes auf den K^+-Gehalt der jungen Blätter (a), der älteren Blätter (b) und des Stengels (c) bei 15 Kartoffel-Genotypen im Gefäßversuch, 1,2,...,15 wie Abb.6, x abgestorbene Pflanzen

(a)



(b)



(c)

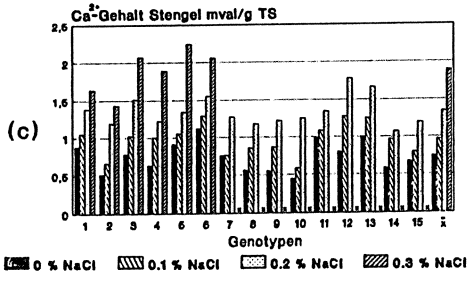


Abb.34a-c: Einfluß des Salzangebotes auf den Ca^{2+}-Gehalt der jungen Blätter (a), der älteren Blätter (b) und des Stengels (c) bei 15 Kartoffel-Genotypen im Gefäßversuch, 1,2,...,15 wie Abb.6, x abgestorbene Pflanzen

4.8 Beziehung zwischen den Parametern des Wachstums und des Ertrags im Gefäßversuch

In Tabelle 25 wird die Korrelation zwischen den untersuchten Parametern im Gefäßversuch bezogen auf die relativen Werte der Parameter über alle NaCl-Angebote bei den 15 Genotypen ersichtlich. Die beiden Wachstumsparameter (Pflanzenhöhe und oberirdische Trockenmasse) und die beiden Ertragsparameter (Knollenertrag und -zahl) waren untereinander hoch signifikant korreliert (r = 0,93** bzw. r = 0,86**). Obwohl einige Genotypen hohes vegetatives Wachstum aber niedrige Erträge bei Salzbehandlung zeigten, war die Korrelation zwischen den Wachstums- und den Ertragsparametern hoch signifikant.

4.9 Beziehung zwischen der Konzentration der Mineralstoffe in der Pflanze und der Salztoleranz im Gefäßversuch

In den Tabellen 26 und 27 sind die Beziehungen zwischen der Konzentration der Mineralstoffionen (Na^+, Cl^-, K^+ und Ca^{2+}) der oberirdischen Pflanzenteile und der Salztoleranz (Wachstumsparameter in Prozent von der Kontrolle über alle Salzbehandlungen) bei 15 Genotypen dargestellt. Ähnlich wie bei den in vitro Versuchen war das vegetative Wachstum (Sproßlänge und Trockenmasse) der Pflanze an die Fähigkeit geknüpft, bei einer Salzbehandlung hohe Akkumulationen von Na^+ und Cl^- in den oberirdischen Pflanzenteilen (junge und ältere Blätter und Stengel) zu vermeiden. Die Korrelation zwischen dem vegetativen Wachstum und den Na^+- und Cl^--Gehalten war hoch signifikant negativ. Außerdem bestand eine signifikant positive Korrelation zwischen dem Pflanzenwachstum und dem K^+-Gehalt der jungen Blätter und der Stengel sowie dem Ca^{2+}-Gehalt der jungen Blätter. Die Ca^{2+}-Gehalte in den Stengeln dagegen waren mit dem Wachstum hoch signifikant negativ korreliert.
Im Vergleich zu den Wachstumsparametern waren die Ertragsparameter (Knollenertrag und -zahl, Tab. 27) nur mit der Konzentration der Na^+ und Cl^--Ionen in allen Pflanzenteilen hoch signifikant negativ korreliert. Zwischen den K^+- und Ca^{2+}-Gehalten der oberirdischen Pflanzenteile und dem Ertrag, mit Ausnahme der Ca^{2+}-Gehalte der jungen Blätter, bestand keine Korrelation.

Tab. 25: Korrelationen zwischen der Sproßlänge bzw. -trockenmasse und dem Knollenertrag bzw. der -zahl in Prozent von der Kontrolle über die drei Salzangebote bei 15 Kartoffel-Genotypen im Gefäßversuch

Merkmal	Knollenertrag	Knollenzahl
Sproßlänge	0.67**	0.75**
Trockenmasse	0.73**	0.82**

n = 36

* signifikant bei 1 %
** signifikant bei 0.1 %

Tab. 26: Korrelationen zwischen der Sproßlänge bzw. -trockenmasse in Prozent von der Kontrolle und den Mineralstoffgehalten über die drei Salzangebote bei 15 Kartoffel-Genotypen im Gefäßversuch

Mineralstoffe			Wachstumsmerkmale: Sproßlänge	Wachstumsmerkmale: Trockenmasse
Pflanzenteile	junge Blätter	Na^+	-0.80**	-0.89**
		Cl^-	-0.85**	-0.88**
		K^+	0.37*	0.33*
		Ca^{2+}	0.49*	0.52*
	ältere Blätter	Na^+	-0.84**	-0.90**
		Cl^-	-0.83**	-0.91**
		K^+	0.26	0.18
		Ca^{2+}	-0.42*	-0.29
	Stengel	Na^+	-0.82**	-0.84**
		Cl^-	-0.60**	-0.63**
		K^+	0.69**	0.70**
		Ca^{2+}	-0.63**	-0.65**

n = 36

* signifikant bei 1%
** signifikant bei 0.1%

Tab. 27: Korrelationen zwischen dem Knollenertrag bzw. der -zahl der Pflanze in Prozent von der Kontrolle und den Mineralstoffgehalten über die drei Salzangebote bei 15 Kartoffel-Genotypen im Gefäßversuch

Mineralstoffe			Knollenertrag	Knollenzahl
Pflanzenteile	junge Blätter	Na^+	-0.50^*	-0.55^*
		Cl^-	-0.58^*	0.58^*
		K^+	0.05	0.35
		Ca^{2+}	-0.47	-0.66^{**}
	ältere Blätter	Na^+	-0.50^*	-0.62^{**}
		Cl^-	-0.68^{**}	-0.68^{**}
		K^+	0.09	0.29
		Ca^{2+}	-0.18	-0.31
	Stengel	Na^+	-0.54^*	-0.62^{**}
		Cl^-	-0.53^*	-0.59^*
		K^+	0.20	0.34
		Ca^{2+}	-0.33	-0.35

n = 36

* signifikant bei 1 %
** signifikant bei 0.1 %

Tab. 28: Korrelationen zwischen dem 2. und 3. in vitro Versuch und den Gefäßversuch im Hinblick auf die Sproßlänge und die Trockenmasse in Prozent von der Kontrolle über die drei Salzangebote bei 15 Kartoffel-Genotypen

		Gefäßversuch	
Merkmal		Sproßlänge	Sproßtrockenmasse
2. in vitro Versuch (festes Nährmedium)	Sproßlänge	0.85^{**}	0.72^{**}
	Sproßtrockenmasse	0.90^{**}	0.77^{**}
3. in vitro Versuch (flüssiges Nährmedium)	Sproßlänge	0.80^{**}	0.81^{**}
	Sproßtrockenmasse	0.84^{**}	0.87^{**}

n = 36

* signifikant bei 1 %
** signifikant bei 0.1 %

4.10 Beziehung in der Salztoleranz zwischen den in vitro Versuchen und dem Gefäßversuch

Die Beziehungen zwischen der Salztoleranz in vitro und der Salztoleranz in vivo werden anhand der Korrelationen zwischen den vegetativen Wachstumsmerkmalen in vitro und in vivo sowie den Ertragsparametern dargestellt (Tab. 28 & 29). Das Wachstum, gemessen an der Sproßlänge und Sproßtrockenmasse (in Prozent von der Kontrolle), aller Genotypen unter dem Einfluß aller Salzbehandlungen während der beiden in vitro Versuche spiegelt sich im Gefäßversuch wider. Die Sproßlänge und -trockenmasse waren in beiden in vitro Versuchen und im Gefäßversuch miteinander hoch signifikant korreliert. Die Korrelation (Tab. 29) war zwar zwischen den Wachstumsmerkmalen in vitro und den Ertragsmerkmalen (Knollenertrag und Knollenzahl) im Gefäßversuch niedriger als die mit den Wachstumsmerkmalen, aber auch hoch signifikant.

4.11 Vierter in vitro Versuch

In diesem Versuch wurde die Salztoleranz von 5 ausgewählten Genotypen, die hinsichtlich der oben beschriebenen Ergebnisse als salztolerant oder mäßig tolerant bezeichnet wurden, mit 5 Klonen, die aus Lima/Peru stammen und deren Salztoleranz im Centro Internacional de la Papa (CIP) in vivo überprüft wurde (persönl. Mitteilung: Aracy, DTO-28 und CF-69-1 wurden als salztolerant und 7XY-1 und LT-8 als salzempfindlich bezeichnet), bei 2 Salzkonzentrationen (120 und 160 mM NaCl) in vitro erneut untersucht. Diese Überprüfung diente der Beweisführung, ob ein in vitro Screening auf Salzverträglichkeit als zuverlässige Methode einsetzbar wäre. 3 der 5 Klone (Aracy, DTO-28 und CF-69-1) sind nach Angaben des CIP salztolerant und 2 (7XY-1 und LT-8) salzempfindlich. Für die Überprüfung der Salztoleranz wurde nur das vegetative Wachstum unter dem Einfluß des Salzangebotes ermittelt.

4.11.1 Länge des gebildeten Hauptsprosses

Wie aus Tabelle 30 (absolute Werte) und Abbildung 35a (relative Werte) ersichtlich wird, wurde das Längenwachstum aller 10 Genotypen durch die Salzbehandlung stark beeinträchtigt. Bei 120 mM NaCl-Angebot ließen sich die Genotypen hinsichtlich der Wachstumshemmung bezogen auf die Kontrolle = 100 in drei Gruppen wie folgt einordnen:

Tab. 29: Korrelationen zwischen der Sproßlänge bzw. -trockenmasse und dem Knollenertrag bzw. der -zahl in Prozent von der Kontrolle über die drei Salzangebote bei 15 Kartoffel-Genotypen im Gefäßversuch

	Merkmal	Gefäßversuch	
		Knollenertrag	Knollenzahl
2. in vitro Versuch	Sproßlänge	0.72^{**}	0.75^{**}
	Sproßtrockenmasse	0.67^{**}	0.69^{**}
3. in vitro Versuch	Sproßlänge	0.72^{**}	0.72^{**}
	Sproßtrockenmasse	0.75^{**}	0.75^{**}

n = 36

* signifikant bei 1 %
** signifikant bei 0.1 %

Tab. 30: Einfluß des Salzangebotes auf die Länge des Hauptsprosses und die Sproßtrockenmasse bei 10 Kartoffel-Genotypen im vierten in vitro Versuch mit festen Nährmedien

			Salzangebot mM NaCl					
			Sproßlänge cm			Trockenmasse mg		
Nr.	Spezies	BGRC/Klon	0	120	160	0	120	160
1	S.sparsipilum	24687	2.8	1.7	0.2	5.0	3.1	0.9
2	S.chacoense	16979	2.5	1.5	0.1	5.3	3.0	1.2
3	S.tarijense	24717	4.8	2.6	0.2	5.2	3.2	0.9
4	S.vernei	15451	6.1	2.9	0.7	9.0	4.7	2.2
5	S.tuberosum ssp.tub.	Aracy	3.8	1.8	0.8	4.9	2.8	1.5
6	S.tuberosum " andg.	28043	4.4	2.0	0.2	7.7	4.0	1.5
7	S. " " tub.	DTO-28	6.1	1.6	0.3	11.9	6.4	1.9
8	S. " "	7XY-1	5.8	1.5	0.3	6.5	3.1	1.5
9	S. " "	CFC-69.1	3.1	0.8	0.2	5.9	2.6	0.7
10	S. " "	LT-8	4.8	1.0	0.0	3.8	1.3	0.0
		$\bar{x}$	4.5	1.7	0.3	6.5	3.4	1.2

	GD	(5%)	(1%)	(5%)	(1%)
Salzangebot		0.1	0.2	0.2	0.3
Wechselwirkung Salzangebot x Genotyp		0.4	0.5	0.6	0.9

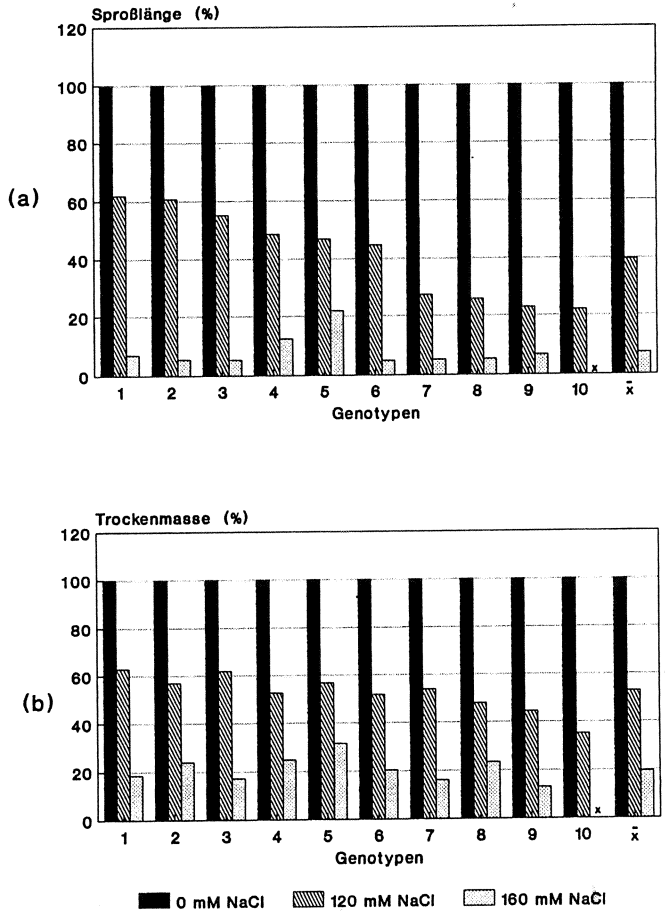


Abb.35a&b: Einfluß des Salzangebotes auf die Länge des gebildeten Hauptsprosses (a) und die Sproßtrockenmasse (b) bei 10 Kartoffel-Genotypen im vierten in vitro Versuch mit festem Nährmedium, 1,2,...,10 wie Tab.30, x abgestorbene Pflanzen

In der ersten Gruppe befinden sich die Genotypen, die die geringste Hemmung zeigten (um 38 - 39 % reduziert), nämlich die Genotypen Nr. 1 und 2. Die zweite Gruppe schließt die Genotypen, die eine mittlere Hemmung aufwiesen (um 45 - 53 % verkürzt) ein, nämlich die Genotypen Nr. 3 - 6, wobei der Genotyp Nr. 3 eine Mittelstellung zwischen den beiden Gruppen einnahm. In der dritten Gruppe wurden die Genotypen, die die stärkste Reduzierung ihres Wachstums zeigten (um 73 - 78 % reduziert), nämlich die Genotypen Nr. 7 - 10, eingeordnet.
Durch die höchste Salzbehandlung (160 mM NaCl) verkürzte sich die Sproßlänge aller Genotypen ohne große Unterschiede, außer dem Genotyp Nr. 5, sehr stark, wobei der Genotyp Nr. 10 das Wachstum bei dieser Salzkonzentration ganz einstellte. Die Genotypen Nr. 7 und 9, die als salztolerant bezeichnet wurden, wiesen eine ähnlich starke Hemmung des Längenwachstums wie die als empfindlich eingestuften Genotypen Nr. 8 und 10 auf.

4.11.2 Trockenmasse

Ähnlich der Sproßlänge nahm die Trockenmasse der oberirdischen Teile aller Genotypen unter Salzbehandlung sehr stark ab (Tab. 30 und Abb. 35b). Jedoch wiesen die Genotypen, die hinsichtlich der Sproßlänge in die erste und zweite Gruppe eingeordnet wurden, außer dem Genotyp Nr. 1 (auf 63 % Trockenmasse im Vergleich zur Kontrolle), nämlich die Genotypen Nr. 2 - 5, nur geringfügige Unterschiede bei der Behandlung 120 mM NaCl in der Trockenmasseproduktion auf. Der Genotyp Nr. 5 erreichte wie bei der Sproßlänge in der höchsten Salzkonzentration (160 mM NaCl) die höchste Trokkenmasse (31 %, bezogen auf die Kontrolle = 100). Bezüglich der Trockenmasse bei der Behandlung 120 mM NaCl konnten die Genotypen Nr. 8 - 10 als NaCl-empfindlich eingestuft werden.

5. Diskussion

Mit den vorliegenden Untersuchungen sollte geprüft werden, ob in vitro Kultur als Screeningmethode zur Charakterisierung der Salztoleranz von *Solanum*-Arten eingesetzt werden können. Bisher wurden die meisten Angaben über die Reaktion von Kalli unterschiedlicher Pflanzenarten auf Salinität (Tal et al., 1978 und Orton, 1980) oder die Selektion von salztoleranten Zellen aus Zellsuspensionen (Nabors et al., 1980 und McCoy, 1987) gemacht. Über das Verhalten von aus Achselknospen induzierten Pflänzchen bei Salzbehandlung liegen nur wenige Informationen vor (Arslan et al., 1987).

5.1 In vitro Tauglichkeit

Obwohl einige Genotypen eine schlechte Wurzelbildung im Vergleich zur Sproßbildung zeigten, hat sich aus dieser Prüfung ergeben, daß alle untersuchten Genotypen sich für eine in vitro Kultur eignen. Dieses Ergebnis findet seine Bestätigung in einigen Arbeiten an Kulturkartoffeln (Goodwin et al., 1980, Mix, 1983 und Hu & Wang, 1983).

Beim Tauglichkeitstest lag das Problem in der optimalen Kultivierung der Kontrolle. Dieses Ergebnis hatte wieder einen Einfluß auf die Klassifizierung der Genotypen auf ihre NaCl-Verträglichkeit hin. Die Eindeutigkeit der Ergebnisse konnte, trotz einer nur suboptimalen Kontrolle, dann durch die Kultur in Gefäßen in vivo bestätigt werden.

5.2 Genotypische Unterschiede in der Salztoleranz

Die Kartoffel gilt als salzempfindliche Kulturpflanze, deren Ertrag schon bei einem Versalzungsgrad von 1,7 mmohs/cm im Sättigungsextrakt stark vermindert wird (Maas, 1986). Die beschriebenen Ergebnisse bestätigen dies. Von den *Solanum*-Arten starben die Genotypen *S. alandiae* 31187, *S. demissum* 53643, *S. fendleri* 8088, *S. hawkesianum* 16955, *S. pampasense* 8161 und *S. stenotomum* 18478 und die Sorten "Culpa" und "Hansa" bei der höchsten Salzkonzentration (120 mM NaCl) ab. Die Salztoleranz wird entweder bezüglich der absoluten oder der relativen Werte (bezogen auf die Kontrolle = 100) des Pflanzenwachstums ermittelt, beide Methoden sind zur Erfassung der Salztoleranz von Bedeutung. Allerdings werden

die relativen Werte, bezogen auf die Kontrolle, zur Ermittlung der Salztoleranz unterschiedlicher Pflanzen, besonders wenn große genotypische Unterschiede schon bei der Kontrolle ohne Salzzufuhr auftraten, bevorzugt eingesetzt. In den vorliegenden Untersuchungen wurden die Genotypen bezüglich der relativen Werte wie bei Ashraf & Waheed (1990), sowie die Regressionskoeffizienten bei den beiden Parametern (Sproßlänge und -frischmasse) unter dem Einfluß hoher Salzkonzentrationen eingruppiert. In bezug auf die relativen Werte der Parameter Sproßlänge und -frischmasse der mittleren Salzkonzentration (80 mM NaCl) und die Regressionskoeffizienten können die Genotypen in drei Gruppen eingestuft werden:

1. Gruppe: Dazu gehören die Genotypen, die mehr als 60 % der Sproßlänge und der Frischmasse der Kontrollpflanzen aufwiesen, bzw. die Genotypen mit den Rangfolgen 1 - 6. Dieses sind z.B. die Genotypen: *S. chacoense* 16979 und *S. sparsipilum* 24687.

2. Gruppe: Dieses sind diejenigen Genotypen mit den Rangfolgen 7 - 28, die noch 40 - 59 % der Sproßlänge und der Frischmasse zeigten (25 % der Genotypen), z.B. die Genotypen: *Solanum chacoense* 24577, *Solanum microdontum* 7197, und die Sorte "Alpha".

3. Gruppe: Dazu gehören die Genotypen, die weniger als 40 % der Sproßlänge und Frischmasse bildeten, bzw. die die Rangfolgen 29 - 59 einnehmen (46 - 58 % der Genotypen), wie z.B. die Wildform: *S. sanctae-rosae* 17569 und die Sorte "Hansa".

Diese Klassifikation der Kartoffel-Genotypen wurde durch das Verhalten von 15 Genotypen hinsichtlich der beiden Parameter (Sproßlänge und -trockenmasse) unter dem Einfluß hoher Salzkonzentrationen in vitro und im Gefäßversuch bestätigt. Die Korrelation zwischen der Salztoleranz der 15 Genotypen in vitro und im Gefäßversuch war hoch signifikant positiv.

Die Wildformen der Kartoffel zeigten ein mehr oder weniger breites Spektrum von Salztoleranz. Einige Wildformen waren salztoleranter als die untersuchten Primitivformen und Kultursorten. Die Salztoleranz der Wildformen, *S. chacoense, S. sparsipilum, S. gourlayi* und *S. microdontum*, wurde von Bilski et al. (1988) bestätigt. In

vielen Untersuchungen (in vivo oder in vitro) wurde festgestellt, daß die Wildformen verschiedener Pflanzenarten salztoleranter als die Kulturpflanzen sind (Tal & Shannon, 1983 und Yang et al., 1990a & b). Ahmad & Abdullah (1979), Levy et al. (1988), Bruns (1988) und Levy & Magnusson (1989) stellten unterschiedliche Salzverträglichkeit der Sorten "Desirée", "Alpha", "Spunta", "Erntestolz" und "Patrones", die als salztolerant, und "Grata", "Draga" und "Hansa", die als salzempfindlich bezeichnet wurden, fest.

Im vierten in vitro Versuch erwiesen sich die Wildformen toleranter als die Klone. Die Klone "DTO-28" und "LF-69-1", die nach Angaben vom "CIP" als salztolerant bezeichnet werden, waren unter diesen Bedingungen salzempfindlich. In Untersuchungen von Levy & Magnusson (1989) wurde der Klon "DTO-28" als salzempfindlich bezeichnet. Die Diskrepanz könnte auf den Einfluß der unterschiedlichen Untersuchungs- und Umweltbedingungen (z.B. Salzart und -konzentration) auf die Salztoleranz zurückgeführt werden.

Die Fähigkeit der Glykophyten (zu denen die meisten Kulturpflanzen gehören) eine hohe Konzentration der beiden Salzionen Na^+ und Cl^- im Sproß zu verhindern, kann die Beeinträchtigung der Photosynthese und anderer Stoffwechselprozesse bzw. des Pflanzenwachstums vermindern (Greenway & Munns, 1980). Die 15 untersuchten Genotypen unterschieden sich hinsichtlich der Mineralstoffgehalte, besonders Na^+ und Cl^- in den oberirdischen Pflanzenteilen, deutlich voneinander, wobei die salztoleranten Genotypen Nr. 1 - 6 niedrigere Na^+- und Cl^--Gehalte, aber höhere K^+-Gehalte in diesen Teilen aufwiesen als die empfindlichen Genotypen Nr. 12 - 15. Dabei nahmen die restlichen Genotypen eine Mittelstellung ein. Hinsichtlich der Konzentrationen der Salzionen in den oberirdischen Pflanzenteilen ergaben sich in den in vitro Versuchen und im Gefäßversuch hoch signifikant negative Korrelationen zwischen der Salztoleranz, dem Ertrag und den Na^+-und Cl^--Konzentrationen in diesen Pflanzenteilen. Außerdem war das Pflanzenwachstum bei den in vitro Versuchen mit höheren K^+-Konzentrationen in den Sprossen verknüpft. Ähnliche Ergebnisse wurden von Orton (1980) festgestellt, wobei die unterschiedlichen Wachstumsdepressionen der Genotypen bei hoher Salzkonzentration auf die genotypischen Unterschiede der Ionenkonzentrationen der Pflanzen zurückgeführt werden. Ahmad & Abdullah

(1982) fanden, daß mit steigender Salzkonzentration der Na^+-Gehalt der Sprosse bei Kartoffelpflanzen erhöht wurde. Geringere Salzkonzentrationen erhöhten den K^+-Gehalt, der aber bei hohen Salzkonzentrationen stark herabgesetzt war. Untersuchungen von Wirth (1986) ergaben bei NaCl-Behandlung der Kartoffelpflanzen ebenfalls einen Anstieg der Na^+-Gehalte. Der K^+-Gehalt wurde durch niedrige Salzkonzentrationen nicht beeinflußt (Feigin et al., 1987).

In den Wurzeln zeigten die toleranten Genotypen Nr. 1 - 6 einen höheren Na^+-, Cl^-- und Ca^{2+}-, aber einen geringeren K^+-Gehalt als die empfindlichen Genotypen Nr. 12 - 15, jedoch gab es keine oder nur eine sehr schwache Korrelation zwischen der Salztoleranz und der Konzentration von Na^+, Cl^- und K^+ in den Wurzeln. Hinsichtlich der Ca^{2+}-Konzentration in den Wurzeln wiesen die toleranten Genotypen Nr. 1 - 6 eine geringere Abnahme des Ca^{2+}-Gehaltes auf als die empfindlichen Genotypen Nr. 12 - 15. Die Korrelation zwischen der Salztoleranz und dem Ca^{2+}-Gehalt der Wurzel war hoch signifikant positiv, was auf die Bedeutung des Calciums für das Wurzelwachstum und für die Aufrechterhaltung selektiver Permeabilität der Membranen zurückgeführt werden könnte (Hansen & Munns, 1988).

5.3 Charakterisierung von Salztoleranz

Alle untersuchten Parameter, die das Wachstum charakterisieren, wurden durch die Salzbehandlung stark beeinträchtigt und zwar um so stärker, je höher die Salzkonzentration war. Das Wachstum der Wurzeln wurde bei der Salzbehandlung stärker als das des Sprosses vermindert. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Arslan et al. (1987) und Morpurgo (1988).

Die Bedeutung der untersuchten Parameter für die Selektion auf Salzverträglichkeit wurde anhand dieser ermittelten Ergebnisse und der Korrelation der Parameter zueinander näher untersucht. Die Sproß- und Wurzelmerkmale zeigten bei hohen Salzangeboten eine positiv hoch signifikante Korrelation zu- und untereinander (Tab. 11 & 12), wobei die Länge des Hauptsprosses, die Frischmasse der Sprosse sowie die Wurzelzahl und -länge am engsten miteinander korrelierten. Die Anzahl der sproßbildenden Nodien und der Blätter des Hauptsprosses korrelierten mit den anderen Parametern signifikant. Allerdings waren die beiden Parameter bei niedrigen Salzbehandlungen (40 und 80 mM Nacl) am geringsten beeinträchtigt, wodurch sich die Genotypen hinsichtlich dieser beiden Parameter nur geringfügig unterschieden. Deshalb spiegelte die Einordnung der Genotypen hinsichtlich der beiden Merkmale (Anzahl der sproßbildenden Nodien und Blattzahl), verglichen mit der Einordnung der restlichen Merkmale bei Salzbehandlung, bei den meisten Genotypen die Salzverträglichkeit nicht genau wider. Allerdings hatten die hohen Salzangebote auf die Blattform, -größe und -farbe, wie im Verlauf des Versuches beobachtet wurde, eine besonders starke negative Wirkung (Arslan et al., 1987). Die Blätter verkleinerten und verfärbten sich stark (rudimentäre und Schuppenblätter) mit Anstieg der Salzkonzentration und waren bei einigen Genotypen bei der höchsten Salzkonzentration miteinander verschmolzen, was eine genaue Bestimmung der Blattzahl schwierig machte. Einige untersuchte Genotypen ließen sich hinsichtlich ihrer Wurzelbildung (Tab. A5 & A6) jedoch nicht einordnen, denn sie wiesen eine schlechte oder keine Wurzelbildung schon bei der Variante ohne Salzzufuhr auf. Die genotypischen Unterschiede könnten allgemein auf einem unterschiedlichen Bedarf der Genotypen an Nährstoffen und Phytohormonen, wie sie für das Sproß- und Wurzelwachstum sowie die Wachstumsintensität und Proliferationsraten notwendig sind, beruhen (Pennazio & Vecchiati, 1976). Da die Bestimmung der Wurzellänge und -zahl bei in vitro Verfahren aufwendig ist, kommt ein solches Verfahren nur sehr begrenzt zur Anwendung. Deshalb liegen sehr spärliche Informationen darüber vor.

Eine Steigerung der Salzkonzentration führte zur Abnahme der Sproßlänge und Frischmasse aller untersuchten Genotypen, und zwar um so stärker, je höher die Salzkonzentration war, wobei einige Genotypen bei der höchsten Salzkonzentration (120 mM NaCl) das Wachstum ganz einstellten. Eine Abnahme der Biomasse und Absterben einiger *Solanum* spp. durch die hohe Salzkonzentration (120 mM NaCl oder 40 mM Na_2SO_4) stellten Bilski et al. (1988) in einem Gefäßversuch fest. Ahmad & Abdullah (1979) beobachteten, daß eine Wachstumsstimulation durch eine geringe Erhöhung der Salzkonzentration nur bei den Sorten "Cardinal" und "Patrones" auftrat, während die Sorte "Multa" einen drastischen Rückgang der oberirdischen Masse aufwies.

Die beiden Merkmale (Sproßlänge und -frischmasse) waren untereinander (r = +0,90**) und mit den anderen Merkmalen positiv hoch signifikant korreliert (Tab. 12 & 13). Die Korrelation zwischen den Nährmedien (festes und flüssiges Medium) in vitro untereinander und mit dem Gefäßversuch hinsichtlich der beiden Merkmale bei 15 Kartoffel-Genotypen war positiv hoch signifikant. Bilski et al. (1988) berichteten über eine positiv hoch signifikante Korrelation (r = +0,94) zwischen der Trockenmasse und dem Überleben der *Solanum*-Pflanzen unter dem Einfluß hoher Salzkonzentrationen in vivo.

Lahaye & Epstein (1969) und Matar et al. (1975) berichteten von der besonderen und wichtigen Rolle des spezifischen Einflusses der Salzionen auf das Pflanzenwachstum bei Salzbehandlung. Die eingehenden Untersuchungen zeigten, daß die Na^+- und Cl^--Gehalte der beiden Pflanzenteile (Sprosse und Wurzeln) bei beiden in vitro Versuchen und beim Gefäßversuch in allen Pflanzenteilen (junge und ältere Blätter und Stengel) mit dem Anstieg der Salzkonzentration stark zunahmen, wobei die empfindlichen Genotypen stärker reagierten. Die Na^+- und Cl^--Gehalte aller Genotypen unterschieden sich voneinander geringfügig, jedoch waren die Na^+-Gehalte der toleranten Genotypen niedriger in den Sprossen und höher in den Wurzeln als ihre Cl^--Gehalte im Vergleich zu den empfindlichen Genotypen. Die hohe Akkumulation der beiden Ionen (Na^+ und Cl^-), insbesondere in den Pflanzenteilen der empfindlichen Genotypen, führte zu Wachstumsdepressionen und Ertragsminderungen. Im Gefäßversuch wurden niedrigere Na^+- und Cl^--Gehalte in den jungen Blättern als in den älteren Blättern und im Stengel nachgewiesen, was auf eine Einschränkung des Transports der beiden Ionen in die jungen Pflanzenteile bzw. auf eine verstärkte Verlagerung der beiden Ionen in die älteren Teile hindeutet. Dieses Ergebnis wurde auch von Yeo & Flowers (1982) bestätigt. Ihrer Meinung nach ist eine Aufrechterhaltung einer niedrigen Na^+-Konzentration in jungen Blättern ein wichtiger Faktor für das Überleben der Pflanzen bei Salzbehandlung. Dadurch wird die toxische Wirkung des Natriums auf die meristematischen Gewebe vermindert. Immul Huq & Larher (1985) weisen darauf hin, daß bei Bohnen die Na^+-Akkumulation in wenig vakuolisierten Geweben vermindert wurde. Bestimmte Pflanzenteile, wie die Wurzeln, Hypokotyl und die unteren Teile des Sprosses besitzen die Fähigkeit, Na^+ intensiv zu verlagern. Es ergaben sich in den durchgeführten Versuchen hoch signifikant negative Korrelationen zwischen den Gehalten der beiden Ionen in den oberirdischen Pflanzenteilen, dem Pflanzenwachstum und dem Ertrag. Untersuchungen bei mehreren Pflanzenarten wiesen darauf hin, daß die unter salinen Bedingungen an den älteren Blättern entstehenden Schäden durch sehr hohe Konzentrationen von Cl^- und/oder Na^+ in diesen Blättern verursacht werden (Greenway & Munns, 1980). Abel (1969) stellte eine enge negative Beziehung zwischen dem Cl^--Gehalt und der Salztoleranz der Pflanze bei Sojabohnen fest. Ein Anstieg der Na^+-Gehalte in Kartoffelblättern mit steigender Salzkonzentration wurde von Levy & Magnusson (1989) festgestellt. Nach Untersuchungen von Orton (1980) wies eine Gerstensorte bei Salzbehandlung höhere Na^+- und Cl^--Gehalte im Sproß auf als eine salztolerante Wildform. Bei Tomaten stellten dagegen Tal & Shannon (1983) höhere Na^+- und Cl^--Gehalte im Sproß und im Kallus der Wildformen unter salinen Bedingungen im Vergleich zu Kultursorten fest. In Untersuchungen von Yang et al. (1990a & b) wurde eine geringfügige Wachstumshemmung sowie niedrige Na^+- und Cl^--Gehalte der Kalli und der intakten Pflanzen zwischen der salztoleranten Wildform *Sorghum halepense* (L.) Pers. im Vergleich zur empfindlichen Wildform *S. bicolor* (L.) Moench. festgestellt. Sabbah & Tal (1990) wiesen darauf hin, daß an saline Bedingungen adaptierte Kallus- und Suspensionskulturen der Kartoffel im Vergleich zu nicht adaptierten Kulturen höhere Cl^-- als Na^+-Gehalte akkumulierten.

In den eigenen Versuchen nahm der K^+-Gehalt aller Genotypen in beiden in vitro Versuchen und im Gefäßversuch mit dem Anstieg der Salzkonzentration im Nährboden in den oberirdischen Pflanzenteilen deutlich ab, und zwar bei den empfindlichen Genotypen stärker als bei den toleranten. Allerdings zeigten alle Genotypen im Gefäßversuch unter Salzstreß höhere K^+-Gehalte in den älteren Blättern und im Stengel als die Kontrollpflanzen, was auf einen Konzentrationseffekt infolge der Wachstumshemmung zurückgeführt werden könnte. Wie die Ergebnisse auch gezeigt haben, bestand eine hoch signifikant positive Korrelation zwischen dem K^+-Gehalt der Sprosse und dem Pflanzenwachstum in beiden in vitro Versuchen (Tab. 20). Im Gefäßversuch ergab sich eine positive Korrelation nur zwischen dem K^+-Gehalt der jungen Blätter und der Pflanzen-

höhe. Winter & Perston (1982) konnten salzbedingte Blattnekrosen bei Alexandrinerklee mit einem erhöhten Na^+/K^+-Verhältnis in den Zellen in Verbindung bringen. Hohe Na^+/K^+-Verhältnisse in der Epidermis werden einer Akkumulation des Natriums im Bereich der Stomata, den Endpunkten des Transpirationsstroms, zugeschrieben. Geringe Salzkonzentrationen erhöhten den K^+-Gehalt bei Kartoffeln, der aber bei hohen Salzkonzentrationen stark verringert wurde (Ahmad & Abdullah, 1982). Chen et al. (1980) berichteten von einer negativen Korrelation zwischen K^+ und Na^+ in Kalluskulturen von Tabak. Eine Abnahme des K^+-Gehaltes in Pflanzen unter Salzbehandlung wurde bei mehreren Pflanzenarten bestätigt (Greenway, 1962; Lessani & Marschner, 1978; Chavan & Karadge, 1980 und Tal & Shannon, 1983). Jedoch zeigten alle getesteten Genotypen, außer dem Genotyp Nr. 1 (*S. chacoense* 16979), der einen niedrigen K^+-Gehalt in den älteren Blättern aufwies, ausreichende K^+-Gehalte in den oberirdischen Pflanzenteilen.

In den vorliegenden Untersuchungen wurden die Ca^{2+}-Gehalte in Sproß und Wurzel bei allen Genotypen in beiden in vitro Versuchen und in den jungen Blättern im Gefäßversuch durch die Salzbehandlung reduziert, wobei die Abnahme höher in den Sprossen und niedriger in den Wurzeln bei den toleranten als bei den empfindlichen Genotypen war. Allerdings wurde der Ca^{2+}-Gehalt in den älteren Blättern und im Stengel im Gefäßversuch durch die Salzbehandlung erhöht, was wahrscheinlich auf einen Konzentrationseffekt zurückzuführen ist. Hinsichtlich der Beziehung zwischen dem Wachstum und dem Ca^{2+}-Gehalt unter dem Einfluß hoher Salzkonzentrationen ergab sich nur eine hoch signifikant positive Korrelation zwischen den Wurzeln in beiden in vitro Versuchen. Im Gefäßversuch bestand eine positive Korrelation zwischen der Salztoleranz in Gegenwart von NaCl und dem Ca^{2+}-Gehalt der jungen Blätter, aber dagegen eine negative Korrelation mit dem Ca^{2+}-Gehalt im Stengel. Die Abnahme im Ca^{2+}-Gehalt unter dem Einfluß hoher Salzkonzentrationen, die auf den antagonistischen Effekt des Natriums zurückgeführt wird, wird von Ayoub & Ishag (1974) und Lessani & Marschner (1978) bestätigt. Nach Lahaye & Epstein (1969) wird bei Buschbohnen bei Salzbehandlung (NaCl) sowohl die Na^+-Aufnahme als auch die Gefahr eines durch Na^+-induzierten Ca^{2+}-Mangels durch ein erhöhtes Ca^{2+}-Angebot im Medium vermindert. Elzam & Epstein (1969)

und Cramer et al. (1985) berichten, daß die Verdrängung des Calciums von seinen Bindungsstellen in den Wurzelmembranen eine Salzschädigung mit verursachen kann, da Calcium eine wichtige Rolle bei selektiven Transportprozessen durch Biomembranen spielt, speziell für die K^+-Aufnahme in Anwesenheit von Natrium. Es scheint jedoch, daß die Abnahme der Ca^{2+}-Gehalte in den eigenen Untersuchungen zu gering war, um einen Einfluß auf das Wachstum bei hohem Salzangebot zu haben (Lessani & Marschner, 1978 und Bezerra, 1985).

Bei der Übertragbarkeit von Ergebnissen aus in vitro und Gefäßversuchen auf die Feldbedingungen ist der Einfluß der dort vorherrschenden Klimafaktoren und Bodenverhältnisse, insbesondere Staunässe und die Zusammensetzung sowie die Konzentration der Salze, zu berücksichtigen.

6. Schlußfolgerung

Aus den Ergebnissen der vorliegenden Versuche wird gefolgert, daß die meisten Wild- und Primitivformen der Kartoffel in gleicher Weise wie die Kultursorten in vitro tauglich sind.

Die Ergebnisse sowohl der in vitro Versuche als auch des Gefäßversuches korrelierten bezüglich der Sproßlänge, Trockenmasse und der Mineralstoffgehalte hoch signifikant und können einen Aufschluß über die NaCl-Toleranz unterschiedlicher *Solanum*-Arten geben. Die salzempfindlichen *Solanum*-Arten wiesen im Sproß höhere Salzgehalte (Na^+ und Cl^-) auf als die salztoleranten. Daraus läßt sich folgern, daß bei der Art *Solanum* die Salztoleranz auf einem Ausschlußmechanismus (Excluder) beruht.

Bei den Wild- und Primitivformen war eine größere Variabilität bezüglich der Salztoleranz festzustellen als bei den Kulturformen.

Durch systematisches Screening auf Salztoleranz sind aus dem verfügbaren Genmaterial von *Solanum* salztolerante Genotypen zu ermitteln. Die Anwendung des in vitro Verfahrens stellt in dieser Hinsicht eine sinnvolle und hilfreiche Methode dar.

7. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird über den Einsatz der in vitro Technik zum Screening auf Salzverträglichkeit verschiedener *Solanum*-Arten berichtet.

Es wurden insgesamt 86 *Solanum*-Genotypen (70 Wild- und Privmitivformen, 5 Klone sowie 11 Kultursorten) geprüft. Dieses Material wurde zuerst in vivo im Gewächshaus aus Samen (Primitiv- und Wildformen) oder Knollen (Klone und Kultursorten) angezogen. Aus 74 Genotypen wurden Pflanzen erhalten, woraus Achselknospen gewonnen und in vitro vermehrt wurden. Dieses in vitro vermehrte Material bildete die Basis für alle weiteren Versuche (in vitro und in vivo Versuche), so daß ein genetisch einheitliches Material zur Verfügung stand.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die bei den Kultursorten der Kartoffel festgestellte in vitro-Tauglichkeit wurde auch für die Wild- und Primitivformen bestätigt, wobei große genotypische Unterschiede vor allem in der Anzahl der wurzelbildenden Nodien bestanden.

- Alle untersuchten Sproß- und Wurzelmerkmale wurden durch die Salzbehandlung unterschiedlich negativ beeinflußt, wobei die Wurzelmerkmale am stärksten beeinträchtigt wurden.

- Die Auswertung von vier Sproß- und drei Wurzelmerkmalen der in vitro vermehrten Pflanzen ergab, daß die Sproß- und Wurzelmerkmale weitgehend positiv signifikant korrelierten.

- Rangfolgen der Genotypen wurden auf der Basis der Regressionskoeffizienten der untersuchten Parameter in Abhängigkeit von den Salzkonzentrationen in den Nährmedien erstellt.

- Die Parameter Länge und Trockenmasse des Sprosses der beiden in vitro Versuche (festes und flüssiges Nährmedium) sowie die Gehalte der untersuchten Salzionen (Na^+, Cl^-, K^+ und Ca^{2+}), bis

auf den Ca^{2+}-Gehalt in den Wurzeln bei beiden Versuchen, korrelierten hoch signifikant.

- Das Wachstum der Pflanzen, gemessen als Sproßlänge und Trockenmasse war in beiden in vitro Versuchen (festes und flüssiges Nährmedium) von der Fähigkeit der Pflanzen abhängig, bei hohem Salzangebot weniger Na^+ und Cl^- im Sproß zu akkumulieren.

- Die Mineralstoffgehalte (Na^+, Cl^-) der jungen und älteren Blätter sowie des Stengels wiesen negative signifikante Korrelationen zu den Parametern Länge und Trockenmasse des Sprosses sowie zum Ertrag und zur Anzahl der Knollen im Gefäßversuche auf. Außerdem bestand eine signifikante positive Korrelation zwischen dem Pflanzenwachstum und den K^+-Gehalten der jungen Blätter und des Stengels sowie den Ca^{2+}-Gehalten der jungen Blätter. Die Ca^{2+}-Gehalte in den Stengeln waren dagegen mit dem Wachstum signifikant negativ korreliert.

- Die untersuchten *Solanum*-Arten wiesen sowohl in vitro als auch in vivo unterschiedliches Vermögen auf, die Akkumulation von Na^+ und Cl^- im Sproß zu verhindern.

- Die Korrelation zwischen den Parametern Trockenmasse und Länge des Sprosses in den in vitro-Versuchen und im Gefäßversuch war hoch signifikant. Die Korrelation der beiden Parameter in vitro zu Anzahl und Ertrag der Knollen (Gefäßversuch) war ebenfalls hoch signifikant.

- Von den untersuchten Genotypen zeigten sechs Wildformen hohe Salzverträglichkeit, wogegen die Kultursorten niedrige Salzverträglichkeit aufwiesen.

- Die Ergebnisse deuten darauf hin, daß die Wild- und Primitivformen von *Solanum*-Arten ein genetisches Potential für die Entwicklung von salzverträglichen Kartoffelsorten darstellen.

Aus diesen Untersuchungen läßt sich folgern, daß sich die Meristemkultur als Screeningmethode für die Ermittlung der NaCl-Toleranz von *Solanum*-Arten durchaus eignet.

Summary

Suitability of in vitro culture for the characterization of salinity tolerance of *Solanum* spp.

The objectives of this study were:

- Verification of the suitability of wild and primitive forms of the potato for in vitro culture.

- Verification of the suitability of in vitro culture for screening of salt tolerance of potato genotypes.

- Assessment of the relative importance of some morphological and physiological parameters for the characterization of salt tolerance of potatoes.

- Identification of salt tolerant potato genotypes.

The study was conducted with eighty-six genotypes (70 wild and primitive forms, 5 clones and 11 cultivars) which were firstly propagated (seeds or tubers) in a greenhouse. Seventy-four genotypes were successfully propagated from auxillary buds and tested in vitro. This genetically stable material was used as a basic source for the further in vitro and in vivo trials.

The results could be summarized as follows:

- The already acknowledged suitability of potato cultivars for in vitro culture was also proven for the wild and primitive forms of the potato. However in vitro they have shown greater genotypical differences in root formation.

- The shoot and particularly root parameters were negatively affected by the NaCl treatments.

- Sodium chloride effects on root and shoot parameters were highly significantly correlated.

- Ranking of the genotypes for NaCl tolerance on the base of the regression coefficients of the different parameters at varied salt concentrations were established.

- Also in the in vivo pot experiment the Na^+ and Cl^- contents of the stem and of the young and old leaves were highly inversely correlated to the plant growth (length of the stem and dry matter of the shoots) and the development of tuber yield and number. Moreover there was a highly positive correlation between both parameters and the K^+ contents of young leaves and stem, as well as to the Ca^{2+} contents of the young leaves. The accumulation of Ca^{2+} in the stems was inversely correlated to stem length and shoot dry matter.

- The ability of the genotypes to prevent the accumulation of Na^+ and Cl^- in the shoot system varied considerably, both in vitro and in vivo.

- Length of the stem dry matter of the shoots between both in vitro trials (solid and liquid nutrient mediums) as well and the concentration of the salt ions Na^+, Cl^-, K^+ and Ca^{2+} and the in vivo pot experiment were closely related.

- The ability of the plant to tolerate NaCl, as determined by the length of the stem and the dry matter of the shoots in both of the in vitro experiments (solid and liquid nutrient mediums), was closely related to the ability of the plant to reduce the accumulation of Na^+ and Cl^- in the shoots.

- The correlation between both parameters (stem length and shoot dry matter) with both in vitro experiments and the pot experiment were highly positively correlated with each other as well as with the tuber yield and number (in pot experiment).

- High salt tolerance could be identified in six wild forms, whilest in comparison the cultivars indicate only low tolerance.

- The results showed that the wild and primitive forms of the potato could provide a genetic potential for the development of

salt tolerant potato cultivars.

It could be concluded that the meristem culture could be used as a screening method for identification of NaCl-tolerance of *Solanum* species.

8. Literaturverzeichnis

ABEL, G.H. (1969): Inheritance of the capacity for chloride inclusion and chloride exclusion by soybeans. Crop Sci. 9, 697-698.

ABO EL ZAHAB, A.A. (1971): Salt tolerance of eight Egyptian cotton varieties. Part 1: At germination stage. Z. Acker- und Pflanzenbau 133, 299-307.

AHMAD, R. and Z.N. ABDULLAH (1979): Salinity induced changes in the growth and chemical composition of potato. Pakistan J. Bot. 11, 103-112.

AHMAD, R. and Z.N. ABDULLAH (1982): Potato cultivation using sea water dilution for irrigation. Z. Acker- und Pflanzenbau 151, 75-80.

ALBREGTS, E.E. and C.M. HOWARD (1973): Influence of temperature and moisture stress from sodium chloride salinization on okra emergence. Agron. J. 65, 836-837.

ANONYM (1986): Bedeutung der Kartoffel wird weltweit zunehmen. Der Kartoffelbau 37 (3), 82.

ARSLAN, N., G. MIX und N. EL BASSAM (1987): Ermittlung der Salztoleranz in vitro bei Wildarten und Kultursorten der Kartoffel. Landbauforschung Völkenrode 37 (3), 128-131.

ASHRAF, M. and F. KARIM (1990): Differences between blackgram (Vigna mungo L.) cultivars in NaCl resistance. Z. Pflanzenernähr. Bodenkd. 153, 15-20.

ASHRAF, M. and T. McNEILLY (1990): Improvement of salt tolerance in maize by selection and breeding. Plant Breeding 104, 101-107.

ASHRAF, M. and A. WAHEED (1990): Screening of local/exotic accessions of lentil (Lens culinaris Medic.) for salt tolerance at two growth stages. Plant and Soil 128, 167-176.

ASHRAF, M., T. McNEILLY and A.D. BRADSHAW (1987): Selection and heritability of tolerance to sodium chloride in four forage species. Crop Sci. 27, 232-234.

AYOUB, A.T. and H.M. ISHAG (1974): Sodium toxicity and cation imbalance in dry beans (Phaseolus vulgaris L.). J. Agric. Sci. 82, 339-342.

AZHAR, F.M. and T. McNEILLY (1988): The genetic basis of variation for salt tolerance in Sorghum bicolor (L.) Moench. seedlings. Plant Breeding 101, 114-120.

BEN-HAYYIM, G. and J. KOCHBA (1983): Aspects of salt tolerance in NaCl-selected stable cell lines of Citrus sinensis. Plant Physiol. 72, 685-690.

BERNSTEIN, L. (1975): Effects of salinity and sodacity on plant growth. Ann. Rev. Phytopathology 13, 295-311.

BEZERRA, F.C. (1985): Untersuchungen über physiologische Ursachen genotypischer Unterschiede in der Salztoleranz von Hirse (Sorghum bicolor (L.) Moench). Diss. U. Hohenheim.

BILSKI, J.J., D.C. NELSON and R.L. CONLON (1988): Response of six wild potato species to chloride and sulfate salinty. Am. Potato J. 65, 605-612.

BRUNS, S. (1988): Einfluß hoher Salzkonzentrationen zu verschiedenen Entwicklungsstadien auf morphologische und anatomische Parameter sowie Ertrag und Qualität mehrerer Kartoffelsorten. Diss. TU Berlin.

BRUNS, S. und K. CAESAR (1990): Sproßentwicklung und Knollenerträge mehrerer Kartoffelsorten bei hohen Salzkonzentrationen zu verschiedenen Entwicklungsstadien. Potato Res. 33, 23-32.

CAMPBELL, W.F., R.J. WAGENET and R.R. RODRIGUEZ (1986): Salinity, water management and fertility interactions on yield and nitrogen fixation in snap beans. Irrig. Sci. 7, 195-204.

CHANDLER, S.F., K.Y. PAEK, E.C. PUA, E. RAGOLSKY, B.B. MANDAL and T.A. THROPE (1988): The effectiveness of selection for salinity tolerance using in vitro shoot cultures. Bot. Gaz. 149 (2), 166-172.

CHAVAN, P.D. and B.A. KARADGE (1980): Influence of salinity on mineral nutrition of Peanut (Arachis hypogea L.). Plant and Soil 54, 5-13.

CHEN, Y., E. ZAHAVI, P.B. BARAK and N. UMIEL (1980): Effects of salinity stresses on tobacco. 1. The growth of Nicotiana tabacum callus cultures under sea water, NaCl, and mannitol stresses. Z. Pflanzenphysiol. Bd. 98, 141-153.

CRAMER, G.R., A. LÄUCHLI and V.S. POLITO (1985): Displacement of Ca^{2+} by Na^{+} from the plasmalemma of root cells. A primary response to salt stress? Plant Physiol. 79, 207-211.

DAMBROTH, M. and N. EL BASSAM (1982): Low input varieties: Definition, ecological requirements and selection. Proceedings of the first international symposium on genetic specifity of mineral nutrition of plants, Belgrad.

DEHAN, K. and M. TAL (1978): Salt tolerance in the wild relatives of the cultivated tomato: responses of Solanum pennellii to high salinity. Irrig. Sci. 1, 71-76.

DIX, P.J. and H.E. STREET (1975): Sodium chloride-resistant cell lines from Nicotiana sylvestris and Capsicum annuum. Plant Sci. Lett. 5, 231-237.

EL BASSAM, N. (1967): Vegetationsversuche zur Wirkung verschiedener Salze und Salzkonzentrationen im Bewässerungswasser. Diss. U. Bonn.

ELZAM, O.E. and E. EPSTEIN (1969): Salt relations of two grass species differing in salt tolerance. 1: Growth and salt content at different salt concentrations. Agrochimica 13, 187-195.

EPSTEIN, E. (1980): Response of plants to saline environments. In: D.W. Rains, R.C. Valentine, A. Hollaender (ed.), Genetic Engineering of Osmoregulation: Impact of plant productivity for food chemicals and energy, Plenum Press. New York, 7-12.

EPSTEIN, E. (1985): Salt tolerant crops, origin development and prospects of the concept. Plant and Soil 89, 187-198.

EPSTEIN, E., J.D. NORLYN, D.W. RUSH, R.W. KINGSBURY, D.B. KELLEY, G.A. CUNNING-HAM and A.F. WRONA (1980): Saline culture of crops: A genetic approach. Science 210, 399-404.

FAO (1983): Production yearbook. Food and Agriculture Organization of the UN, Rome.

FEIGIN, A., D. LEVY, A. MEIRI and S. FEIGENBAUM (1987): The response of potato plants (cv. Desirée) to different NO3/Cl combinations in a saline nutrient solution. In: Improvement of potato productivity in developing countries, Annual Report 1986/1987, The Volcani Center, Israel, 31-48.

FORSTER, B.P., J. GORHAM and T.E. MILLER (1987): Salt tolerance of an amphiploid between Triticum aestivum and Agropyron junceum. Plant Breeding 98, 1-8.

FREYTAG, A.H., J.A. WRATHER and A.W. ERICHSEN (1990): Salt tolerant sugarbeet progeny from tissue cultures challenged with multiple salts. Plant Cell Reports 8 (11), 647-650.

GOEFT, A. und J.J. OERTLI (1989): Salzstress im Reagenzglas, pflanzliche Zellkulturen in der pflanzenphysiologischen Grundlagenforschung. Landwirtschaft Schweiz 2 (3), 111-115.

GOODWIN, P.B. and T. ADISARWANTO (1980): Propagation of potato by shoot tip culture in petri dishes. Potato Res. 23, 445-448.

GOODWIN, P.B., Y.C. KIM and T. ADISARWANTO (1980): Propagation of potato by shoot tip culture. 1. Shoot multiplication. Potato Res. 23, 9-18.

GREENWAY, H. (1962): Plant response to saline substrates. II: Chloride sodium and potassium in young plants of Hordeum vulgare during and after a short sodium chloride treatment. Aust. J. Biol. Sci. 15, 39-57.

GREENWAY, H. and R. MUNNS (1980): Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. Ann. Rev. Plant Physiol. 31, 149-190.

HANSEN, E.H. and D.N. MUNNS (1988): Effects of $CaSO_4$ and NaCl on growth and nitrogen fixation of Leucaena leucocephala. Plant and Soil 107, 95-99.

HASEGAWA, P.M., T. MURASHIGE and F.H. TAKATORI (1973): Propagation of asparagus through shoot apex culture. II: Light and temperature requirements, transplantability of plants and cytological characteristics. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98, 143-148.

HELAL, M., K. KOCH and K. MENGEL (1975): Effects of salinity and potassium on the uptake of the nitrogen and on nitrogen metabolism in young barley plants. Physiol. Plant. 35, 310-313.

HOEKSTRA, R. (1990): Evaluierung von Wildarten und Primitivformen der Kartoffel. Gemeinsames Kolloquium, Sicherung und Nutzbarmachung pflanzengenetischer Ressourcen, Braunschweig-Gatersleben, 126-133.

HOFFMAN, G.J. and S.L. RAWLINS (1971): Growth and water potential of root crops as influenced by salinity and relative humidity. Agron. J. 63, 877-880.

HORTON, D.E. (1987): Potatoes: Production, marketing and programs for developing countries. Westview Press, Boulder.

HU, C.Y. and P.J. WANG (1983): Meristem, shoot tip and bud cultures. In: D.A. Evans, W.R. Sharp, P.V. Amirrato and Y. Yamada (ed.), Hand Book of Plant Cell Culture, Macmillan Publishing Co., New York, Vol. 1, 177-227.

IMAMUL HUQ, S.M. and F. LARHER (1985): Dynamics of Na^+, K^+ and proline in salt treated Vigna sinensis (L.) and Phaseolus aureus (L.). J. Plant Physiol. 119, 133-147.

JAIN, R.K., R.S. DHWAN, D.R. SHARMA and J.B. CHOWDHURY (1987): Salt tolerance and proline accumulation: A comparative study in salt-tolerant and wild type cultured cells of eggplant. Plant Cell Reports 6, 382-384.

JURINAK, J.J. and R.J. WAGENET (1981): Fertilization and Salinity. In: D. Yaron (ed.), Irrigation, Salinity and Water Resources, Marcel Dekker, New York, 103-120.

KATZ, A. and M. TAL (1980): Salt tolerance in the wild relatives of tomato: Proline accumulation in callus tissue of Lycopersicon esculentum and L. peruvianum. Z. Pflanzenphysiol. 98, 429-435.

KINGSBURY, R.W. and E. EPSTEIN (1984): Selection for salt-resistant spring wheat. Crop Sci. 24, 310-315.

LAHAYE, P.A. and E. EPSTEIN (1969): Salt tolerance by plants enhancement with calcium. Science 166, 395-396.

LÄUCHLI, A. and J. WIENEKE (1979): Studies on growth and distribution of Na^+, K^+ and Cl^- in soybean varieties differing in salt tolerance. Z. Pflanzenernähr. Bodenkd. 142, 3-13.

LESSANI, H. and H. MARSCHNER (1978): Relation between salt tolerance and long-distance transport of sodium and chloride in various crop species. Aust. J. Plant Physiol. 5, 27-37.

LEVY, D. and D. MAGNUSSON (1989): The response of potatoes to salinity under field conditions. In: Improvement of potato productivity in developing countries, Annual Report (1988/1989), The Volcani Center, Israel, 19-33.

LEVY, D., E. FOGELMAN and Y. ITZHAG (1988): The effect of water salinity on potatoes (Solanum tuberosum L.): Physiological indices and yielding capacity. Potato Res. 13, 601-610.

LUNIN, J., M.H. GALLATIN and A.R. BATCHELDER (1963): Salinity irrigation of several vegetable crops at various growth stages. 1: Effect on yields. Agron. J. 55, 107-110.

LYNCH, J., E. EPSTEIN and A. LÄUCHLI (1982): NaCl relationship in salt-stressed barley. In: A. Scaife (ed.), Proceedings of the 9th International Plant Nutrition Colloquium, Warwick, England, Commonw. Agric. Bur., Farnham Royal Bucks, 347-352.

MAAS, E.V. (1986): Salt tolerance of plants. Appl. Agric. Res. 1, 12-26.

MAAS, E.V. and G.J. HOFFMAN (1977): Crop salt tolerance current assessment. J. of the Irrigation and Drainage Division 103, 115-134.

MAAS, E.V. and G.J. HOFFMAN (1986): Salinity sensitivity of sorghum at three growth stages. Irrig. Sci. 7, 1-11.

MAAS, E.V. and J. POSS (1989): Salt sensitivity of wheat at various growth stages. Irrig. Sci. 10, 29-40.

MAAS, E.V., G.J. HOFFMAN, G.D. CHABA, J.A. POSS and M.C. SHANNON (1983): Salt sensitivity of corn at different growth stages. Irrig. Sci. 4, 45-57.

MARSCHNER, H., A. KYLIN and P.J.C. KUIPER (1981): Differences in salt tolerance of three sugar beet genotypes. Physiol. Plant. 51, 234-238.

MATAR, Y., H.W. DORING und H. MARSCHNER (1975): Auswirkung von NaCl und Na_2SO_4 auf Substanzbildung, Mineralstoffgehalt und Inhaltsstoffe bei Spinat und Salat. Z. Pflanzenernähr. Bodenkd. 138, 295-307.

McCOWN, B. and R. AMOS (1979): Initial trials with commercial micro-propagation of birch selections. Proc. Int. Plant Prop. Soc. 29, 387-393.

McCOY, T.J. (1987): Characterization of alfalfa (Medicago sativa L.) plants regenerated from selected NaCl tolerant cell lines. Plant Cell Reports 6, 417-422.

MEIRI, A., M. BEN-HUR and A. NACHMIAS (1987): Salt tolerance of four potato varieties. In: Improvement of potato productivity in developing countries, Annual Report 1986/1987, The Volcani Center, Israel, 50-64.

MELLOR, F.C. and R. STACE-SMITH (1977): Virus-free potatoes by tissue culture. In: J. Reinert and Y.P.S. Bajaj (ed.), Applied and fundamental aspects of plant cell, tissue and organ culture, Springer-Verlag, Berlin, 616-646.

MILLER, S.A. and LIPSCHUTZ (1984): Root and tuber crops: Potato. In: P.V. Ammirato, D.A. Evans, W.C. Sharp and Y. Yamada (ed.), Hand book of plant cell culture, Macmillan Publishing Co., New York, Vol. 3, 291-326.

MIX, G. (1981): Kartoffelsorten aus dem Reagenzglas - Bedingungen zur Langzeitlagerung. Der Kartoffelbau 32 (7), 198-199.

MIX, G. (1983): Langzeitlagerung von Kartoffelgenmaterial in vitro. Landbauforschung Völkenrode 33 (3), 179-182.

MOELJOPAWIRO, S. and H. IKEHASHI (1981): Inheritance of salt tolerance in rice. Euphytica 30, 291-300.

MOORBY, J. (1978): The physiology of growth and tuber yield. In: P.M. Harris (ed.), The potato crop, Chapman and Hall, London.

MORPURGO, R. (1988): Correlation between in vivo and in vitro potato clones grown under salt stress conditions. Italian Soc. for Agric. Genetics, Genetica Agraria 42, 85-86.

MURASHIGE, T. (1974): Plant propagation through tissue cultures. Ann. Rev. Plant Physiol. 25, 135-166.

MURASHIGE, T. and F. SKOOG (1962): A revised medium for rapid growth and bioassayes with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant. 15, 473-497.

NABORS, M.W., G.E. GIBBS, C.S. BERNSTEIN and M.E. MEIS (1980): NaCl-tolerant tobacco plants from cultured cells. Z. Pflanzenphysiol. 97, 13-17.

NERSON, H. and H.S. PARIS (1984): Effects of salinity on germination, seedling growth and yield of melons. Irrig. Sci. 5, 265-273.

ORTON, T.J. (1980): Comparison of salt tolerance between Hordeum vulgare and H. jubatum in whole plants and callus cultures. Z. Pflanzenphysiol. 98, 105-118.

PENNAZIO, S. and M. VECCHIATI (1976): Effects of naphthalineacetic acid on potato meristem tip development. Potato Res. 19, 257-261.

PONNAMPERUMA, F.N. (1982): Genotypic adaptability as a substitute for ammendments on toxic and nutrient deficient soils. In: A. Scaife (ed.), Proceedings of the 9th International Plant Nutrition Colloquium, Warwick, England, Commonw. Agric. Bur., Farnham Royal Bucks, 467-473.

RUSH, D.W. and E. EPSTEIN (1981): Breeding and selection for salt tolerance by the incorporation of wild germplasm into domestic tomato. J. Am. Soc. Hort. Sci. 106, 699-704.

SABBAH, S. and M. TAL (1990): Development of callus and suspension cultures of potato resistant to NaCl and mannitol and their response to stress. Plant Cell Tissue and Org. Culture 21, 119-128.

SHANNON, M.C. and L.E. FRANCOIS (1978): Salt tolerance of three muskmelon cultivars. J. Am. Soc. Hort. Sci. 103, 127-130.

SNEDECOR, G.W. and W.G. COCHRAN (1967): Statistical Methods, 6th ed., Iowa State University Press.

SPIEGEL-ROY, P. and G. BEN-HAYYIM (1985): Selection and breeding for salt tolerance in vitro. Plant and Soil 89, 243-252.

STAVAREK, S.J. and D.W. RAINS (1984): In: R.C. Staples and G.H. Toeniessen (ed.), Wiley-Interscience. New York, 321-334.

TAL, M. and M.C. SHANNON (1983): Salt tolerance in the wild relatives of the cultivated tomato: Responses of Lycopersicon esculentum, L. cheesmanii , L. peruvianum, Solanum pennellii and F1 hybrids to high salinity. Aust. J. Plant Physiol. 10, 109-117.

TAL, M., H. HEIKEN and K. DEHAN (1978): Salt tolerance in the wild relatives of the cultivated tomato: Responses of callus tissue of Lycopersicon esculentum, L. peruvianum and Solanum pennellii to high salinity. Z. Pflanzenphysiol. 86, 231-240.

TAL, M., A. KATZ, H. HEIKEN and K. DEHAN (1979): Salt tolerance in the wild relatives of the cultivated tomato: Proline accumulation in Lycopersicon esculentum Mill., L. peruvianum Mill and Solanum pennellii Cor. treated with NaCl and polyethylene glycole. New Phytol. 82, 349-355.

VAN DER ZAAG, D.E. (1989): Potato production in the world and an attempt to indicate the most yield reducing factors in Sudan. Proceedings of a symposium, org. by the National Technical Potato Committee and the Potato Development Project, Khartoum, Sudan, 15-26.

VAN HARTEN, A.M., H. BOUTER and C. BROERTJES (1981): In vitro adventitious bud techniques for vegetative propagation and mutation breeding of potato (Solanum tuberosum L.). II: Significance for mutation breeding. Euphytica 30, 1-8.

VOSE, P.B. (1983): Rationale of selection for specific nutritional characters in crop improvement with Phaseolus vulgaris L. as a case study. In: M.R. Saric and B.C. Loughman (ed.), Genetic Aspects of Plant Nutrition, Martinus Nijhoff Publishers, The Hague, Boston, Lancaster.

WANG, P.J. and C.Y. HU (1980): Regeneration of virus-free plants through in vitro culture. In: A. Fiecher (ed.), Advances in biochemical engineering, Springer-Verlag, Berlin, 62-99.

WIENEKE, J. and A. LÄUCHLI (1980): Effects of salt stress on distribution of Na^+ and some other cations in two soybean varieties differing in salt tolerance. Z. Pflanzenernähr. Bodenkd. 143, 55-67.

WINTER, E. and J. PERSTON (1982): Salt tolerance of Trifolium alexandrinum. IV: Ion measurement by X-ray microanalysis in unfixed frozen hydrated leaf cells at various stages of salt treatment. Aust. J. Plant Physiol. 9, 251-259.

WIRTH, F. (1986): Der Einfluß von NaCl und Na_2SO_4 auf Entwicklung und Ertragsbildung der Kartoffelpflanze Solanum tuberosum L. Sorte "Atica". Diss. TU Berlin.

YAMADA, Y. and Y. FUJITA (1983): Production of useful compounds in culture. In: D.A. Evans, W.R. Sharp, P.V. Ammirato and Y. Yamada (ed.), Hand book of plant cell culture, Macmillan Publishing Co., New York, Vol. 1, 717-728.

YANG, Y.W., R.J. NEWTON and F.R. MILLER (1990a): Salinity tolerance in sorghum. I: Whole plant response to sodium chloride in Sorghum bicolor and S. halepense. Crop Sci. 30, 775-781.

YANG, Y.W., R.J. NEWTON and F.R. MILLER (1990b): Salinity tolerance in sorghum. II: Cell culture response to sodium chloride in Sorghum bicolor and S. halepense. Crop Sci. 30, 781-785.

YEO, A.R. (1983): Salinity resistance: Physiologies and prices. Physiol. Plant. 58, 214-222.

YEO, A.R. and T.J. FLOWERS (1982): Accumulation and localization of sodium ions within the shoots of rice (Oryza sativa) varieties differing in salinity resistance. Physiol. Plant. 56, 343-348.

Sasikala D.P. Pothuri & P.V. Devi Prasad 1993
Influence of salinity on axillary bud cultures of six lowland tropical varieties of potato (Solanum tuberosum)
Plant Cell, Tissue and Organ Culture
32: 185-191.

9. Anhang

Abkkürzungen

abs.	absolut
aml.	amulans
andg.	andigena
BGRC	Braunschweiger Genetic Resources Collection
CIP	International Potato Center
gig.	gigantophyllum
mic.	microdontum
rel.	relativ
Rf1	Rangfolge der Genotypen hinsichtlich der Summe der Rangfolgen
Rf2	Rangfolge der Genotypen hinsichtlich der Regressionskoeffizienten
S.	Solanum
Tab. A	Tabelle im Anhang
tub.	tuberosum

Tabellen A1 - A7

Tab. A1: Einfluß des Salzangebotes auf die Anzahl der sproßbildenden Nodien bei 69 Kartoffel-Genotypen im ersten in vitro Versuch mit festem Nährmedium (Vorselektion)

			Anzahl der sproßbildenden Nodien Salzangebot mM NaCl							
			0		40		80		120	
Nr.	Spezies	BGRC/Sorte	abs	rel	abs	rel	abs	rel	abs	rel
1	S.acaule ssp.aemulans	17180	6.5	100	6.0	92	5.5	84	4.5	69
2	S.alandiae	31187	7.0	100	5.0	71	3.0	42	0.0	0
3	S. "	28491	7.0	100	6.0	85	5.5	78	2.0	28
4	S.berthaultii	18548	6.0	100	5.0	83	5.0	83	3.5	58
5	S. "	28033	7.0	100	7.0	100	6.0	85	3.0	42
6	S. "	10063	7.0	100	6.0	85	5.0	71	3.5	50
7	S.boliviense	7985	7.0	100	6.0	85	4.5	64	2.5	35
8	S.brevicaule	28023	7.0	100	7.0	100	5.0	71	4.0	57
9	S.canasense	8012	7.0	100	6.5	92	5.5	78	4.5	64
10	S.cardiophyllum	10052	7.0	100	6.0	85	5.0	71	2.0	28
11	S.chacoense	16979	7.0	100	7.0	100	7.0	100	7.0	100
12	S. "	24577	7.0	100	7.0	100	6.0	85	5.0	71
13	S. "	8030	7.0	100	6.5	92	6.0	85	3.5	50
14	S.commersonii	17655	7.0	100	7.0	100	6.0	85	5.0	71
15	S. "	17660	7.0	100	7.0	100	6.0	85	5.0	71
16	S.demissum	53643	6.5	100	6.0	92	4.5	69	0.0	0
17	S.fendleri	8088	7.0	100	6.0	85	4.0	57	0.0	0
18	S.gourlayi	16837	7.0	100	7.0	100	6.0	85	6.0	85
19	S. "	7180	7.0	100	7.0	100	5.0	71	4.0	57
20	S. "	17338	7.0	100	5.0	71	4.5	64	2.0	28
21	S.hannemanii	16843	7.0	100	7.0	100	6.0	85	5.0	71
22	S. "	16840	6.0	100	5.5	91	3.0	50	1.5	25
23	S.hawkesianum	16955	6.5	100	5.5	84	3.5	53	0.0	0
24	S. "	16951	7.0	100	7.0	100	5.5	78	4.0	57
25	S.incamayoense	17350	7.0	100	6.5	92	5.5	78	5.0	71
26	S. "	16903	5.5	100	4.5	81	4.0	72	2.0	36
27	S.infundibuliforme	24623	6.5	100	5.0	76	4.0	61	2.0	30
28	S. "	16842	5.0	100	4.5	90	3.5	70	1.0	20
29	S.kurtzianum	17585	7.0	100	6.0	85	5.0	71	4.0	57
30	S. "	17576	7.0	100	6.0	85	5.0	71	3.0	42
31	S.leptophyes	7184	7.0	100	7.0	100	4.0	57	2.0	28
32	S. "	27211	5.5	100	5.5	100	5.0	90	2.5	45
33	S.medians	18554	7.0	100	5.0	71	4.0	57	3.0	42
34	S.megistacrolobum	27262	7.0	100	6.0	85	4.0	57	2.0	28
35	S.microdontum ssp.mic.	7197	7.0	100	6.0	85	5.0	71	5.0	71
36	S.multidissectum	8145	6.5	100	5.0	76	3.0	46	3.0	46
37	S.okadae	24720	7.0	100	5.5	78	4.0	57	3.0	42
38	S. "	24719	6.5	100	5.0	76	4.5	69	2.0	30
39	S.pampasense	8161	5.5	100	5.5	100	3.0	54	0.0	0
40	S.phureja	50199	7.0	100	7.0	100	6.0	85	5.0	71
41	S.raphanifolium	15446	7.0	100	7.0	100	5.0	71	4.0	57

Fortsetzung nächste Seite

Fortsetzung Tab. A1:

42	S.sanctae-rosae	15454	6.5	100	6.0	92	5.5	84	4.0	61
43	S. "	17569	5.5	100	4.0	72	3.5	63	2.5	45
44	S.sparsipilum	24687	7.0	100	7.0	100	7.0	100	5.5	78
45	S.spegazzinii	18326	7.0	100	7.0	100	7.0	100	7.0	100
46	S. "	16929	7.0	100	5.0	71	4.0	57	3.0	42
47	S.stenotomum	27165	7.0	100	6.5	92	6.0	85	3.0	42
48	S "	18478	7.0	100	7.0	100	3.0	42	0.0	0
49	S.stoloniferum	7229	7.0	100	6.5	92	5.5	78	3.0	42
50	S.sucrense	24695	6.5	100	5.0	76	4.5	69	1.5	23
51	S. "	27290	7.0	100	6.0	85	5.0	71	4.0	57
52	S.tarijense	24717	7.0	100	7.0	100	6.0	85	5.0	71
53	S. "	17423	7.0	100	7.0	100	6.0	85	4.0	57
54	S.tuberosum ssp.andg.	28043	7.0	100	7.0	100	5.5	78	5.0	71
55	S. " "	7463	7.0	100	6.5	92	5.5	78	5.0	71
56	S.vernei	15451	7.0	100	7.0	100	6.0	85	5.0	71
57	S. "	17536	7.0	100	6.0	85	5.0	71	2.5	35
58	S.vidaurrei	16828	7.0	100	6.5	92	6.0	85	4.0	57
59	S.tuberosum ssp.tub.	Alpha	7.0	100	6.5	92	6.0	85	5.0	71
60	S. " "	Culpa	5.0	100	3.0	60	2.0	40	0.0	0
61	S. " "	Desirée	7.0	100	7.0	100	5.5	78	5.0	71
62	S. " "	Diamant	7.0	100	7.0	100	6.0	85	3.0	42
63	S. " "	Draga	7.0	100	7.0	100	6.0	85	4.0	57
64	S. " "	Erntestolz	6.0	100	6.0	100	5.0	83	4.0	66
65	S. " "	Hansa	6.5	100	6.0	92	2.5	38	0.0	0
66	S. " "	Kennebec	7.0	100	6.0	85	4.0	57	2.5	35
67	S. " "	Marfona	7.0	100	7.0	100	6.0	85	4.0	57
68	S. " "	Roxy	6.5	100	6.0	92	5.0	76	2.5	38
69	S. " "	Spunta	7.0	100	6.0	85	5.0	71	4.5	64
		$\bar{x}$	6.7	100	6.1	90	4.9	73	3.2	48

	GD (5%)	(1%)
Salzangebot	0.1	0.2
Wechselwirkung Salzangebot x Genotyp	0.7	0.9

Tab. A2: Einfluß des Salzangebotes auf die Länge des gebildeten Hauptsprosses bei 69 Kartoffel-Genotypen im ersten in vitro Versuch mit festem Nährmedium (Vorselektion)

			Sproßlänge cm Salzangebot mM NaCl							
			0		40		80		120	
Nr.	Spezies	BGRC/Sorte	abs	rel	abs	rel	abs	rel	abs	rel
1	S.acaule ssp.aemulans	17180	1.5	100	0.9	63	0.5	34	0.3	25
2	S.alandiae	31187	2.7	100	1.1	40	0.5	20	0.0	0
3	S. "	28491	0.8	100	0.5	59	0.2	31	0.1	17
4	S.berthaultii	18548	0.4	100	0.3	61	0.1	34	0.1	26
5	S. "	28033	2.8	100	1.7	62	1.1	41	0.6	23
6	S. "	10063	1.4	100	0.9	66	0.5	40	0.3	21
7	S.boliviense	9785	0.6	100	0.3	55	0.1	28	0.1	14
8	S.brevicaule	28023	2.2	100	1.4	63	0.7	33	0.3	18
9	S.canasense	8012	1.7	100	1.1	67	0.7	40	0.5	32
10	S.cardiophyllum	10052	5.2	100	1.4	28	0.4	8	0.1	3
11	S.chacoense	16979	2.5	100	2.1	87	1.7	72	1.4	60
12	S. "	24577	2.9	100	1.3	46	0.8	29	0.7	24
13	S. "	10063	2.7	100	1.6	60	0.9	35	0.5	19
14	S.commersonii	17655	1.1	100	0.7	61	0.6	52	0.4	35
15	S. "	17660	1.6	100	0.9	55	0.7	44	0.3	19
16	S.demissum	53643	1.8	100	1.0	57	0.9	53	0.0	0
17	S.fendleri	8088	1.6	100	1.1	66	0.6	41	0.0	0
18	S.gourlayi	16837	1.2	100	1.0	84	0.8	66	0.6	53
19	S. "	7180	4.0	100	2.3	58	1.6	41	1.0	26
20	S. "	17338	1.1	100	0.6	60	0.5	53	0.2	18
21	S.hannemanii	16843	1.7	100	1.1	62	0.8	47	0.6	35
22	S. "	16840	1.4	100	0.7	54	0.5	38	0.1	8
23	S.hawkesianum	16955	2.4	100	1.3	55	0.7	31	0.0	0
24	S. "	16951	1.6	100	0.8	53	0.4	28	0.2	12
25	S.incamayoense	17350	2.0	100	1.2	64	0.8	42	0.7	35
26	S. "	16903	1.9	100	1.0	54	0.5	29	0.3	16
27	S.infundibuliforme	24623	1.6	100	0.8	53	0.4	26	0.3	19
28	S. "	16842	1.4	100	0.2	16	0.1	9	0.1	7
29	S.kurtzianum	17585	1.9	100	1.1	62	0.8	42	0.6	33
30	S. "	17576	1.9	100	1.1	60	0.7	39	0.4	25
31	S.leptophyes	7184	0.8	100	0.5	61	0.3	40	0.2	24
32	S "	27211	0.7	100	0.3	55	0.2	41	0.1	22
33	S.medians	18554	0.7	100	0.5	65	0.2	38	0.2	25
34	S.megistacrolobum	27262	1.4	100	0.5	34	0.4	29	0.2	14
35	S.microdontum ssp.mic .	7197	0.9	100	0.5	60	0.3	43	0.3	38
36	S.multidissectum	8145	0.7	100	0.4	60	0.3	41	0.2	34
37	S.okadae	24720	0.5	100	0.2	46	0.1	27	0.1	19
38	S. "	24719	0.5	100	0.3	56	0.1	32	0.1	9
39	S.pampasense	8161	0.6	100	0.3	61	0.2	35	0.0	0
40	S.phureja	50199	1.8	100	0.9	50	0.5	31	0.2	14
41	S.raphanifolium	15446	1.9	100	0.6	35	0.4	21	0.2	13

Fortsetzung nächste Seite

Fortsetzung Tab. A2:

42	S.sanctae-rosae	15454	0.6	100	0.3	60	0.2	41	0.2	33
43	S. "	17569	1.0	100	0.6	63	0.3	33	0.2	20
44	S.sparsipilum	24687	1.7	100	1.4	86	1.2	70	1.0	59
45	S.spegazzinii	18326	2.5	100	2.0	81	1.6	64	1.2	50
46	S. "	16929	1.2	100	0.5	45	0.3	23	0.2	21
47	S.stenotomum	27165	1.6	100	0.9	53	0.5	30	0.2	17
48	S. "	18478	3.1	100	1.8	57	0.9	31	0.0	0
49	S.toloniferum	7229	1.3	100	0.9	69	0.4	35	0.2	17
50	S.sucrense	24695	0.9	100	0.2	28	0.1	19	0.1	9
51	S. "	27290	1.4	100	0.7	52	0.5	40	0.3	26
52	S.tarijense	24717	2.1	100	1.7	82	1.3	64	1.0	52
53	S. "	17423	1.7	100	1.2	68	0.7	41	0.4	24
54	S.tuberosum ssp andg.	28043	1.2	100	0.9	77	0.7	59	0.5	48
55	S. " "	7463	0.5	100	0.4	75	0.3	57	0.2	44
56	S.vernei	15451	4.7	100	4.0	84	3.2	69	2.7	57
57	S. ,,	17536	4.9	100	2.2	46	1.2	25	0.5	11
58	S.vidaurrei	16828	1.7	100	1.1	66	0.7	39	0.5	30
59	S.tuberosum ssp.tub.	Alpha	1.4	100	0.5	41	0.5	35	0.3	22
60	S. " "	Culpa	0.5	100	0.2	51	0.1	30	0.0	0
61	S. " "	Desirée	0.7	100	0.6	78	0.4	62	0.3	49
62	S. " "	Diamant	2.3	100	1.1	50	0.4	19	0.3	16
63	S. " "	Draga	1.3	100	0.6	46	0.4	34	0.2	18
64	S " "	Erntestolz	0.5	100	0.3	64	0.2	43	0.1	36
65	S " "	Hansa	2.3	100	0.9	39	0.4	17	0.0	0
66	S. " "	Kennebec	1.2	100	0.7	55	0.3	29	0.1	14
67	S. " "	Marfona	1.8	100	1.0	56	0.6	36	0.4	26
68	S. " "	Roxy	1.0	100	0.6	63	0.5	48	0.2	23
69	S. " "	Spunta	1.1	100	0.5	52	0.4	38	0.3	30
		x	1.7	100	0.9	57	0.6	38	0.3	23

	GD (5%)	(1%)
Salzangebot	0.1	0.1
Wechselwirkung Salzangebot x Genotyp	0.2	0.3

Tab. A3: Einfluß des Salzangebotes auf die Anzahl der Blätter pro Sproß bei 69 Kartoffel-Genotypen im ersten in vitro Versuch mit festem Nährmedium (Vorselektion)

			Blattzahl Salzangebot mM NaCl							
			0		40		80		120	
Nr.	Spezies	BGRC/Sorte	abs	rel	abs	rel	abs	rel	abs	rel
1	S.acaule spp.aemulans	17180	6.3	100	4.8	77	4.2	67	4.0	63
2	S.alandiae	31187	12.7	100	6.5	51	5.0	39	0.0	0
3	S. "	28491	6.6	100	5.1	78	4.1	62	3.0	45
4	S.berthaultii	18548	4.2	100	3.0	71	3.0	71	3.0	71
5	S. "	28033	9.0	100	7.2	81	6.7	75	4.3	49
6	S. "	10063	3.5	100	8.8	65	7.6	56	5.8	43
7	S.boliviense	7985	6.2	100	5.0	80	4.7	75	2.7	44
8	S.brevicaule	28023	8.7	100	6.6	76	5.5	63	4.6	53
9	S.canasense	8012	12.0	100	9.5	79	7.3	61	6.5	54
10	S.cardiophyllum	10052	12.7	100	5.7	45	4.7	37	4.2	33
11	S.chacoense	16979	11.0	100	8.6	78	7.5	68	6.5	59
12	S. "	24577	10.0	100	9.6	96	8.6	86	7.3	74
13	S.chcoense	8030	10.6	100	8.6	81	6.8	65	5.5	52
14	S.commersonii	17655	8.3	100	7.0	84	6.2	75	5.5	66
15	S. "	17660	7.7	100	6.5	84	5.7	74	5.0	65
16	S.demissum	53643	10.0	100	8.6	86	6.5	65	0.0	0
17	S.fendleri	8088	7.5	100	6.5	86	5.6	75	0.0	0
18	S.gourlayi	16837	8.4	100	7.7	92	6.0	71	5.5	65
19	S. "	7180	10.8	100	8.3	77	7.1	66	6.0	55
20	S. "	17338	5.3	100	4.1	77	3.8	72	3.0	56
21	S.hannemanii	16843	8.2	100	7.2	88	5.8	71	4.7	59
22	S. "	16840	8.1	100	7.3	90	5.8	72	5.2	65
23	S.hawkesianum	16955	8.5	100	7.8	93	7.0	82	0.0	0
24	S. "	16951	8.6	100	7.3	86	6.6	77	4.2	49
25	S.incamayoense	17350	8.1	100	6.5	80	5.3	67	4.5	55
26	S. "	16903	7.9	100	6.0	76	5.0	63	4.2	54
27	S.infundibuliforme	24623	7.5	100	6.8	92	4.4	59	3.6	49
28	S. "	16842	6.1	100	4.3	71	3.3	55	2.6	43
29	S.kurtzianum	17585	7.3	100	6.3	86	5.5	75	5.0	68
30	S "	17576	8.9	100	7.4	83	6.0	68	4.6	52
31	S.leptophyes	7184	5.4	100	4.8	90	4.4	81	3.5	64
32	S. "	27211	3.7	100	3.0	80	2.7	73	2.0	53
33	S.medians	18554	8.0	100	4.3	55	3.5	44	2.2	28
34	S.megistacrolobum	27262	8.8	100	6.6	75	5.2	59	4.3	49
35	S.microdontum ssp.mic	7197	8.2	100	6.1	75	5.5	67	3.7	45
36	S.multidissectum	8145	6.5	100	5.5	84	4.2	65	3.5	54
37	S.okadae	24720	5.8	100	5.0	86	4.2	73	3.2	56
38	S. "	24719	6.5	100	6.0	92	5.2	81	4.5	69
39	S.pampasense	8161	5.0	100	4.3	87	3.5	70	0.0	0
40	S.phureja	50199	9.2	100	6.6	72	5.1	56	3.8	41
41	S.raphanifolium	15446	9.2	100	6.5	70	5.2	57	4.5	49

Fortsetzung nächste Seite

Fortsetzung Tab. A3:

42	S.sanctae-rosae	15454	6.8	100	5.2	76	4.8	70	4.0	58
43	S. "	17569	7.1	100	6.3	89	5.7	81	3.8	54
44	S.sparsipilum	24687	8.5	100	8.1	96	7.2	85	6.0	71
45	S.spegazzinii	18326	9.7	100	7.7	79	6.0	62	5.3	55
46	S. "	16929	7.7	100	3.6	47	3.0	39	2.7	36
47	S.stenotomum	27165	8.2	100	6.5	79	5.6	68	5.0	61
48	S. "	18478	10.1	100	8.8	87	7.0	69	0.0	0
49	S.stoloniferum	7229	7.3	100	5.7	79	4.7	64	3.2	44
50	S.sucrense	24695	8.3	100	5.0	57	4.5	54	3.7	45
51	S. "	27290	10.0	100	7.5	75	6.1	61	4.5	45
52	S.tarijense	24717	8.5	100	7.8	92	6.6	79	6.0	71
53	S. "	17423	7.6	100	6.7	89	5.7	75	4.4	58
54	S.tuberosum ssp.andg.	28043	6.3	100	6.0	94	5.7	90	4.7	74
55	S. " "	7463	6.5	100	5.2	80	4.2	65	3.6	55
56	S.vernei	15451	15.5	100	13.5	87	11.5	74	10.5	68
57	S. "	17536	13.1	100	10.7	83	9.0	69	6.0	46
58	S.vidaurrei	16828	7.8	100	6.3	81	5.0	63	4.3	55
59	S.tuberosum ssp.tub.	Alpha	8.7	100	7.1	81	6.3	73	5.5	63
60	S. " "	Culpa	6.0	100	5.2	88	4.0	67	0.0	0
61	S. " "	Desirée	8.8	100	7.5	85	6.8	77	6.1	69
62	S. " "	Diamant	11.0	100	6.9	63	5.2	48	4.5	41
63	S. " "	Draga	7.2	100	6.5	90	6.1	84	4.7	66
64	S. " "	Erntestolz	5.6	100	4.3	77	4.0	71	3.3	59
65	S. " "	Hansa	10.0	100	8.0	80	6.1	61	0.0	0
66	S. " "	Kennebec	6.8	100	5.1	75	4.3	63	4.0	58
67	S. " "	Marfona	10.0	100	7.5	76	6.1	62	4.3	43
68	S. " "	Roxy	5.6	100	4.5	80	3.8	69	3.0	53
69	S. " "	Spunta	7.0	100	5.3	77	4.8	70	3.5	50
		$\bar{x}$	8.3	100	6.5	79	5.5	66	3.9	48

	GD (5%)	GD (1%)
Salzangebot	0.2	0.3
Wechselwirkung Salzangebot x Genotyp	1.0	1.4

Tab. A4: Einfluß des Salzangebotes auf die Frischmasse der Sprosse bei 69 Kartoffel-Genotypen im ersten in vitro Versuch mit festem Nährmedium (Vorselektion)

			Frischmasse mg Salzangebot mM NaCl							
			0		40		80		120	
Nr.	Spezies	BGRC/Sorte	abs	rel	abs	rel	abs	rel	abs	rel
1	S.acaule ssp.aemulans	17180	54.5	100	33.9	62	22.0	40	13.6	25
2	S.alandiae	31187	37.3	100	18.0	48	6.6	18	0.0	0
3	S. "	28491	16.6	100	10.3	62	6.5	39	3.5	21
4	S.berthaultii	18548	14.8	100	8.9	61	7.0	47	5.2	35
5	S. "	28033	43.6	100	28.3	65	19.6	45	13.1	30
6	S. "	10063	59.5	100	36.3	61	24.0	40	15.8	27
7	S.boliviense	7985	76.3	100	37.2	49	14.7	19	7.9	10
8	S.brevicaule	28923	58.2	100	34.6	59	20.8	36	12.7	22
9	S.canasense	8012	69.6	100	44.8	64	25.4	37	18.1	26
10	S.cardiophyllum	10052	92.0	100	48.2	52	22.9	25	9.2	10
11	S.chacoense	16979	37.8	100	34.0	90	27.9	74	22.3	59
12	S. "	24577	46.1	100	31.0	67	23.0	50	14.6	32
13	S. "	8030	47.4	100	29.1	61	20.8	44	13.6	29
14	S.commesonii	17655	54.8	100	33.2	61	28.5	52	17.5	32
15	S. "	17660	66.1	100	33.5	51	20.6	31	14.1	21
16	S.demissum	53643	79.9	100	45.9	58	37.7	47	0.0	0
17	S.fendleri	8088	77.0	100	45.4	59	36.4	47	0.0	0
18	S.gourlayi	16837	41.1	100	33.5	81	26.1	64	19.7	48
19	S. "	7180	43.4	100	24.8	57	19.3	45	13.2	31
20	S. "	17338	39.6	100	23.4	59	18.6	47	5.0	13
21	S.hannemanii	16843	32.6	100	21.3	65	16.4	50	11.8	36
22	S. "	16840	40.8	100	24.0	59	15.8	39	6.5	16
23	S.hawkesianum	16955	69.3	100	39.2	57	30.1	43	0.0	0
24	S. "	16951	78.5	100	38.5	49	20.6	26	13.6	17
25	S.incamayoense	17350	40.7	100	27.1	67	19.6	48	12.5	40
26	S. "	16903	49.0	100	21.7	44	14.7	30	9.8	20
27	S.infundibuliforme	24623	39.3	100	22.2	57	13.8	35	7.6	19
28	S. "	16842	45.2	100	10.0	22	4.5	10	3.9	9
29	S.kurtzianum	17585	51.1	100	31.7	62	21.0	41	13.4	26
30	S. "	17576	37.8	100	23.8	63	17.3	46	12.4	33
31	S.leptophyes	7184	55.7	100	35.8	64	22.2	40	11.6	21
32	S. "	27211	14.3	100	8.9	62	6.0	42	4.1	29
33	S.medians	18554	9.6	100	6.0	62	4.1	43	3.2	33
34	S.megistacrolobum	27262	37.1	100	11.8	32	7.4	20	6.5	18
35	S.microdontum spp.mic .	7197	46.5	100	29.9	64	23.2	50	19.2	41
36	S.multidissectum	814	59.7	100	12.3	62	10.1	51	8.1	27
37	S.okadae	24720	23.6	100	14.0	59	7.5	32	6.0	25
38	S. "	24719	24.5	100	14.0	57	10.2	42	1.5	6
39	S.pampasense	8161	18.5	100	11.3	61	5.6	31	0.0	0
40	S.phureja	50199	56.3	100	35.9	64	22.3	40	10.5	19
41	S.raphanifolium	15446	67.1	100	23.6	35	20.5	31	11.7	1

Fortsetzung nächste Seite

Fortsetzung Tab. A4:

42	S.sanctae-rosae	15454	20.6	100	12.8	62	10.2	50	7.5	3
43	S. "	16569	41.3	100	24.8	60	14.0	34	10.2	25
44	S.sparsipilum	24687	60.6	100	53.3	88	43.8	72	31.1	51
45	S.spegazzinii	18326	65.1	100	54.7	84	41.6	64	31.7	49
46	S. "	16929	37.5	100	17.6	47	14.3	38	10.5	28
47	S.stenotomum	27165	37.3	100	22.6	61	13.9	37	7.9	21
48	S. "	18478	73.5	100	33.7	93	22.0	30	0.0	0
49	S.stoloniferum	7229	63.1	100	40.4	64	22.7	36	13.2	21
50	S.sucrense	24695	62.3	100	17.3	28	11.1	18	5.5	9
51	S. "	27290	69.7	100	43.5	62	18.7	27	10.3	15
52	S.tarijense	24717	83.2	100	71.2	86	54.4	65	41.2	50
53	S. "	17423	59.3	100	41.0	69	24.2	41	13.8	23
54	S.tuberosum ssp.andg.	28043	54.3	100	41.5	76	30.2	56	23.6	44
55	S. " "	7463	44.3	100	31.6	71	24.1	54	18.8	42
56	S.vernei	15451	81.9	100	71.2	87	56.2	69	40.6	50
57	S. "	17536	84.0	100	39.4	47	19.5	23	13.8	17
58	S.vidaurrei	16828	45.7	100	28.6	62	22.6	50	16.3	36
59	S.tuberosum ssp.tub.	Alpha	42.2	100	20.5	49	18.6	44	12.0	28
60	S. " "	Culpa	24.9	100	13.3	53	9.5	38	0.0	0
61	S. " "	Desirée	40.7	100	32.1	79	23.8	58	18.5	45
62	S. " "	Diamant	42.2	100	19.8	47	8.8	21	7.6	18
63	S. " "	Draga	50.5	100	22.2	44	12.6	25	8.5	17
64	S. " "	Erntestolz	24.1	100	15.5	64	11.3	47	7.7	32
65	S. " "	Hansa	49.8	100	17.6	35	12.4	25	0.0	0
66	S. " "	Kennebec	36.7	100	23.8	65	13.0	36	6.5	18
67	S. " "	Marfona	36.2	100	23.5	65	13.5	37	8.7	24
68	S. " "	Roxy	26.8	100	17.5	66	13.8	52	8.5	32
69	S. " "	Spunta	29.4	100	17.7	60	13.6	47	10.3	35
		$\bar{x}$	47.8	100	28.5	60	19.4	41	11.3	24

	GD (5%)	(1%)
Salzangebot	0.6	0.8
Wechselwirkung Salzangebot x Genotyp	5.2	6.9

Tab. A5: Einfluß des Salzangebotes auf die Anzahl der wurzelbildenden Nodien bei 69 Kartoffel-Genotypen im ersten in vitro Versuch mit festem Nährmedium (Vorselektion)

			Anzahl der wurzelbildenden Nodien Salzangebot mM NaCl							
			0		40		80		120	
Nr.	Spezies	BGRC/Sorte	abs	rel	abs	rel	abs	rel	abs	rel
1	S.acaule ssp.aemulans	17180	4.0	100	2.0	50	1.0	25	1.0	25
2	S.alandiae	31187	5.0	100	1.5	30	1.0	20	0.0	0
3	S. "	28491	6.0	100	4.0	66	1.5	25	1.0	16
4	S.berthaultii	18548	6.0	100	5.5	91	3.0	50	2.0	33
5	S. "	28033	7.0	100	5.0	71	3.5	50	2.0	28
6	S. "	10063	6.0	100	3.5	58	2.0	33	1.0	16
7	S.boliviense	7985	6.0	100	3.0	50	2.0	33	1.0	16
8	S.brevicaule	28023	5.5	100	4.5	81	2.5	45	2.0	36
9	S.canasense	8012	6.5	100	4.5	69	3.5	53	2.0	30
10	S.cardiophyllum	10052	2.5	100	1.0	40	1.0	40	0.0	0
11	S.chacoense	16979	7.0	100	7.0	100	6.5	92	5.0	71
12	S. "	24577	7.0	100	7.0	100	4.5	64	2.5	35
13	S. "	8030	6.5	100	5.0	76	3.5	53	1.0	15
14	S.commersonii	17655	7.0	100	6.0	85	4.5	64	3.0	42
15	S. "	17660	6.0	100	5.0	83	4.0	66	2.0	33
15	S.demissum	53643	7.0	100	5.0	71	4.0	57	0.0	0
17	S.fendleri	8088	5.0	100	4.0	80	2.0	40	0.0	0
18	S.gourlayi	16837	7.0	100	5.0	71	4.0	57	3.0	42
19	S. "	7180	7.0	100	6.0	85	4.0	57	2.0	28
20	S. "	17338	4.0	100	2.5	62	0.0	0	0.0	0
21	S.hannemanii	16843	7.0	100	6.0	85	3.5	50	2.0	28
22	S. "	16840	7.0	100	6.0	85	2.0	28	0.0	0
23	S.hawkesianum	16955	6.5	100	4.5	69	0.0	0	0.0	0
24	S. "	16951	7.0	100	5.0	71	2.5	35	0.0	0
25	S.incamayoense	17350	5.0	100	3.0	60	2.0	40	1.5	30
26	S. "	16903	4.0	100	3.0	75	1.5	37	0.0	0
27	S.infundibuliforme	24623	5.0	100	3.0	60	2.0	40	0.0	0
28	S. "	16842	0.0	100	0.0	0	0.0	0	0.0	0
29	S.kurtzianum	17585	6.5	100	4.5	69	3.0	46	2.0	30
30	S. "	17576	5.0	100	4.0	80	2.5	50	1.5	30
31	S.leptophyes	7184	6.0	100	4.5	75	2.0	33	1.5	25
32	S. "	27211	5.5	100	4.0	72	2.5	45	1.5	27
33	S.medians	18554	6.5	100	4.0	61	3.0	46	1.5	23
34	S.megistacrolobum	27262	7.0	100	3.0	42	2.0	28	1.0	14
35	S.microdontum spp.mic.	7197	5.5	100	4.0	72	3.0	54	2.0	36
36	S.multidissectum	8145	3.0	100	2.0	66	1.0	33	0.5	16
37	S.okadae	24720	4.0	100	1.5	37	1.0	25	1.0	25
38	S. "	24719	5.0	100	4.0	80	2.0	40	0.0	0
39	S.pampasense	8161	4.0	100	2.0	50	0.0	0	0.0	0
40	S.phureja	50199	7.0	100	5.0	71	3.0	42	0.0	0
41	S.raphanifolium	15446	6.0	100	4.0	66	3.0	50	1.5	25

Fortsetzung nächste Seite

Fortsetzung Tab. A5:

42	S.sanctae-rosae	15454	5.0	100	3.5	70	1.5	30	1.0	20
43	S. "	17569	3.5	100	2.0	57	1.5	42	1.0	28
44	S.sparsipilum	24687	7.0	100	6.0	85	5.0	71	4.0	57
45	S.spegazzinii	18326	7.0	100	7.0	100	4.0	57	3.0	42
46	S. "	16929	6.5	100	4.0	61	2.5	38	1.0	15
47	S.stenotomum	27165	7.0	100	6.5	92	3.5	50	1.5	21
48	S. "	18478	6.0	100	4.5	75	2.0	33	0.0	0
49	S.stoloniferum	7229	7.0	100	5.0	71	3.0	42	1.0	14
50	S.sucrense	24695	5.0	100	3.0	60	1.5	30	0.0	0
51	S. "	27290	5.0	100	3.0	60	2.0	40	1.0	20
52	S.tarijense	24717	7.0	100	6.0	85	4.0	57	3.0	42
53	S. "	17423	6.0	100	5.0	83	4.0	66	1.5	25
54	S.tuberosum ssp.andg.	28043	7.0	100	7.0	100	4.0	57	3.0	42
55	S. " "	7463	7.0	100	7.0	100	4.5	64	2.5	35
56	S.vernei	15451	7.0	100	7.0	100	5.5	78	3.5	50
57	S. "	17536	6.0	100	5.0	83	3.0	50	0.0	0
58	S.vidaurrei	16828	7.0	100	7.0	100	5.0	71	2.0	28
59	S.tuberosum ssp.tub.	Alpha	6.0	100	5.5	91	4.0	66	1.5	25
60	S. " "	Culpa	5.0	100	3.0	60	0.0	0	0.0	0
61	S. " "	Desirée	6.0	100	5.0	83	3.5	58	2.5	41
62	S. " "	Diamant	7.0	100	7.0	100	2.5	35	0.0	0
63	S. " "	Draga	7.0	100	4.0	57	3.0	42	1.5	21
64	S. " "	Erntestolz	6.0	100	6.0	100	5.0	83	2.0	33
65	S. " "	Hansa	6.0	100	3.0	50	1.5	25	0.0	0
66	S. " "	Kennebec	6.0	100	3.0	50	1.0	16	1.0	16
67	S. " "	Marfona	7.0	100	4.0	57	3.0	42	2.0	28
68	S. " "	Roxy	5.0	100	4.0	80	2.0	40	1.0	20
69	S. " "	Spunta	6.0	100	4.0	66	3.0	50	1.5	25
		$\bar{x}$	5.8	100	4.4	71	2.7	43	1.3	20

	GD (5%)	(1%)
Salzangebot	0.1	0.1
Wechselwirkung Salzangebot x Genotyp	0.8	1.2

Tab. A6: Einfluß des Salzangebotes auf die Anzahl der Wurzeln pro Pflänzchen bei 69 Kartoffel-Genotypen im ersten in vitro Versuch mit festem Nährmedium (Vorselektion)

			Anzahl der Wurzeln Salzangebot mM NaCl							
			0		40		80		120	
Nr.	Spezies	BGRC/Sorte	abs	rel	abs	rel	abs	rel	abs	rel
1	S.acaule ssp.aemulans	17180	3.1	100	1.3	43	1.0	34	0.4	14
2	S.alandiae	31187	5.0	100	1.6	33	0.6	13	0.0	0
3	S. "	28491	4.1	100	2.3	57	0.9	22	0.4	12
4	S.berthaultii	18548	3.5	100	2.5	73	1.6	46	0.3	37
5	S. "	28033	4.0	100	2.7	68	2.3	58	0.9	24
6	S. "	10063	5.3	100	4.0	75	3.2	60	0.8	15
7	S.boliviense	7985	4.0	100	2.8	70	1.8	47	0.5	15
8	S.brevicaule	28023	3.8	100	2.8	72	1.9	50	0.4	12
9	S.canasense	8012	3.5	100	2.9	83	2.2	64	1.3	39
10	S.cardiophyllum	10052	2.0	100	1.0	50	0.3	17	0.0	0
11	S.chacoense	16979	6.0	100	5.8	98	5.5	92	4.1	69
12	S. "	24577	6.5	100	5.5	86	3.1	48	2.0	32
13	S. "	8030	5.1	100	3.6	72	2.2	43	0.9	18
14	S.commersonii	17655	5.1	100	3.4	67	2.0	39	1.2	25
15	S. "	17660	3.0	100	2.3	79	1.5	50	0.4	16
16	S.demissum	53643	5.5	100	4.2	77	2.5	46	0.0	0
17	S.fendleri	8088	2.0	100	1.1	56	0.3	18	0.0	0
18	S.gourlayi	16837	3.1	100	2.6	85	2.1	70	1.9	61
19	S. "	7180	5.5	100	4.0	73	3.5	64	1.2	22
20	S. "	17338	1.7	100	0.3	22	0.0	0	0.0	0
21	S.hannemanii	16843	3.8	100	2.7	71	2.2	58	1.5	40
22	S. "	16840	7.2	100	5.3	73	1.7	24	0.0	0
23	S.hawkesianum	16955	2.6	100	1.3	53	0.0	0	0.0	0
24	S. "	16951	3.0	100	1.9	65	1.1	40	0.0	0
25	S.incamayoense	17350	3.8	100	3.1	81	2.4	63	2.1	56
26	S. "	16903	3.4	100	2.2	66	1.2	38	0.0	0
27	S.infundibuliforme	24623	3.8	100	2.3	60	0.6	16	0.0	0
28	S. "	16842	0.0	100	0.0	0	0.0	0	0.0	0
29	S.kurtzianum	17585	3.3	100	2.7	80	2.0	61	1.3	39
30	S. "	17576	3.1	100	1.5	50	1.1	36	0.8	25
31	S.leptophyes	7184	3.2	100	2.3	74	1.3	41	0.6	20
32	S. "	27211	3.0	100	2.1	71	1.4	48	0.6	20
33	S.medians	18554	2.7	100	1.5	57	0.7	29	0.3	11
34	S.megistacrolobum	27262	4.2	100	2.0	47	1.2	30	0.1	4
35	S.microdontum spp.mic	7197	3.6	100	2.6	72	2.2	62	1.6	46
36	S.multidissectum	8145	2.2	100	1.1	50	0.9	40	0.3	16
37	S.okadae	24720	2.7	100	1.8	67	0.9	35	0.4	15
38	S. "	24719	3.0	100	1.9	63	0.6	20	0.0	0
39	S.pampasense	8161	1.7	100	0.9	55	0.0	0	0.0	0
40	S.phureja	50199	8.6	100	6.7	79	3.5	41	0.6	8
41	S.raphanifolium	15446	5.6	100	3.6	65	1.7	32	1.0	18

Fortsetzung nächste Seite

Fortsetzung Tab. A6:

42	S.sanctae-rosae	15454	3.6	100	2.7	77	1.8	50	1.4	39
43	S. "	17569	3.1	100	2.3	74	1.2	39	0.4	13
44	S.sparsipilum	24687	4.2	100	3.7	89	3.5	82	2.7	65
45	S.spegazzinii	18326	4.2	100	4.0	94	3.2	76	2.3	55
46	S. "	16929	3.1	100	2.0	65	1.4	47	0.5	18
47	S.stenotomum	27165	14.2	100	9.0	64	3.9	27	0.8	6
48	S. "	18478	8.0	100	4.5	56	2.7	34	0.0	0
49	S.stoloniferum	7229	5.6	100	3.3	59	1.6	29	0.6	11
50	S.sucrense	24695	2.0	100	1.3	65	0.7	39	0.0	0
51	S. "	27290	2.6	100	1.6	61	1.2	46	0.9	35
52	S.tarijense	24717	4.0	100	3.7	92	3.3	82	2.2	54
53	S. "	17423	4.6	100	3.4	75	2.5	56	0.7	17
54	S.tuberosum ssp.andg.	28043	3.1	100	2.6	83	0.0	66	1.6	54
55	S. " "	7463	5.6	100	4.2	76	3.5	63	2.7	50
56	S.vernei	15451	6.0	100	5.4	91	4.2	72	3.8	65
57	S. "	17536	5.3	100	4.5	85	3.5	66	0.0	0
58	S.vidaurrei	16828	4.7	100	3.7	78	2.6	56	0.8	17
59	S.tuberosum ssp.tub.	Alpha	5.1	100	4.0	79	3.2	63	1.2	24
60	S. " "	Culpa	1.5	100	0.6	43	0.0	0	0.0	0
61	S. " "	Desirée	3.1	100	2.6	85	2.3	76	1.6	51
62	S. " "	Diamant	6.1	100	4.0	67	2.7	45	0.0	0
63	s. " "	Draga	5.0	100	3.3	67	1.6	33	0.6	13
64	S. " "	Erntestolz	4.6	100	3.4	75	2.5	55	0.9	20
65	S. " "	Hansa	5.6	100	2.8	51	1.5	27	0.0	0
66	S. " "	Kennebec	5.7	100	3.0	53	1.3	23	0.2	5
67	S. " "	Marfona	4.0	100	3.1	78	1.9	49	1.3	33
68	S. " "	Roxy	3.2	100	2.5	77	1.6	51	0.8	25
69	S. " "	Spunta	2.7	100	2.3	85	1.3	49	1.0	37
		$\bar{x}$	4.1	100	2.9	70	1.8	45	0.8	20

	GD (5%)	(1%)
Salzangebot	0.1	0.1
Wechselwirkung Salzangebot x Genotyp	0.3	0.5

Tab. A7: Einfluß des Salzangebotes auf die Wurzellänge bei 69 Kartoffel-Genotypen im ersten in vitro Versuch mit festem Nährmedium (Vorselektion)

			Wurzellänge cm Salzangebot mM NaCl							
			0		40		80		120	
Nr.	Spezies	BGRC/Sorte	abs	rel	abs	rel	abs	rel	abs	rel
1	S.acaule ssp.aemulans	17180	1.3	100	0.5	45	0.2	22	0.1	8
2	S.alandiae	31187	1.5	100	0.7	53	0.6	43	0.0	0
3	S. "	28491	0.6	100	0.2	39	0.1	18	0.0	3
4	S.berthaultii	18548	0.5	100	0.4	70	0.2	43	0.1	22
5	S. "	28033	4.2	100	2.6	61	1.3	32	0.3	8
6	S. "	10063	1.4	100	0.7	51	0.3	24	0.1	10
7	S.boliviense	7985	2.0	100	1.2	61	0.6	31	0.2	11
8	S.brevicaule	28023	2.5	100	1.0	39	0.4	19	0.1	5
9	S.canasense	8012	1.4	100	1.0	72	0.6	43	0.3	25
10	S.cardiophyllum	10052	2.9	100	0.6	23	0.4	14	0.0	0
11	S.chacoense	16979	5.0	100	4.8	96	3.7	75	2.9	59
12	S. "	24577	1.8	100	1.5	87	0.9	52	0.6	35
13	S. "	8030	3.4	100	1.9	57	0.9	27	0.3	11
14	S.commersonii	17655	6.3	100	4.4	69	2.5	39	1.2	20
15	S. "	17660	6.4	100	4.5	71	1.9	31	0.4	7
16	S.demissum	53643	1.6	100	1.3	80	1.0	60	0.0	0
17	S.fendleri	8088	4.3	100	3.4	80	1.0	24	0.0	0
18	S.gourlayi	16837	4.7	100	4.4	93	3.3	70	2.3	49
19	S. "	7180	7.8	100	4.8	62	2.7	35	1.3	17
20	S. "	17338	1.1	100	0.4	35	0.0	0	0.0	0
21	S.hannemanii	16843	0.9	100	0.6	76	0.4	48	0.2	27
22	S. "	16840	1.4	100	0.8	60	0.5	37	0.0	0
23	S.hawkesianum	16955	3.3	100	2.4	75	0.0	0	0.0	0
24	S. "	16951	2.1	100	1.0	49	0.4	19	0.0	0
25	S.incamayoense	17350	2.8	100	2.2	80	1.4	49	0.8	31
26	S. "	16903	3.3	100	1.0	32	0.3	10	0.0	0
27	S.infundibuliforme	24623	3.4	100	1.5	44	0.2	7	0.0	0
28	S. "	16842	0.0	100	0.0	0	0.0	0	0.0	0
29	S.kurtzianum	17585	3.9	100	2.9	74	1.8	47	1.0	25
30	S. "	17576	0.9	100	0.5	61	0.3	34	0.1	17
31	S.leptophyes	7184	1.7	100	1.1	67	0.6	36	0.3	19
32	S. "	27211	0.5	100	0.3	58	0.1	28	0.08	13
33	S.medians	18554	2.2	100	1.4	65	0.7	35	0.3	18
34	S.megistacrolobum	27262	3.2	100	0.8	26	0.2	9	0.1	2
35	S.microdontum ssp.mic.	7197	1.1	100	0.9	83	0.5	50	0.3	33
36	S.multidissectum	8145	0.4	100	0.1	45	0.1	25	0.08	19
37	S.okadae	24720	0.6	100	0.2	48	0.1	23	0.05	8
38	S. "	24719	0.6	100	0.4	73	0.3	61	0.0	0
39	S.pampasense	8161	0.3	100	0.1	29	0.0	0	0.0	0
40	S.phureja	50199	1.0	100	0.3	30	0.0	7	0.0	0
41	S.raphanifolium	15446	2.0	100	0.8	41	0.3	18	0.1	4

Fortsetzung nächste Seite

Fortsetzung Tab. A7:

42	S.sanctae-rosae	15454	1.0	100	0.7	75	0.4	47	0.2	26
43	S. "	17569	0.5	100	0.2	42	0.1	21	0.05	10
44	S.sparsipilum	24687	2.2	100	2.1	96	1.6	74	1.2	58
45	S.spegazzinii	18326	1.6	100	1.5	94	1.1	67	0.8	48
46	S. "	16929	0.7	100	0.4	55	0.1	26	0.1	11
47	S.stenotomum	27165	1.6	100	0.6	39	0.2	17	0.1	10
48	S. "	18478	3.1	100	2.3	72	1.8	59	0.0	0
49	S.stoloniferum	7229	1.9	100	1.0	54	0.5	27	0.1	10
50	S.sucrense	24695	0.8	100	0.3	37	0.2	27	0.0	0
51	S. "	27290	1.4	100	1.0	71	0.6	42	0.3	22
52	S.tarijense	24717	1.6	100	1.5	91	1.1	65	0.7	44
53	S. "	17423	1.5	100	0.9	60	0.6	43	0.2	16
54	S.tuberosum ssp.andg.	28043	2.3	100	2.0	87	1.2	54	0.8	37
55	S. " "	7463	1.3	100	1.1	86	0.7	54	0.5	36
56	S.vernei	15451	4.4	100	4.2	94	3.1	71	2.3	52
57	S. "	17536	1.4	100	0.8	60	0.7	54	0.0	0
58	S.vidaurrei	16828	2.0	100	1.4	72	0.8	43	0.4	24
59	S.tuberosum ssp.tub.	Alpha	4.8	100	3.9	81	2.3	49	0.6	14
60	S. " "	Culpa	0.7	100	0.4	61	0.0	0	0.0	0
61	S. " "	Desirée	2.0	100	1.8	91	1.1	59	0.7	39
62	S. " "	Dimant	2.0	100	0.7	34	0.3	15	0.0	0
63	S. " "	Draga	3.9	100	1.6	43	0.7	19	0.2	7
64	S. " "	Erntestolz	1.8	100	1.4	76	0.8	48	0.5	28
65	S. " "	Hansa	2.1	100	1.2	58	0.8	40	0.0	0
66	S. " "	Kennebec	1.3	100	0.5	38	0.3	25	0.06	4
67	S. " "	Marfona	3.2	100	2.2	71.	1.3	42	0.6	20
68	S. " "	Roxy	1.7	100	0.9	58	0.4	29	0.2	13
69	S. " "	Spunta	1.2	100	0.8	66	0.4	36	0.2	18
		$\bar{x}$	2.2	100	1.4	65	0.8	37	0.3	17

	GD (5%)	(1%)
Salzangebot	0.02	0.03
Wechselwirkung Salzangebot x Genotyp	0.2	0.3

Lebenslauf

Name:	Ayoub Zeyada Elhag
Geburtstag:	1.1.1954
Geburtsort:	Gaba, Sudan
Eltern:	Zeyada Elhag und Ehefrau F. Nasr
Familienstand:	verheiratet, 3 Kinder
Staatsangehörigkeit:	Sudanesisch
Heimatanschrift:	National Seed Administration, Ministry of Agriculture and Natural Resources, Khartoum, Sudan

Schulbesuch

1960 - 1970: Grundschule in Gaba, Sudan
Mittelschule und Gymnasium in Umdurman, Sudan

Studium und Ausbildung

1970 - 1974: Studium der Agrarwissenschaft an der Landwirtschaftlichen Fakultät, Universität Khartoum, Khartoum, Sudan
Abschluß: B. Sc. agr. (Honours) im Sept. 1974
Fachbereich: "Horticulture"

1980 - 1983: Studium an der Landwirtschaftlichen Fakultät, Universität Alexandria, Alexandria, Ägypten
Abschluß: M. Sc. agr. im Jan. 1983
Fachbereich: Gemüsebau

April-Juni 1985: Teilnahme an einem Kurs für Saatgutproduktion und -technologie, Svalof, Schweden

Tätigkeiten

1974 - 1977:	Angestellter bei der nationalen Saatgutorganisation des Agrarministeriums, Saatgutstation Elgirba, Sudan
1977 - 1979:	Leiter der Saatgutstation Sumsum, Sudan
1979 - 1980:	Inspektor der Saatgutstation der Rahad-Anstalt für Landwirtschaft im Auftrag der nationalen Saatgutorganisation Sudan
1983 - 1987:	Leiter der Saatgutstation der nationalen Saatgutorganisation, Sennar, Sudan
April-Okt. 1987:	Besuch des Goethe-Instituts in Göttingen
Okt. 1987 - 1991:	Doktorand am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Braunschweig-Völkenrode und am Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde, Universität Hannover

publication resulting from this thesis:

Elhag, A.Z., G. Mix-Wagner & M. Dambroth, 1994. Suitability of meristem culture for the propagation of wild and primitive forms of potato. Landbauforschung-Völkenrode 44: 147–150

Druck auf umweltfreundlich
chlorfrei gebleichtem Papier!

Schmidt Buchbinderei & Druckerei
Hamburger Straße 267 · 3300 Braunschweig
Telefon: 05 31 / 33 75 89
Telefax: 05 31 / 34 44 49