

Schriften zu Genetischen Ressourcen

Schriftenreihe des Informationszentrums für Genetische Ressourcen
(IGR)

Zentralstelle für Agrardokumentation und -information (ZADI)

Band 4

Evolution und Taxonomie von pflanzen- genetischen Ressourcen

– Festschrift für PETER HANELT –

Tagungsband eines Internationalen Festkolloquiums anlässlich des 65. Geburtstages von Dr. Peter Hanelt am 5. und 6. Dezember 1995 in Gatersleben im Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung

Herausgeber dieses Bandes

R. Fritsch und K. Hammer

Herausgeber: Informationszentrum für Genetische Ressourcen (IGR)
Zentralstelle für Agrardokumentation und -information
(ZADI)
Villichgasse 17, D – 53177 Bonn
Postfach 20 14 15, D – 53144 Bonn
Tel.: (0228) 95 48 - 210
Fax: (0228) 95 48 - 149
Email: igr@zadi.de

Schriftleitung: Dr. Frank Begemann

Layout: Gabriele Blümlein
Birgit Knobloch

Druck: Druckerei Schwarzbald
Inh. Martin Roesberg
Geltorfstr. 52
53347 Alfter-Witterschlick

Schutzgebühr 15,- DM

ISSN 0948-8332

© ZADI Bonn, 1996

Inhalts- und Vortragsverzeichnis ¹

Inhaltsverzeichnis	i
Abkürzungsverzeichnis	iii
Eröffnung des Kolloquiums und Würdigung von Dr. habil. PETER HANELT zu seinem 65. Geburtstag	1
<i>Opening of the Colloquium and laudation to Dr. habil. PETER HANELT on the occasion of his 65 anniversary</i> U. WOBUS	
PETER HANELT: Die wissenschaftlichen Arbeiten des Jubilars	5
PETER HANELT: <i>His scientific work</i> R. FRITSCH und K. HAMMER	
Neue Ergebnisse zur Taxonomie und Evolution von <i>Allium L.</i>	19
<i>New results of taxonomic and evolutionary research on Allium L.</i> R. FRITSCH	
Gemeinsam Reisende – europäische Kulturpflanzen und ihre Unkräuter in Peru	47
<i>Joint travellers – European crop plants and their weeds in Peru</i> G. MÜLLER	
Evolutionary relationships of wild and cultivated potatoes	62
<i>Evolutionsbeziehungen von wilden und kultivierten Kartoffeln</i> J. HAWKES	
Von der Gestalt zum Molekül – der Weg der Systematik?	88
<i>From the plant form to the molecule: the way of systematics?</i> G. WAGENITZ	
Moleküle und was dann? Zur Zukunft der Systematik.....	98
<i>Beyond molecules – future developments in systematics</i> K. BACHMANN	
Ursprung und Evolution obligatorischer Unkräuter	109
<i>Origins and evolution of obligatory weeds</i> H. SCHOLZ	

¹ Der Vortrag von E. JÄGER: „Areale von kulturbegleitenden Pflanzenarten in Zentralasien“ wird an anderer Stelle publiziert.

Ethnobiobiodiversity: human diversity and plant genetic diversity in the evolution of crop plants	130
<i>Ethnobiobiodiversität: Die Bedeutung der Diversität des Menschen und der genetischen Diversität der Pflanzen für die Evolution der Kulturpflanzen</i>	
A. SZABÓ	
Die Evolution der Wassermelone	162
<i>The evolution of watermelon</i>	
T. B. FURSA	
Das St. Petersburger Institut für Pflanzenbau (VIR) in der Tradition VAVILOVS.....	168
<i>The St. Petersburg Institute of Plant Industry (VIR) in the tradition of VAVILOV</i>	
V. BURENIN	
Collection and use of genetic resources of <i>Triticum</i>	179
<i>Sammlung und Nutzung der genetischen Ressourcen von Triticum</i>	
P. PERRINO	
Collecting of germplasm with emphasis on <i>Triticeae</i> in Asia	203
<i>Sammlung von pflanzen genetischen Ressourcen der Triticeae in Asien</i>	
V. HOLUBEC	
Collecting missions and cultivated plants in Georgia.....	217
<i>Sammelreisen und Kulturpflanzenflora in Georgien</i>	
R. BERIDZE	
Missions for the collection of genetic resources in Poland	224
<i>Reisen zur Sammlung genetischer Ressourcen in Polen</i>	
W. PODYMA	
Lokalfloristisches zu Kulturpflanzen	231
<i>Cultivated plants and local flora</i>	
H. HERDAM	
Pflanzen genetische Ressourcen und Kulturpflanzenforschung	245
<i>Cultivated plants research (crop plant research) and plant genetic resources</i>	
K. HAMMER	
Teilnehmerliste	284
<i>List of participants</i>	

Abkürzungsverzeichnis

CIKARD	Centre for Indigenous Knowledge for Agriculture and Rural Development
DNA	Desoxyribonukleinsäure
EBN	Endosperm Balance Number
ECP/GR	European Cooperative Programme for Crop Genetic Resources Networks
GISH	Genomische <i>In-situ</i> -Hybridisierung
IAPT	International Association for Plant Taxonomy
IGR	Informationszentrum für Genetische Ressourcen
IPK	Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung
OTU	Operational Taxonomic Unit
PCR	Polymerase Chain Reaction
QTL	Quantitative Trait Loci
RAPD	Random Amplified Polymorphic DNA
RFLP	Restriktions-Fragment-Längen-Polymorphismus
RNA	Ribonukleinsäure
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
VIR	St. Petersburg Institute of Plant Industry
ZADI	Zentralstelle für Agrardokumentation und -information

Eröffnung des Kolloquiums und Würdigung von Dr. habil. PETER HANELT zu seinem 65. Geburtstag

Opening of the Colloquium and laudation to Dr. habil. PETER HANELT on the occasion of his 65 anniversary

ULRICH WOBUS ¹

Sehr geehrte Kolloquiumsgäste, liebe Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Gaterslebener Instituts, verehrter, lieber Herr HANELT!

Kulturpflanzen verdanken ihr heutiges Erscheinungsbild dem Wirken des Menschen. Er hat sie aus dem natürlichen Evolutionsverlauf herausgenommen und einer stark beschleunigten und gerichteten Evolution mittels strenger Auslese unterworfen. Er schuf ihnen eine eigene Umwelt und versuchte sie dem Konkurrenzdruck von Wildarten durch Boden- und Feldbearbeitung, später auch durch Chemikalien, zu entziehen. In Anpassung an die Vielfalt der Standorte und aufgrund verschiedenster Selektionsziele entstand eine große Mannigfaltigkeit, die genauso der Ordnung bedurfte und bedarf, wie die Fülle der Wildformen, das heißt, wir brauchen Taxonomie und Evolutionsforschung auch bei Kulturpflanzen, einer Pflanzengruppe, die heute mit etwas anderer und weiterer Grenzziehung gern mit dem wissenschaftlichen, aber unschönen Wort "Pflanzengenetische Ressourcen" belegt wird. Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß spätestens seit DARWIN die Evolutions- und Verwandtschaftsforschung an Haustieren und Kulturpflanzen viele Anregungen für das generelle Verständnis von Evolutionsprozessen geliefert hat, nicht zuletzt, weil hier Änderungs- und Anpassungsprozesse in übersehbaren, "menschlichen" Zeiträumen verlaufen.

Das vor uns stehende Kolloquium, zu dem ich Sie alle sehr herzlich in Gatersleben willkommen heiße, soll Zeugnis ablegen vom Stand der Forschung zur Evolution und Taxonomie

¹ Institut für Pflanzengenetik und
Kulturpflanzenforschung (IPK)
Corrensstr. 3
06466 Gatersleben

pflanzengenetischer Ressourcen. Anlaß zur Organisation der Tagung gab ein herannahendes Jubiläum, nämlich der 65. Geburtstag eines der führenden Vertreter der Disziplin, unseres Kollegen Dr. PETER HANELT, Leiter der Abteilung Taxonomie im heutigen Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung hier in Gatersleben.

Der 65. Geburtstag verursacht in aller Regel einen tiefen Einschnitt im Lebensablauf, den Austritt aus dem offiziellen Berufsleben. Das bedeutet jedoch keineswegs die Aufgabe des Berufes selbst für diejenigen, denen der Beruf stets auch Berufung ist. Zu ihnen gehört unser Jubilar. Die vor ihm stehende Aufgabe, die Herausgabe einer neuen, englischen Ausgabe von MANSFELD's Kulturpflanzenverzeichnis, läßt Gedanken an eine langsamere Gangart im Arbeitsrhythmus gar nicht erst aufkommen. Dennoch: die Gewißheit, daß all die organisatorisch-administrative Papierflut künftig nicht auf seinem, sondern auf dem Schreibtisch seines Nachfolgers im Amt des Abteilungsleiters, Herrn Prof. KONRAD BACHMANN landet, mag ein Gefühl von Erleichterung auslösen.

Doch vor dem Blick nach vorn wollen wir ein wenig zurückschauen. Heute vor 65 Jahren wurde PETER HANELT als Sohn einer Kaufmannsfamilie in Görlitz geboren, einer Stadt, die 1930 in Niederschlesien lag und 1945 geteilt und zur Oberlausitzer Grenzstadt wurde. Vielleicht war es für ihn wie für mich selbst der Reichtum der Oberlausitzer Natur, der ihn fesselte und den Entschluß zum Biologiestudium reifen ließ. Doch zunächst ging PETER HANELT ein Jahr als Praktikant an das damalige Institut für Kulturpflanzenforschung in Gatersleben, ein folgenschwerer Entschluß, denn der kaum besonders einladende Ort am Rande der Börde ließ ihn fortan nicht mehr los. Daß nach dem Praktikantenjahr das Biologiestudium im nahen Halle aufgenommen wurde, verstand sich fast von selbst. Dort prägten ihn Forscherpersönlichkeiten wie HERRMANN MEUSEL, JOHANNES BUDER, WERNER ROTHMALER und KURT MOTHES, nach dem Studium in Gatersleben HANS STUBBE, Direktor des Gaterslebener Instituts bis 1969, und RUDOLF MANSFELD, Gründer und Leiter der Abteilung Systematik und Sortiment, deren zweimalige Teilung und Wiedervereinigung PETER HANELT, seit 1972 in leitender Stellung, miterlebte und deren Arbeit er mitgestaltete.

PETER HANELT als Wissenschaftler zu würdigen, steht mir als einem zur Botanik konvertierten Zoologen nicht zu. Dieser Aufgabe werden sich mit seinem wissenschaftlichen Werk besser vertraute Kollegen widmen. Ich bin der Persönlichkeit PETER HANELT zunächst weniger im Rahmen der Institutsarbeit begegnet, sondern bei ehrenamtlicher Tätigkeit für den Umwelt- und Naturschutz im Ort und im Kreis. Später lernte ich Herrn HANELT als einen abwägenden und dennoch sehr engagierten Mitwirkenden in den dramatischen Monaten der Wende schätzen, ab 1. Juli 1990 als Leiter des Wissenschaftsbereiches Ressourcenforschung und schließlich, beginnend im Januar 1992, als Leiter der Abteilung Taxonomie.

Was den Jubilar auszeichnet, ist eine starke Verhaftung in gewachsenen Traditionen, aus denen heraus er stets nach vorn blickt. In seiner Rede zum 50-jährigen Bestehen des Instituts, veröffentlicht im Biologischen Zentralblatt, hat er diese Haltung mit den Worten FONTANES als Leitmotiv seines Faches aus HANELT'scher Sicht beschrieben: *"Alles Alte, soweit es Anspruch*

darauf hat, sollen wir lieben, aber für das Neue sollen wir recht eigentlich leben." Überhaupt enthält dieser Aufsatz eine Reihe von Sätzen, geprägt zur Charakterisierung von Hans Stubbe, die treffend ebensogut die Person des Autors charakterisieren. Er sprach von der *"Unabhängigkeit im Denken, einer der Wissenschaft dienenden Lauterkeit und Wahrheitsliebe"* und einer *"durch Gerechtigkeitsgefühl gekennzeichneten Grundhaltung"*, die sich - und ich verbinde zwei Zitate - auch dadurch auszeichnet, daß sie *"zu keiner Zeit Berührungsängste gegenüber Andersdenkenden oder anderen politischen Sphären gekannt hat"*. Heute wird eine solche Haltung im nachhinein schnell als Anpassung diskreditiert. Als Biologen aber wissen wir: Anpassung als Evolutionsprinzip sichert das Überleben. Nur - der Mensch als vernunftbegabtes Wesen sollte sich diesem Prinzip des Lebendigen nur in dem Maße beugen, wie seine inneren Überzeugungen nicht gebrochen, seine Persönlichkeit nicht verletzt wird. PETER HANELT hat diese feste innere Haltung stets deutlich verkörpert, und es ist ihm auch aus diesem Grunde in seinem Berufsleben etwas versagt geblieben, was für Wissenschaftlerpersönlichkeiten seiner Statur im Wissenschaftsbetrieb der alten Bundesrepublik eine Selbstverständlichkeit ist - eine Professur. Das politische System, in dem wir lebten, liebte die oben zitierte *"Unabhängigkeit im Denken"* nicht. Sie schätzte aber auch das Fachgebiet nicht besonders, das der Jubilar vertrat und vertritt, die Taxonomie. Die traditionsreiche Wissenschaft galt als etwas verstaubt, der Volkswirtschaft wenig nützlich und deshalb nicht förderungswürdig. Immerhin aber konnte sie in Gatersleben, sicher auch als Teil der Genbankarbeit, hinreichend gesund überleben, während an Universitäten hierzulande und nicht weniger im konkurrierenden Gesellschaftssystem des anderen, westlichen Deutschlands viele Lehrstühle verschwanden. Die skizzierte Haltung gegenüber der Taxonomie als Wissenschaftsdisziplin ist nicht völlig überwunden, und es bedurfte erheblicher gemeinsamer Anstrengungen, eine eigenständige Abteilung Taxonomie am Gaterslebener Institut zu erhalten.

PETER HANELT hat immer wieder, mit manchmal auch spitzer Zunge, insbesondere die Molekularbiologen mit ihrem stark reduktionistischen Ansatz und der häufigen Negierung der Formenvielfalt auf die Variabilität als fundamentales Phänomen der Organismenwelt hingewiesen, und es ist sein Wunsch und muß unser Anliegen sein, daß auch in Zukunft in Gatersleben nicht nur die Formenvielfalt der Kulturpflanzen in der Genbank erhalten wird, sondern auch das Wissen um diese und die Kenntnis eben dieser Vielfalt.

PETER HANELT hat nicht nur der Arbeit im Institut seine ganze Kraft gewidmet und es mit geprägt, er hat Gatersleben früh als seine Heimat angenommen und sich dem Ort, seiner Geschichte und Gegenwart, ebenso gewidmet wie seiner näheren und weiteren Umgebung. Er ist derzeit als Regionalpolitiker Gemeinderatsvorsteher in Gatersleben und als Florist Vorsitzender des Botanischen Arbeitskreises Nordharz e.V.. Er war und ist dem kulturellen Umfeld des Institutes, das stets dem Ort und seinen Bewohnern ein Stück besondere Lebensqualität gegeben hat, verpflichtet. Er gehört zu jenen heute nicht besonders zahlreichen Wissenschaftlern, die neben der intensiven Beschäftigung mit ihrer Spezialdisziplin auch vielen anderen Bereichen in Wissenschaft, Kultur und Politik ihre Aufmerksamkeit widmen und sich aktiv einbringen. Dem Institut wird PETER HANELT - da hege ich keinerlei Zweifel - auch in Zukunft eng verbunden bleiben; auf seinen

Rat und seine Hilfe möchten wir nicht verzichten. Da mit ihm die Gründergeneration die offiziellen Ränge verläßt, dürfen wir uns auch wünschen, daß Ereignisse und Einblicke, Anekdoten und Ansichten, Erinnerungen und Erfahrungen aus den Aufbaujahren des Instituts, die ich bis zum Ausscheiden von HANS STUBBE als Direktor 1968 datiere, einmal von ihm und auch anderen zu Papier gebracht werden, um das Bewußtsein um die Wurzeln, um gute Traditionen nicht abreißen zu lassen. Zweifellos stehen größere Umwälzungen bevor, und der heutige Wissenschaftsbetrieb ist der Erhaltung von Traditionslinien im Sinne des eingangs zitierten FONTANE-Satzes bzw. einer *corporate identity* eher abträglich. Ein Abschneiden der Traditionen, der guten und bewahrenswerten Traditionen aber hat stets negative Folgen. Ich erinnere als Beispiel aus dem historisch-politischen Raum nur an die späten Bemühungen der DDR-Führung, einst geächtete Traditionen, etwa mit den Worten Preußen und LUTHER angedeutet, wieder zu beleben, um eine als notwendig erkannte Identität zu stiften.

Ich wünsche Ihnen, lieber Herr HANELT, im Namen des Direktoriums und sicher im Namen aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Instituts weiterhin Gesundheit, Schaffenskraft sowie Freude an der Arbeit auf den verschiedensten Feldern ihres Interesses und an der Formenvielfalt der Natur, gewachsen in Feld und Wald oder getrocknet und geordnet in den Sammlungssälen des VAVILOV-Hauses. Uns allen wünsche ich eine interessante und anregende Tagung.

PETER HANELT: Die wissenschaftlichen Arbeiten des Jubilars

PETER HANELT: *His scientific work*

REINHARD M. FRITSCH¹ und KARL HAMMER¹

Zusammenfassung

Eine Kurzbiographie mit Schwerpunkt auf seinen wissenschaftlichen Aktivitäten wird durch eine Publikationsliste (bis 1995) ergänzt.

Summary

A short biographical sketch focussing on the scientific activities is given. It is supplemented by a list of his publications ending in 1995.

Dr. habil. PETER HANELT wurde am 5. Dezember 1930 in Görlitz geboren. Schon in seiner Schulzeit erwachte dort in ihm ein großes Interesse an der Pflanzenwelt. Folgerichtig führte ihn nach dem Abitur ein Praktikum an das Institut für Kulturpflanzenforschung in Gatersleben. Nach dem Biologiestudium in Halle war er von 1955 - 1956 Assistent am Institut für Landschaftsforschung und Naturschutz (unter Prof. MEUSEL) und trat am 1. 5. 1956 in das Institut in Gatersleben ein, wo er als Assistent in der Abt. Systematik und Sortiment unter Prof. MANSFELD arbeitete. Die Betreuung von Sortimentsgruppen und die Teilnahme an Sammelreisen (4, 5, 7, 12, 13) gehörten zu seinem breiten Aufgabenfeld. 1961 wurde er mit einer Dissertation zur Taxonomie von *Carthamus* an der Universität Halle promoviert (6, 11).

Danach beschäftigte er sich vor allem mit der Biosystematik von Leguminosen (*Vicia* u. a.; 3, 8, 9, 14, 17, 19, 20, 22, 27, 28, 32, 33, 34, 37, 39, 42, 49, 50, 67, 79, 97, 109, 126, 130, 141) und hatte großen Anteil daran, daß sich die taxonomischen Arbeiten der Abteilung über die Erfassung und Gliederung von morphologischer Vielfalt hinaus stärker Fragen der Evolution und des für die Kulturpflanzen spezifischen Aspektes Domestikation (112, 124) zuwandten. Mit einer

¹ Institut für Pflanzengenetik und
Kulturpflanzenforschung (IPK)
Corrensstr. 3
06466 Gatersleben

taxonomischen Revision von *Papaver* sect. *Scapiflorae* habilitierte er sich 1970 an der Universität Halle (23, 24, 26).

Inzwischen zum stellvertretenden Leiter der Systematischen Abteilung unter Prof. DANERT avanciert, wechselte er 1972, ebenfalls als stellvertretender Leiter, an das Kulturpflanzenwelt-sortiment. Hier konnte er nicht nur die taxonomische Verifizierung des Sammlungsbestandes weiter vorantreiben, sondern war auf einer Vielzahl von Sammelreisen u. a. nach Osteuropa (48, 58, 64, 71, 72, 74, 77, 88), Georgien (84, 91, 92, 101, 116, 117, 122, 123, 132, 133, 140) und Italien (98, 99) aktiv an der Aufsammlung vom Verschwinden bedrohter Kultur- und Wildsippen beteiligt. Daneben übernahm er 1973 zusätzlich die kommissarische Leitung der Gruppe Taxonomie und Evolution nach dem plötzlichen Tod von SIEGFRIED DANERT (40, 63).



Erst 1979 wechselte er wieder vom Kulturpflanzen-welt-sortiment (ab 1981 in Genbank umbenannt) zur Taxonomie über, der er bis zum Einsetzen der Umstrukturierungen nach der Wende vorstand. Zu einem breiten Spektrum wissenschaftlicher Themen hat er in diesen Jahren wesentliche Beiträge geliefert, von denen hier nur summarisch die Initiierung und Organisation einer Symposiumsreihe über Pflanzengenetische Ressourcen (1980 über Landsorten [81, 82], 1987 zum 100. Geburtstag von N. I. VAVILOV [125], 1991 über die Kultur- und Wildsippen von *Allium* [144, 147, 151, 152, 153]), die Mitarbeit an einer stark erweiterten Neuauflage des MANSFELD-Verzeichnisses (108), eines Handbuchs über die Kulturpflanzenflora der Erde, und eine Vielzahl von Publikationen über die Mannigfaltigkeit von Kulturpflanzen und deren Geschichte, Taxonomie und Evolution genannt seien. Durch geschickte Nutzung der DDR-spezifischen Gegebenheiten gelang es ihm, Kooperationsbeziehungen mit Instituten der damaligen Sowjetunion, Nordkoreas (120), der Mongolei (106, 114) und Chinas (111) aufzubauen und über lange Jahre aktiv zu erhalten. Das findet seinen Ausdruck u.a. darin, daß am IPK die derzeit weltgrößte *Allium*-Spezialsammlung besteht (66, 95, 103, 114, 118, 131, 135, 137, 138, 139, 156, 159, 161, 163, 164). Auch an der Arbeit internationaler Gremien (ECP/GR, IAPT) nahm er aktiven Anteil. Zwei Wahlperioden lang war PETER HANELT Vorsitzender der Sektion Phytotaxonomie der Biologischen Gesellschaft der DDR und an der Vorbereitung und Durchführung einer Vielzahl wissenschaftlicher Veranstaltungen direkt beteiligt (41, 47, 57). Auch an der floristischen Erfassung des Harzgebietes und seines Vorlandes wirkte er seit Jahrzehnten aktiv mit, seit 1991 als Vorstand des Botanischen Arbeitskreises Nordharz e.V. (157).

Nach der Umstrukturierung des Institutes wurde PETER HANELT 1990 Leiter des Wissenschaftsbereiches Ressourcenforschung und konnte 1991 als Leiter der Abteilung Genbank und Taxono-

Nach der Umstrukturierung des Institutes wurde PETER HANELT 1990 Leiter des Wissenschaftsbereiches Ressourcenforschung und konnte 1991 als Leiter der Abteilung Genbank und Taxono-

mie für eine kurze Zeit die inhaltlich stets lebendig gebliebene Zusammenarbeit zwischen den seit 1968 organisatorisch getrennten Struktureinheiten Taxonomie und Genbank auch nach außen demonstrieren. Seit der Neugründung des IPK 1992 leitet er die Abt. Taxonomie und ist Mitglied des Direktoriums des IPK. Es gelang ihm, sehr schnell molekulare Untersuchungsmethoden in seiner Abteilung zu etablieren. Mit deren Hilfe konnten seither große Fortschritte bei der Klärung strittiger taxonomischer Fragen in der Gattung *Allium* erreicht werden, die mit den bislang genutzten Methoden nicht zu erhalten waren (166, 167, 168).

Mit dem Erreichen der Altersgrenze hat PETER HANELT zum 31.12.1995 die Leitung der Abteilung abgegeben. Ganz gewiß werden aber die nächsten Jahre für ihn keinen Ruhestand bringen, denn er wird als Mitautor und Herausgeber einer dritten, wiederum erweiterten Neuauflage des MANSFELD-Verzeichnisses in englischer Sprache agil und unermüdlich im VAVILOV-Haus am Wirken sein. Es ist kaum vorstellbar, daß er danach wirklich zum Ruhestand findet, denn sicher steckt er weiterhin voller Ideen. Wir wünschen ihm beste Gesundheit und so viel Elan wie bisher, um in der Gemeindevertretung Gatersleben mit mehr Ruhe mitwirken zu können, und um Vieles zu verwirklichen, wofür ihm bisher Zeit und Muße fehlten.

Die cursorische Nennung seiner wissenschaftlichen Aktivitäten kann nur ein schwacher Abglanz seiner Leistungen sein. Sein im folgenden wiedergegebenes Literaturverzeichnis wird durch noch zahlreiche weitere Perlen geziert, wie die Mitautorschaft bei zahlreichen (auch fremdsprachigen Auflagen) des "Urania-Pflanzenreiches" (29, 36, 43, 51, 52, 79, 154, 158) und der "Früchte der Erde" (53, 59, 60, 69, 70, 128, 129). Besonders hervorzuheben ist sein tatkräftiger Einsatz für die Weiterführung der traditionellen Institutszeitschrift "Die Kulturpflanze", die seit 1992 (Bd. 39) unter seiner Betreuung als Chefredakteur als internationale Zeitschrift "Genetic Resources and Crop Evolution" herausgegeben wird (145).

Die vierte Veranstaltung "Evolution und Taxonomie von pflanzengenetischen Ressourcen" in der von PETER HANELT mit-initiierten Symposiumsreihe begann an seinem 65. Geburtstag und wurde ihm als Festkolloquium gewidmet. Viele Fachkollegen, die ihm durch jahrzehntelange, gemeinsame Aktivitäten freundschaftlich nahestehen, haben in Festvorträgen über ihre derzeitigen Arbeiten berichtet. Fast alle dieser Vorträge wurden den Veranstaltern zur Publikation eingereicht und sind in dieser Festschrift nachzulesen.

Publikationen von PETER HANELT (bis einschließlich 1995)

1. HANELT, P., 1957: Wuchsformen annueller *Euphorbia*-Arten. - Wiss. Z. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Math.-Nat. R. 6: 935-944.
2. HANELT, P., 1959: *Markhamia cauda-felina* (Hance) Craib - eine neue Fledermausblume. - Österr. Bot. Z. 106: 357-360.
3. HANELT, P., 1960: Lupinen. Zur Botanik und Geschichte landwirtschaftlich wichtiger Lupinenarten. (Neue Brehm-Bücherei, Nr. 265). - Wittenberg: Ziemsen-Verl. 104 S.
4. DANERT, S., S. GEIER und P. HANELT, 1961: Vegetationskundliche Studien in Nordostchina (Mandschurei) und der Inneren Mongolei. - Feddes Repert. Beih. 139: 5-144.
5. DANERT, S. und P. HANELT, 1961: Reichtum der chinesischen Flora. - Wiss. Fortschr. 276-279.

6. HANELT, P., 1961: Zur Kenntnis von *Carthamus tinctorius* L. - Kulturpflanze 9: 114-145.
7. HANELT, P., 1962: Eine neue *Lysimachia*-Art aus Honan (China). - Feddes Repert. 64: 231-233.
8. HANELT, P., 1962: Die intraspezifische morphologische Variabilität von *Ornithopus sativus* Brot. - Kulturpflanze Beiheft 3: 134-143.
9. HANELT, P. und D. METTIN, 1962: Die Typisierung von *Vicia biennis* L. sowie systematische und cytologische Beobachtungen an *Vicia neglecta* spec. nov. - Kulturpflanze 10: 46-62.
10. HANELT, P. und J. SCHULTZE-MOTEL, 1962: Beobachtungen an einer blaublühenden Sippe von *Lithospermum arvense* L. - Kulturpflanze 10: 122-131.
11. HANELT, P., 1963: Monographische Übersicht der Gattung *Carthamus* L. (Compositae). - Feddes Repert. 67: 41-180.
12. HANELT, P., 1963: Vegetationskundliche Beobachtungen in Nordost-Kuangsi (Südchina). - Kulturpflanze 11: 211-239.
13. HANELT, P., 1964: Bibliographia Phytosociologicae: China. - Excerpta Bot., sect. B 6: 106-134.
14. METTIN, D. und P. HANELT, 1964: Cytosystematische Untersuchungen in der Artengruppe um *Vicia sativa* L. I. - Kulturpflanze 12: 163-225.
15. HANELT, P. und S. DAVAZHAMC, 1965: Beitrag zur Kenntnis der Flora der Mongolischen Volksrepublik, insbesondere des Gobi-Altai, des Transaltai- und Alashan-Gobi-Bezirks. - Feddes Repert. 70: 7-68.
16. HANELT, P., 1966: Polyploidie-Frequenz und geographische Verbreitung bei höheren Pflanzen. - Biol. Rd.sch. 4: 183-196.
17. HANELT, P. und D. METTIN, 1966: Cytosystematische Untersuchungen in der Artengruppe um *Vicia sativa* L. II. - Kulturpflanze 14: 137-161.
18. DANERT, S., P. HANELT, J. HELM, J. KRUSE, C. O. LEHMANN und J. SCHULTZE-MOTEL, 1967: (Beiträge zur Systematik der Kulturpflanzen). - In: Brockhaus ABC der Biologie. Hrsg.: DIETRICH, G. - Leipzig: Brockhaus-Verl.
19. HANELT, P. und B. TSCHERSCH, 1967: Blausäureglykosid-Untersuchungen am Gaterslebener Wickensortiment. - Kulturpflanze 15: 85-96.
20. TSCHERSCH, B. und P. HANELT, 1967: Die freien Aminosäuren der Samen von *Vicia* L. und die systematische Gliederung der Gattung. - Flora 157: 389-406.
21. HANELT, P., 1968: Beiträge zur Kulturpflanzen-Flora I: Bemerkungen zur Systematik und Anbaugeschichte einiger *Amaranthus*-Arten. - Kulturpflanze 16: 127-149.
22. METTIN, D. und P. HANELT, 1968: Bemerkungen zur Karyologie und Systematik einiger Sippen der Gattung *Vicia* L. - Feddes Repert. 77: 11-30. HANELT, P., 1969: Revision der mongolischen Taxa von *Papaver* L. sect. *Scapiflorae* Rchb. sowie Studien zur Systematik und Evolution dieser Sektion. (Habilitationsschrift). - Halle/S.: Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg.
24. HANELT, P., 1970: Die Typisierung von *Papaver nudicaule* L. und die Einordnung von *P. nudicaule* hort. non L. - Kulturpflanze 18: 73-88.
25. HANELT, P., 1970: Vorkommen und Vergesellschaftung von *Nanophyton erinaceum* (Pall.) Bge. in der Mongolischen Volksrepublik. - Arch. Naturschutz Landschaftsforsch. 10: 19-

- 40.
26. HANELT, P., 1970: Revision der mongolischen Taxa von *Papaver* L. sect. *Scapiflorae* Rchb. sowie Studien zur Systematik und Evolution dieser Sektion. - Biol. Rd.sch. 8: 408-409.
 27. HANELT, P. und D. METTIN, 1970: Zur systematischen Stellung von *Vicia oroboides* Wulf. - Kulturpflanze 18: 179-188.
 28. HANELT, P. und D. METTIN, 1970: Über die systematische Stellung temperater und meridionaler Sippen der Gattung *Vicia* L. - Feddes Repert. 81: 147-161.
 29. DANERT, S., F. FUKAREK, P. HANELT, J. HELM, J. KRUSE, C. O. LEHMANN und J. SCHULTZE-MOTEL, 1971: Urania Pflanzenreich, Höhere Pflanzen I. 1. Aufl. - Leipzig: Urania-Verl. 510 S.
 30. HELM, J. und P. HANELT, 1971: Das "Kreutterbuch" von Johannes Kentmann aus dem Jahre 1563. - Sudhoffs Arch. Beiheft 13: 89-177.
 31. HEYWOOD, V. H., 1971: Taxonomie der Pflanzen. (Übersetzung und wiss. Bearbeitung durch P. HANELT und D. HANELT). - Jena: Fischer-Verl. 112 S.
 32. HANELT, P., 1972: Die infraspezifische Variabilität von *Vicia faba* L. und ihre Gliederung. - Kulturpflanze 20: 75-128.
 33. HANELT, P., 1972: Zur Geschichte des Anbaues von *Vicia faba* L. und ihrer verschiedenen Formen. - Kulturpflanze 20: 209-223.
 34. HANELT, P., H. SCHÄFER und J. SCHULTZE-MOTEL, 1972: Die Stellung von *Vicia faba* L. in der Gattung *Vicia* L. und Betrachtungen zur Entstehung dieser Kulturart. - Kulturpflanze 20: 263-275.
 35. KRUSE, J., S. DANERT, P. HANELT, J. HELM, C. O. LEHMANN, A. RUDOLPH, F. SCHOLZ, J. SCHULTZE-MOTEL und M. SIEGEL, 1972: Aleuronschichten und Aminosäuregehalt bei der Gerste. - Kulturpflanze 19: 427-438.
 36. DANERT, S., P. HANELT, J. HELM, J. KRUSE, C. O. LEHMANN und J. SCHULTZE-MOTEL, 1973: Urania Pflanzenreich. Höhere Pflanzen 2. 1. Aufl. - Leipzig: Urania-Verl. 518 S.
 37. HANELT, P., 1973: Merkmalsvariabilität bei *Vicia faba* L. - I. Künstliche morphologische Systeme bei Kulturpflanzen-Arten. - Kulturpflanze 21: 55-57.
 38. HANELT, P., 1973: In: A. LÖVE: IOPB chromosome numbers reports XLII. - Taxon 22: 648-649.
 39. METTIN, D. und P. HANELT, 1973: Über Speziationsvorgänge in der Gattung *Vicia* L. - Kulturpflanze 21: 25-54.
 40. HANELT, P., 1974: Die wissenschaftlichen Arbeiten SIEGFRIED DANERTS. - Kulturpflanze 22: 13-21.
 41. HANELT, P., 1974: Fragen der infraspezifischen Gliederung von Kulturpflanzen. - In: Widerspiegelung der Binnenstruktur und Dynamik der Art in der Botanik. Hrsg.: VENT, W. - Berlin: Akademie-Verl. 111-113.
 42. MÜNTZ, K., A. RUDOLPH, P. HANELT, C. LEHMANN und F. SCHOLZ, 1974: Protein-screening am Weizen- und Ackerbohnen-Sortiment in Gatersleben. - Mitt.bl. Chem. Ges. DDR 21: 216.
 43. DANERT, S., F. FUKAREK, P. HANELT, J. HELM, J. KRUSE, C. O. LEHMANN und J. SCHULTZE-MOTEL, 1975: Urania Pflanzenreich, Höhere Pflanzen I. 2. Aufl. - Leipzig: Urania-Verl. 510 S.

44. HAMMER, K., P. HANELT, C. O. LEHMANN, C. TITTEL und J. WEISS, 1975: Auf der Suche nach selten gewordenen Sorten. - Garten Kleintierzucht 14: H. 1/1, 3/1, 5/2, 6/1, 6/2 jeweils S. 11.
45. HANELT, P., 1975: *Cirsium helenioides* (L.) Hill - eine neue Art der Flora des Harzes. - Naturkd. Jahresber. Museum Heineanum 10: 5-9.
46. HANELT, P., 1975: Species definition and taxonomy of cultivated plants on the infraspecific level. - Abstracts XIIth Int. Bot. Congr., Leningrad II: 507.
47. HANELT, P., 1975: Überlegungen über die Beziehungen zwischen Ökologie und Systematik bei höheren Pflanzen. - Mitt. Sect. Geobot. Phytotaxon. Biol. Ges. DDR 37-47.
48. HANELT, P. und K. HAMMER, 1975: Bericht über eine Reise nach Ostmähren und der Slowakei 1974 zur Sammlung autochthoner Sippen von Kulturpflanzen. - Kulturpflanze 23: 207-215.
49. HANELT, P. and D. METTIN, 1975: Speciation process within the genus *Vicia* L. - In: Abstracts. XIIth Internat. Bot. Congr., Leningrad I. - Leningrad 14.
50. RUDOLPH, A., P. HANELT, C. O. LEHMANN, K. MÜNTZ und F. SCHOLZ, 1975: Protein-screening am Weizen- und Ackerbohnen-Sortiment in Gatersleben. - Nahrung 19: 793-807.
51. DANERT, S., P. HANELT, J. HELM, J. KRUSE, C. O. LEHMANN und J. SCHULTZE-MOTEL, 1976: *Urania* Pflanzenreich. Höhere Pflanzen 2. (in ung.). 1. Aufl. Budapest.
52. DANERT, S., P. HANELT, J. HELM, J. KRUSE, C. O. LEHMANN und J. SCHULTZE-MOTEL, 1976: *Urania* Pflanzenreich. Höhere Pflanzen 2. 2. Aufl. - Leipzig: Urania-Verl. 518 S.
53. FRANKE, G., K. HAMMER, P. HANELT, H.-A. KETZ, G. NATHO und H. REINBOTHE, 1976: Früchte der Erde. - Leipzig: Urania-Verl. 248 S.
54. HAMMER, K., P. HANELT, C. O. LEHMANN, C. TITTEL und J. WEISS, 1976: Auf der Suche nach selten gewordenen Sorten. - Garten Kleintierzucht 15: H. 13, 11.
55. HANELT, P., 1976: Eiweißpflanzen. Gemüsepflanzen. - In: Früchte der Erde. Eds.: FRANKE, G., K. HAMMER, P. HANELT, H.-A. KETZ, G. NATHO und H. REINBOTHE - Leipzig: Urania-Verl. 91-111 und 182-225.
56. HANELT, P., 1976: *Carthamus* L., *Carduncellus* Adanson. - In: Flora Europaea. Eds.: TUTIN, T. G., V. H. HEYWOOD, N. A. BURGESS, D. M. MOORE, D. H. VALENTINE, S. M. WALTERS and D. A. WEBB - Cambridge-London-New York-Melbourne: Cambridge Univ. Press. 302-304.
57. HANELT, P. und D. MEYER, 1976: Arbeitstagung zu Fragen der numerischen Taxonomie, 2. März 1976, Gatersleben. - Mitt. Sect. Geobot. Phytotaxon. Biol. Ges. DDR: 13-15.
58. KÜHN, F., K. HAMMER und P. HANELT, 1976: Botanische Ergebnisse einer Reise in die CSSR 1974 zur Sammlung autochthoner Landsorten von Kulturpflanzen. - Kulturpflanze 24: 283-347.
59. FRANKE, G., K. HAMMER, P. HANELT, H.-A. KETZ, G. NATHO und H. REINBOTHE, 1977: Früchte der Erde. 2. Aufl. - Leipzig: Urania-Verl. 248 S.
60. FRANKE, G., K. HAMMER, P. HANELT, H.-A. KETZ, G. NATHO und H. REINBOTHE, 1977: Früchte der Erde. - Gütersloh: Prisma-Verl. 248 S.
61. HAMMER, K., P. HANELT und C. TITTEL, 1977: Sammlung autochthoner Kulturpflanzen auf dem Gebiet der DDR. - Kulturpflanze 25: 89-99.
62. HANELT, P., 1977: Ökologische und systematische Aspekte der Lebensdauer von Samen.

- Biol. Rd.sch. 15: 81-91.
63. HANELT, P., 1977: SIEGFRIED DANERT (1926 - 1973) - obituary. *Solanaceae Newsl.* 4: 3-6.
 64. HANELT, P. und K. HAMMER, 1977: Bericht über eine Reise nach der VR Polen 1976 zur Sammlung autochthoner Sippen von Kulturpflanzen. - *Kulturpflanze* 25: 33-44.
 65. HAMMER, K., P. HANELT und J. SCHULTZE-MOTEL, 1978: Änderungen in der Kulturpflanzenflora. - *Mitt. Sect. Anthropol. Biol. Ges. DDR* 35: 25-32.
 66. HANELT, P. und H. OHLE, 1978: Die Perlzwiebeln des Gaterslebener Sortiments und Bemerkungen zur Systematik und Karyologie dieser Sippe. - *Kulturpflanze* 26: 339-348.
 67. HANELT, P., A. RUDOLPH, K. HAMMER, H.-W. JANK, K. MÜNTZ und F. SCHOLZ, 1978: Eiweißuntersuchungen am Getreide- und Leguminosen-Sortiment Gatersleben. Teil 3: Gehalt an Rohprotein und schwefelhaltigen Aminosäuren der Ackerbohne (*Vicia faba* L.). - *Kulturpflanze* 26: 183-212.
 68. SCHULTZE-MOTEL, J., R. FRITSCH, K. HAMMER, P. HANELT, J. KRUSE, H. OHLE und H. I. SCHAEFER, 1978: Taxonomie und Evolution der Kulturpflanzen: Literaturübersicht 1975-1977. - *Kulturpflanze* 26: 363-381.
 69. FRANKE, G., K. HAMMER, P. HANELT, H.-A. KETZ, G. NATHO und H. REINBOTHE, 1979: Darove na zemjata (Früchte der Erde). - Sofia: Zemizdat.
 70. FRANKE, G., K. HAMMER, P. HANELT, H.-A. KETZ, G. NATHO und H. REINBOTHE, 1979: Plody zemli (Früchte der Erde). - Moskva: Mir
 71. HAMMER, K. und P. HANELT, 1979: Botanische Ergebnisse einer Reise in die VR Polen 1976 zur Sammlung autochthoner Landsorten von Kulturpflanzen. - *Kulturpflanze* 27: 109-149.
 72. HANELT, P., 1979: Collecting in Czechoslovakia and Poland. - In: ZEVEN, A. C. and A. M. VAN HARTEN, (Eds.), *Broadening the genetic base of crops*: 59-66. Wageningen.
 73. HANELT, P. and A. RUDOLPH, 1979: Protein and amino acid screening of the Gatersleben field bean collection (*Vicia faba* L.). - In: *Seed Protein of Dicotyledonous Plants. Proc. of a Symp.*, - Berlin: Akad. Wiss. DDR. Abhandl. AdW DDR N4: 211-213.
 74. HANELT, P. und J. SCHULTZE-MOTEL, 1979: Bericht über die Reise in die VR Polen zur Sammlung autochthoner Sippen von Kulturpflanzen im Jahre 1978. - *Kulturpflanze* 27: 151-163.
 75. SCHULTZE-MOTEL, J., R. FRITSCH, K. HAMMER, P. HANELT, J. KRUSE, H. OHLE und H. MAASS, 1979: Taxonomy and evolution of cultivated plants: Literature review 1977/1978. - *Kulturpflanze* 27: 247-264.
 76. HAMMER, K. und P. HANELT, 1980: Variabilitäts-Indices von *Papaver rhoeas*-Populationen und ihre Beziehung zum Entwicklungsstand der Landwirtschaft. - *Biol. Zent.bl.* 99: 325-343.
 77. KÜHN, F., K. HAMMER und P. HANELT, 1980: Botanische Ergebnisse einer Reise in die CSSR 1977 zur Sammlung autochthoner Landsorten von Kulturpflanzen. - *Kulturpflanze* 28: 183-226.
 78. SCHULTZE-MOTEL, J., R. FRITSCH, K. HAMMER, P. HANELT, J. KRUSE, H. I. MAASS, H. OHLE und K. PISTRICK, 1980: Taxonomy and evolution of cultivated plants: Literature review 1978/1979. - *Kulturpflanze* 28: 379-397.
 79. DANERT, S., P. HANELT, J. HELM, J. KRUSE, C. O. LEHMANN und J. SCHULTZE-MOTEL,

- 1981: Urania Pflanzenreich. Höhere Pflanzen 2 (in ung.). 2 Aufl. Budapest.
80. KULPA, W. and P. HANELT, 1981: Activities regarding collection and evaluation of Polish land-races. - Kulturpflanze 29: 81-90.
 81. HAMMER, K., M. GÓRSKI, P. HANELT, F. KÜHN, W. KULPA and J. SCHULTZE-MOTEL, 1981: Variability of wheat land-races from Czechoslovakia and Poland. - Kulturpflanze 29: 91-97.
 82. HANELT, P., 1981: Zur Geschichte des Anbaues von Buchweizen und Rispenhirse in der Lausitz. - Abh. Ber. Naturkundemuseums Görlitz 55: 1-13.
 83. SCHULTZE-MOTEL, J., R. FRITSCH, K. HAMMER, P. HANELT, J. KRUSE, H. I. MAASS, H. OHLE and K. PISTRICK, 1981: Taxonomy and evolution of cultivated plants: Literature review 1979/1980. - Kulturpflanze 29: 465-483.
 84. BERIDZE, R. K., P. HANELT and J. KRUSE, 1982: Report of a travel to the Georgian SSR 1981 for the collection of indigenous material of cultivated plants. - Kulturpflanze 30: 203-213.
 85. HAMMER, K., P. HANELT and H. KNÜPFER, 1982: Vorarbeiten zur monografischen Darstellung von Wildpflanzensortimenten: *Agrostemma* L. - Kulturpflanze 30: 45-96.
 86. HANELT, P., 1982: Die Erhaltung der genetischen Variabilität bei Kulturpflanzen. - In: SCHLOSSER, S., (Hrsg.): Naturschutzarbeit in den Bezirken Halle und Magdeburg 19 (Beiheft: Genressourcen für Forschung und Nutzung): 22-25.
 87. HANELT, P., 1982: Fortpflanzungssysteme und kritischer Status von Sippen der Flora der DDR. - Biol. Rd.sch. 20: 65-75.
 88. HANELT, P., K. HAMMER, J. SCHULTZE-MOTEL and W. KULPA, 1982: Katalog der 1978 in der VR Polen gesammelten indigenen Kulturpflanzen-Sippen. - Kulturpflanze 30: 215-244.
 89. HANELT, P. and J. SCHULTZE-MOTEL, 1982: Ein Verzeichnis der Kulturpflanzen der Erde. - Spectrum 13: 13.
 90. SCHULTZE-MOTEL, J., R. FRITSCH, K. HAMMER, P. HANELT, J. KRUSE, H. I. MAASS, H. OHLE and K. PISTRICK, 1982: Taxonomy and evolution of cultivated plants: Literature review 1980/1981. - Kulturpflanze 30: 273-291.
 91. BERIDZE, R. K., P. HANELT and R. FRITSCH, 1983: Report of a collecting mission to the Georgian SSR 1982 for study of indigenous material of cultivated plants. - Kulturpflanze 31: 173-184.
 92. BERIDZE, R. K., P. HANELT and J. KRUSE, 1983: O nauchnom sotrudnichestve v izuchenii kul'turnoj flory Gruzii. - Izv. Akad. Nauk Gruz. SSR, Ser. Biol. 9: 1-3.
 93. HAMMER, K. und P. HANELT, 1983: Von ALPHONSE DE CANDOLLE zur Genbank. - Spectrum 14: 32.
 94. HANELT, P., J. SCHULTZE-MOTEL and C. E. JARVIS, 1983: (715) Proposal to conserve *Triticum aestivum* L. (1753) against *Triticum hybernum* L. (1753) (Gramineae). - Taxon 32: 492-498.
 95. SCHUBERT, I., H. OHLE and P. HANELT, 1983: Phylogenetic conclusions from Giemsa banding and NOR staining in top onions. - Plant Syst. Evol. 143: 245-256.
 96. SCHULTZE-MOTEL, J., R. FRITSCH, K. HAMMER, P. HANELT, J. KRUSE, H. OHLE and K. PISTRICK, 1983: Taxonomy and evolution of cultivated plants: Literature review 1981/1982. - Kulturpflanze 31: 299-316.
 97. PERRINO, P., M. YARWOOD, P. HANELT and G. B. POLIGNANO, 1984: Variation of seed

- characters in selected *Vicia* species. - Kulturpflanze 32: 103-122.
98. PERRINO, P., K. HAMMER and P. HANELT, 1984: Variable landraces of crops collected in Southern Italy. - Plant Genet. Resour. Newsl. 37-38.
 99. PERRINO, P., K. HAMMER and P. HANELT, 1984: Collection of land-races of cultivated plants in South Italy 1983. - Kulturpflanze 32: 207-216.
 100. SCHULTZE-MOTEL, J., R. FRITSCH, K. HAMMER, P. HANELT, J. KRUSE, H. I. MAASS, H. OHLE and K. PISTRICK, 1984: Taxonomy and evolution of cultivated plants: Literature review 1982/1983. - Kulturpflanze 32: 245-259.
 101. BERIDZE, R. K., P. HANELT, V. N. KANDELAKI, I. M. SAKVARELIDZE and J. SCHULTZE-MOTEL, 1985: A further mission to the Georgian SSR 1984 for collecting indigenous material of cultivated plants. - Kulturpflanze 33: 199-212.
 102. GÓRAL, S., K. HAMMER, P. HANELT and CHR. O. LEHMANN, 1985: Zum Gedenken an WLADISLAW KULPA (1923 - 1984). - Kulturpflanze 33: 9-15.
 103. HANELT, P., 1985: Zur Taxonomie, Chorologie und Ökologie der Wildarten von *Allium* L. sect. *Cepa* (Mill.) Prokh. - Flora 176: 99-116.
 104. HANELT, P., 1985: Zur Kenntnis kultivierter Arten der Gattung *Moringa* Adans. (Moringaceae). - Gleditschia 13: 101-106.
 105. HANELT, P. and K. HAMMER, 1985: Relic cultivation of safflower as dye-plant in Central Europe. - Sesame Safflower Newslett. 1: 43-44.
 106. JÄGER, E., P. HANELT und C. DAVAZHAMC, 1985: Zur Flora der Dsungarischen Gobi (Mongolische Volksrepublik). - Flora 177: 45-89.
 107. SCHULTZE-MOTEL, J., R. FRITSCH, K. HAMMER, P. HANELT, J. KRUSE, H. OHLE and K. PISTRICK, 1985: Taxonomy and evolution of cultivated plants: Literature review 1983/1984. - Kulturpflanze 33: 307-324.
 108. BENEDIX, E. H., R. FRITSCH, I. GREBENSCIKOV, K. HAMMER, P. HANELT, J. KRUSE, I. MAAß, H. OHLE, K. PISTRICK, A. RIETH, J. SCHULTZE-MOTEL (Hrsg.) und C. TITTEL, 1986: RUDOLF MANSFELDS Verzeichnis landwirtschaftlicher und gärtnerischer Kulturpflanzen (ohne Zierpflanzen). Zweite neubearbeitete und wesentlich erweiterte Auflage in 4 Bänden. - Akademie-Verl. Berlin und Springer-Verl. Heidelberg: 1998 S.
 109. HAMMER, K., P. HANELT and C. O. LEHMANN, 1986: Genetic resources and the diversity of *Vicia faba*. - Biol. Zent.bl. 105: 199-205.
 110. HAMMER, K., P. HANELT and P. PERRINO, 1986: Carosello and the taxonomy of *Cucumis melo* L. especially of its vegetable races. - Kulturpflanze 34: 249-259.
 111. HANELT, P., 1986: The importance of mountainous regions for the analysis and collection of plant-genetic resources. - In: Proc. Int. Symp. Mountain Vegetation, Beijing/VR China (1986). - Beijing: Bot. Soc. China. S. 47-50.
 112. HANELT, P., 1986: Pathways of domestication with regard to crop types (grain legumes, vegetables). - In: The origin and domestication of cultivated plants. Ed.: BARIGOZZI, C. - Amsterdam: Elsevier Sci. 179-199.
 113. HANELT, P., 1986: Formal and informal classifications of the intraspecific variability of cultivated plants - advantages and limitations. - In: Intraspecific classification of wild and cultivated plants. Ed.: STYLES, B. T. - Oxford: Clarendon Press. 136-156.
 114. HANELT, P., J. KRUSE, C. SANCHIR und D. ZUMBERELMAA, 1986: Bericht über eine Sam-

- melreise in die Mongolische Volksrepublik 1985. (Die mongolischen Arten der Gattung *Allium* L.). - Kulturpflanze 34: 275-291.
115. SCHULTZE-MOTEL, J., R. FRITSCH, K. HAMMER, P. HANELT, J. KRUSE, H. I. MAASS, H. OHLE and K. PISTRICK, 1986: Taxonomy and evolution of cultivated plants: Literature review 1984/1985. - Kulturpflanze 34: 335-347.
116. BERIDZE, R. K., P. HANELT, R. FRITSCH and N. TARALASHVILI, 1987: O nauchnom so-trudnichestve v izuchenii i sokhranении genofonda aborigennykh sortov i form kul'turnykh rastenij Gruzii. - Izv. Akad. Nauk Gruz. SSR, ser. Biol. 13: 287-288.
117. BERIDZE, R. K., P. HANELT, D. MANDZHIGALADZE and K. PISTRICK, 1987: Collection of plant-genetic resources in the Georgian SSR 1986. - Kulturpflanze 35: 335-353.
118. HANELT, P., R. FRITSCH, J. KRUSE, H. MAASS and H. OHLE, 1987: Wild relatives of cultivated *Allium* species. - In: Abstracts. XIV Int. Bot. Congr., Berlin (West). - Berlin: Dt. Bot. Ges.: 288.
119. HANELT, P. und K. HAMMER, 1987: Einige infragenerische Umkombinationen und Neubeschreibungen bei Kultursippen von *Brassica* L. und *Papaver* L. - Feddes Repert. 98: 553-555.
120. KIM HJON-SAM, K. HAMMER, HAN UN-XOAN, P. HANELT and PAK HJON-SON, 1987: Mission for the collection of plant genetic resources in the Democratic People's Republic of Korea 1986. - Kulturpflanze 35: 355-365.
121. SCHULTZE-MOTEL, J., R. FRITSCH, K. HAMMER, P. HANELT, J. KRUSE, H. I. MAASS, H. OHLE and K. PISTRICK, 1987: Taxonomy and evolution of cultivated plants: Literature review 1985/1986. - Kulturpflanze 35: 421-439.
122. BERIDZE, R. K., P. HANELT, V. KANDELAKI, R. FRITSCH and J. SCHULTZE-MOTEL, 1988: O nekotorykh rezul'tatakh sovместnykh issledovaniy kul'turnoj flory Gruzii. - Izv. Akad. Nauk Gruz. SSR, Ser. Biol. 14: 143-144.
123. BERIDZE, R. K., P. HANELT, V. N. KANDELAKI, D. MANDZHIGALADZE and J. SCHULTZE-MOTEL, 1988: Collecting plant-genetic resources in the Georgian SSR (Chevsuretia, Tushetia) 1987. - Kulturpflanze 36: 405-419.
124. HANELT, P., 1988: Die Domestikation von Pflanzen - ein Phänomen der Anpassung. - Biol. Rd.sch. 26: 255-263.
125. HANELT, P., 1988: Taxonomy as a tool for studying plant genetic resources. - Kulturpflanze 36: 169-187.
126. PERRINO, P., G. MARUCA, R. N. LESTER and P. HANELT, 1988: A chromatographic approach to the taxonomy of *Vicia* L. - Kulturpflanze 36: 391-404.
127. SCHULTZE-MOTEL, J., R. FRITSCH, K. HAMMER, P. HANELT, J. KRUSE, H. I. MAASS, H. OHLE and K. PISTRICK, 1988: Taxonomy and evolution of cultivated plants: Literature review 1986/1987. - Kulturpflanze 36: 571-592.
128. FRANKE, G., K. HAMMER, P. HANELT, H.-A. KETZ, G. NATHO und H. REINBOTHE, 1989: Früchte der Erde. 3 Aufl. - Leipzig: Urania-Verl. 255 S.
129. FRANKE, G., K. HAMMER, P. HANELT, H.-A. KETZ, G. NATHO und H. REINBOTHE, 1989: Früchte der Erde. (Lizenzausgabe). 3. Aufl. - Frankfurt/M.: Deutsch. 255 S.
130. HANELT, P. and D. METTIN, 1989: Biosystematics of the genus *Vicia* L. (Leguminosae). - Annu. Rev. Ecol. Syst. 20: 199-223.

131. SANCHIR, C., K. PISTRICK und P. HANELT, 1989: Zur Nutzung von *Allium*-Wildarten der mongolischen Flora. - Kulturpflanze 37: 133-143.
132. BERIDZE, R. K., P. HANELT, T. S. GIRGVLIANI, V. N. KANDELAKI and D. MANDZHIGALADZE, 1990: Collecting plant-genetic resources in Georgia (South Ossetia, Dzhavakheti) 1990. - Feddes Repert. 103: 523-533.
133. BERIDZE, R. K., P. HANELT, V. N. KANDELAKI, D. MANDZHIGALADZE and J. SCHULTZE-MOTEL, 1990: Collecting plant-genetic resources in the Georgian SSR (Kartli, Meskheta) 1989. - Kulturpflanze 38: 157-171.
134. GROLLE, R., P. HANELT, H. HÜBEL, B. KAUSMANN, H. KREISEL, J. SCHULTZE-MOTEL (Bearbeiter), G. NATHO, C. MÜLLER und H. SCHMIDT (Hrsg.), 1990: Wörterbücher der Biologie. Morphologie und Systematik der Pflanzen. (Uni-Taschenbücher 1522). 2 Bände. - Stuttgart: Fischer-Verl. 852 S.
135. HANELT, P., 1990: Taxonomy, evolution and history. - In: Onions and allied crops. Vol. I: Botany, Physiology, and Genetics. Eds.: RABINOWITCH, H. D. and J. L. BREWSTER - Boca Raton/USA: CRC Press. 1-26.
136. SCHULTZE-MOTEL, J., R. FRITSCH, K. HAMMER, P. HANELT, J. KRUSE, H. I. MAAB, H. OHLE and K. PISTRICK, 1990: Taxonomy and evolution of cultivated plants: Literature review 1988/1989. - Kulturpflanze 38: 417-434.
137. VAN DER MEER, Q. P. and P. HANELT, 1990: Leek (*Allium ampeloprasum* var. *porrum*). - In: Onions and allied crops. Vol. 3: Biochemistry, Food Science and Minor Crops. Eds.: RABINOWITCH, H. D. and J. L. BREWSTER - Boca Raton/USA: CRC Press. 179-196.
138. XU, J. M., P. HANELT and LONG CHUN-LIN, 1990: Key to the *Alliums* of China. - *Herbertia* 46: 140-164.
139. HANELT, P., 1991: Some lesser known culinary *Alliums*. - *Herbarist* 57: 37-51.
140. HANELT, P. and R. K. BERIDZE, 1991: The flora of cultivated plants of the Georgian SSR and its genetic resources. - *Flora Veg. Mundi* 9: 113-120.
141. PERRINO, P., G. MARUCA, R. N. LESTER, V. LINSALATA, V. LATTANZIO and P. HANELT, 1991: Chemotaxonomic relationships among species of *Vicia* section *Faba*. - *Feddes Repert.* 102: 319-334.
142. SCHLOSSER, S., R. REICHHOFF und P. HANELT, 1991: Wildpflanzen Mitteleuropas - Nutzung und Schutz. - Berlin: Dt. Landwirtschaftsverl. 548 S.
143. BERIDZE, R. K., P. KHANEL'T (HANELT), V. N. KADELAKI, T. S. GIRGVLIANI and J. SHULCE-MOTEL' (SCHULTZE-MOTEL), 1992: O nekotorykh rezul'tatakh sovmetnykh issledovaniy geneticheskikh resursov kul'turnoj flory zapadnoj Gruzii. - *Izv. Akad. Nauk Gruzii, ser. Biol.* 18: 284-288.
144. GRAICHEN, K., K. HAMMER and P. HANELT, 1992: Evidence of infections by aphid- and soil-born viruses in the *Allium* collection of the Gatersleben Institute. - In: *The Genus Allium - Taxonomic Problems and Genetic Resources*. (Proc. Int. Symp. Gatersleben, June 11-13, 1991). Eds.: HANELT, P., K. HAMMER and H. KNÜPFER, Gatersleben: 89-92. IPK.
145. HAMMER, K. and P. HANELT, 1992: Editorial. - *Genet. Resour. Crop Evol.* 39: 1-2.
146. HAMMER, K. and P. HANELT, 1992: CHRISTIAN O. LEHMANN (1926 - 1992) - Obituary. - *Genet. Resour. Crop Evol.* 39: 61-69.
147. HANELT, P., 1992: Ovule number and seed weight in the genus *Allium* L. - In: *The Genus*

- Allium* - Taxonomic Problems and Genetic Resources. (Proc. Int. Symp. Gatersleben, June 11-13, 1991). Eds.: HANELT, P., K. HAMMER and H. KNÜPFER - Gatersleben: IPK. 99-105.
148. HANELT, P., 1992: Amerikanische Körneramaranthen in der Alten Welt. - Vortr. Pflanzenzücht. 22: 152-161.
149. HANELT, P., R. FRITSCH, K. HAMMER, J. KRUSE, H. I. MAAß, H. OHLE and K. PISTRICK, 1992: Taxonomy and evolution of cultivated plants: Literature review 1989/1990. - Feddes Repert. 103: 457-467.
150. HANELT, P., R. FRITSCH, K. HAMMER, J. KRUSE, K. PISTRICK and J. SCHULTZE-MOTEL, 1992: Taxonomy and evolution of cultivated plants: Literature review 1990/1991. - Plant Genet. Resour. Newsl. 87: 25-35.
151. HANELT, P., K. HAMMER and H. KNÜPFER (Eds.), 1992: The Genus *Allium* - Taxonomic Problems and Genetic Resources. (Proc. Int. Symp. Gatersleben, June 11-13, 1991). - Gatersleben: IPK. 359 S.
152. HANELT, P., K. HAMMER and H. KNÜPFER, 1992: Preface. - In: The Genus *Allium* - Taxonomic Problems and Genetic Resources. (Proc. Int. Symp. Gatersleben, June 11-13, 1991). Eds.: HANELT, P., K. HAMMER and H. KNÜPFER - Gatersleben: IPK. 3-5.
153. HANELT, P., J. SCHULTZE-MOTEL, R. FRITSCH, J. KRUSE, H. I. MAAß, H. OHLE and K. PISTRICK, 1992: Infrageneric grouping of *Allium* - the Gatersleben approach. - In: The Genus *Allium* - Taxonomic Problems and Genetic Resources. (Proc. Int. Symp. Gatersleben, June 11-13, 1991). Eds.: HANELT, P., K. HAMMER and H. KNÜPFER - Gatersleben: IPK. 107-123.
154. HANELT, P., 1993: Abteilung Spermatophyta: Myrtales z. T., Polygalales z. T., Fagales, Casuarinales, Myricales, Junglandales, Podostemales, Connarales, Fabales, Rhizophoraceae, Onagraceae, Haloragales, Krameriaceae, Balanophorales, Euphorbiales, Plumbaginales. - In: Die große farbige Enzyklopädie. Urania Pflanzenreich in vier Bänden, Blütenpflanzen 1. Hrsg.: FUKAREK, F. - Leipzig-Jena-Berlin: Urania-Verl.
155. HANELT, P., R. FRITSCH, K. HAMMER, J. KRUSE, K. PISTRICK and J. SCHULTZE-MOTEL, 1993: Taxonomy and evolution of cultivated plants: literature reviews. - Plant Genet. Resour. Newsl. 91/92: 24.
156. HANELT, P., G. LINNE VON BERG und M. KLAAS, 1993: Taxonomische Untersuchungen zur infraspezifischen Variabilität bei Kulturpflanzen. - Vortr. Pflanzenzücht. 25: 212-227.
157. HERDAM, H., H.-U. KISON, U. WEGENER, Chr. HÖGEL, W. ILLIG, A. BARTSCH, A. GROSS und P. HANELT, 1993: Neue Flora von Halberstadt. Farn- und Blütenpflanzen des Nordharzes und seines Vorlandes. - Quedlinburg: Botanischer Arbeitskreis Nordharz e. V.. 385 S.
158. DANERT, S., P. HANELT, J. HELM, J. KRUSE, C. O. LEHMANN, J. SCHULTZE-MOTEL, F. FUKAREK (unter Mitarbeit von K. HAMMER, J. KELLER und T. GLADIS), 1994: Die große farbige Enzyklopädie. Urania Pflanzenreich in vier Bänden, Blütenpflanzen 2. - Leipzig-Jena-Berlin: Urania-Verl. 609 S.
159. HANELT, P., 1994: Die taxonomische Gliederung der Gattung *Allium* und ihre Kultur- und Nutzpflanzen. - Drogenreport 7: 17-25.
160. HANELT, P., 1994: Tradition und Fortschritt einer Forschungseinrichtung. - Biol. Zent.bl.

- 113: 15-23.
161. HANELT, P. and R. FRITSCH, 1994: Notes on some infrageneric taxa in *Allium* L. - Kew Bull. 49: 559-564.
 162. HAMMER, K., R. FRITSCH, P. HANELT, H. KNÜPFER and K. PISTRICK, 1995: Collecting by the Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (IPK) at Gatersleben. - In: Collecting Plant Genetic Diversity: Technical Guidelines. Eds.: GUARINO, L., V. R. RAO and R. REID - Wallingford/Großbritannien: CAB International. 713-725.
 163. HANELT, P., 1995: *Allium* of the Mediterranean provides a feast for the eye and the palate. - Diversity 11: 125-126.
 164. HANELT, P., 1995: Taxonomic problems of the Mediterranean *Alliums* and their relationships to other groups of the genus. - Bocconea 3: in press.
 165. HANELT, P. and K. HAMMER, 1995: Classifications of intraspecific variation in crop plants. - In: Collecting Plant Genetic Diversity: Technical Guidelines. Eds.: GUARINO, L., V. R. RAO and R. REID - Wallingford/Großbritannien: CAB International. 113-120.
 166. LINNE VON BERG, G., A. SAMOYLOV, M. KLAAS and P. HANELT, 1995: Chloroplast DNA restriction analysis and the infrageneric grouping of *Allium* L. - Plant Syst. Evol. in press.
 167. SAMOYLOV, A., P. HANELT and M. KLAAS, 1995: South-west Asian groups of the genus *Allium* and their relationships based on chloroplast DNA. - In: Proceedings, IV Plant Life of Southwest Asia Symposium, Izmir, 21-26 May 1995. in press.
 168. SAMOYLOV, A., M. KLAAS and P. HANELT, 1995: Use of chloroplast DNA polymorphisms for the phylogenetic study of the subgenera *Amerallium* and *Bromatorrhiza* (genus *Allium*). - Feddes Repert. 106: 161-167.
 169. HAMMER, K. and P. HANELT, 1995: Obituary: FRANTIŠEK KÜHN 1931 - 1995. Genet. Resour. Crop Evol. 42: v-vi.

Neue Ergebnisse zur Taxonomie und Evolution von *Allium* L.

New results of taxonomic and evolutionary research on Allium L.

REINHARD M. FRITSCH¹

Zusammenfassung

In den letzten vier Jahren wurden auf der Grundlage einer weiter vervollständigten *Allium*-Kollektion (ca. 340 Arten) die taxonomischen Untersuchungen fortgeführt, deren Ergebnisse kurz vorgestellt werden. Wurden neben morphologischen Merkmalen auch andere Merkmalsgruppen und ausreichend viele OTU's in numerisch-taxonomische Untersuchungen einbezogen, ergaben agglomerative und divisive Verfahren gut akzeptable Gliederungen. Im subg. *Melanocrommyum* waren anhand von Lebendmaterial von den Orten der Erstbeschreibung einige bislang kontrovers diskutierte Nomenklaturprobleme zu lösen. Die Analyse der Testastrukturen und anatomischer Merkmale weiterer Sippen bestätigte die Tendenz früherer Befunde. Innerhalb von subg. *Rhizirideum* erlauben Unterschiede im Karyotyp, im DNA-Gehalt, Isoenzym-Analysen, in situ-Hybridisierungen der DNA sowie die molekulare RAPD-Technik die Identifizierung von Gruppen bzw. der beteiligten Arten bei Arthybriden. Im subg. *Melanocrommyum* kann man anhand der Karyotypen keine Gruppe oder Arten unterscheiden. RFLP-Analysen und Sequenzierung bestimmter DNA-Abschnitte erlauben taxonomisch relevante Aussagen bis hinunter zum Artniveau; das früher (39) vorgeschlagene System von *Allium* wurde damit weitgehend bestätigt. Molekulare Ergebnisse erhärten, daß subg. *Bromatorrhiza* keine natürliche Gruppe ist. Die bislang dazu gerechneten Arten sind an zwei verschiedenen Stellen im subg. *Amerallium* einzuordnen; ein entsprechender Gliederungsvorschlag wird präsentiert. Zur infraspezifischen Gliederung lassen sich vor allem Isoenzym-Untersuchungen und die Variabilität polymorpher DNA (RAPD-Technik) einsetzen, wie an der Knoblauch- und der Küchenzwiebel-Verwandtschaft gezeigt wurde. Bei Messungen des DNA-Gehaltes der Zellkerne an einem weiten Artenspektrum wurden aus der Literatur bekannte, relative hohe Gehalte für *A. farreri* und *A. ursinum*, für mehrere Vertreter von subg. *Melanocrommyum* und für die Sektionen *Brevispatha* und *Anguinum* ebenso bestätigt wie ausgesprochen niedrige Werte für sect. *Schoenoprasum*.

¹ Institut für Pflanzengenetik und
Kulturpflanzenforschung (IPK)
Corrensstr. 3
06466 Gatersleben

Summary

The enlarged working collection of living *Allium* accessions (currently approximately 340 spp.) enabled the Gatersleben working group to continue taxonomic research in this genus, the results of which are briefly discussed. Numerical-taxonomic investigations only had acceptable results when a sufficiently large number of OTU's was enclosed. Agglomerative and divisive methods gave similar data. Several controversially discussed nomenclatural problems in subg. *Melanocrommyum* could only be solved when living accessions from "classical locations" became available. The sculpture patterns of the testa epidermis as well as anatomical characters of newly investigated taxa underline the tendency of earlier reported results. Different karyotypes, well differentiated DNA-values per genome, the results of *in situ* hybridisations of DNA as well as molecular markers (RAPD-analyses) allow the identification of taxonomic groups and in some cases the detection of the parents in species hybrids. In subg. *Melanocrommyum*, karyotypes cannot be used to differentiate between infrageneric groups or species. RFLP analyses and sequencing of DNA-markers can well be used for taxonomic conclusions on *Allium* at subgeneric level up to the species level. The classification of *Allium* as proposed four years ago (39) was generally confirmed. However, molecular data support the opinion that the former subg. *Bromatorrhiza* is an artificial group. The species formerly enclosed in this subgenus should be transferred to at least two different positions in subg. *Amerallium*. Isoenzymes as well as RAPD patterns showed a suitable amount of variability to be usable for infraspecific classification purposes in garlic and common onion. The values of DNA contents per genome were measured for a large group of species. High values cited in the literature for *A. farreri*, *A. ursinum*, several species of subg. *Melanocrommyum*, sect. *Brevispatha* and sect. *Anguinum* were confirmed as well as extremely low values for sect. *Schoenoprasum*.

1 Einleitung

Die Gattung *Allium* ist ein außerordentlich diverser Verwandtschaftskreis mit mehr als 700 Arten (90), der an verschiedenen Institutionen in wissenschaftliche Untersuchungen einbezogen ist. Eine thematisch breitgefächerte Auswahl des Wissenstandes von 1991 vermittelt der 1992 erschienene Symposiumsband (39). In den letzten vier Jahren erschienene Arbeiten berichten über die Neubeschreibung von wildwachsenden Arten (9, 11, 12, 14, 16, 48, 53, 63, 64, 71, 72, 94, 100), taxonomische Revisionen von Wildsippem (21, 26, 28, 29, 31, 37, 53, 54, 61, 62, 63, 64, 71, 72, 73, 78, 81, 86, 87, 88) und Kultur-Arten (2, 41, 42, 43, 44, 58, 59, 60, 65, 75, 96, 97) sowie Klassifikationsvorschläge (36, 37, 52, 53, 56, 57, 63, 78, 82, 83, 85, 88, 90). Hier kann man stärker genetisch ausgerichtete Charakterisierungen vorwiegend von Kulturarten (4, 5, 19, 20, 34, 35, 41, 42, 43, 44, 76, 77, 80, 93) anschließen. Karyologische Arbeiten (9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 30, 31, 46, 47, 51, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 79, 91, 95, 100) wurden ebenso fortgeführt wie speziellere Analysen auf biochemischer (1, 2, 6, 7, 8, 19, 34, 35, 40, 73, 89, 98) und molekularer Basis (5, 31, 41, 42, 43, 46, 57, 60, 76, 82, 83, 84, 92, 99). Andere Arbeiten

beschäftigen sich mit genutzten und dekorativ verwendeten Arten (6, 7, 18, 27, 32, 66, 67). Fragen der Morphologie und Verbreitung (2, 3, 15, 17) fanden wenig Interesse.

Selbst eine kurze Diskussion aller eben genannten Publikationen würde den zeitlichen Rahmen dieses Vortrages als Teil der Würdigung für PETER HANELT bei weitem sprengen. Deshalb werde ich mich auf die Vorstellung der in Gatersleben geleisteten Arbeiten konzentrieren. An allen diesen Arbeiten hatte der Jubilar direkt oder indirekt einen großen Anteil.

2 Die *Allium*-Arbeitssammlung

Eine Lebendkollektion zahlreicher Sippen ist eine unverzichtbare Basis für umfassende Untersuchungen verschiedenster Art im Hinblick auf taxonomisch aussagefähige Ergebnisse. Ohne die reiche Sammlung von mediterranen *Allium*-Arten in Kew wäre die sorgfältige Bearbeitung von subg. *Allium* sect. *Allium* (33, 40, 47, 62) kaum möglich gewesen. Neben einigen umfangreicheren Kollektionen von landwirtschaftlich und gartenbaulich wichtigen Sorten und Herkünften der wenigen kultivierten *Allium*-Arten gibt es nur wenige artenreiche Lebendkollektionen. Unter ihnen nimmt die Gaterslebener Arbeitssammlung mit ca. 340 *Allium*-Arten und 25 Arten nahverwandter Gattungen (ca. 2000 determinierte Akzessionen) den Spitzenplatz ein. Da ein nicht unbeträchtlicher Teil der *Allium*-Arten aus warm-gemäßigten bis trocken-subtropischen Gebieten stammt (Verbreitungsschwerpunkt in Südwest- und Mittel-Asien), dürften wir in Gatersleben die maximale Zahl von Arten nahezu erreicht haben, die im subatlantischen Klima Mitteleuropas erfolgreich zu kultivieren sind. Wir haben etwa die Hälfte der Arten von den meisten Untergattungen in Kultur (bei subg. *Allium* weniger.)



Abb. 1: Die Arbeitskollektion auf dem Versuchsfeld

Fig. 1: The working collection on the experimental field

Die Gaterslebener Kollektion wurde zum größten Teil während Sammelreisen zusammengetragen, die gemeinsam mit ausländischen Instituten durchgeführt wurden. Wir haben hierbei neben fast allen Mitarbeitern der Abt. Taxonomie auch zahlreichen Mitstreitern aus anderen Institutionen zu danken, die daran beteiligt waren. Einen nicht unbeträchtlichen Teil der Sippen hat auch PETER HANELT von Reisen mitgebracht.

3 Numerische Taxonomie

Frühere Untersuchungen mit numerisch-taxonomischen Methoden in der Gattung *Allium* hatten bei Beschränkung auf Merkmale der äußeren Taxonomie vorwiegend heterogene Gruppen ohne taxonomische Relevanz ergeben. Erst die Einbeziehung von anatomischen, chemischen und karyologischen Merkmalen, Wuchsformanalysen und weiteren Merkmalsgruppen führte bei ausreichend vielen OTU's (operational taxonomic units = in unserem Fall Arten) zu einer relativ akzeptablen Gruppenbildung. Die weitere Erhöhung der Merkmalszahl führte zu einer verbesserten Darstellungsweise der taxonomischen Gruppen. Bei 98 Merkmalen und 77 OTU's erbrachten sowohl agglomerative (Abb.2) wie divisive Verfahren gut akzeptable Gliederungsvorschläge mit nur wenigen "unpassenden" Zuordnungen. Bei Einsatz von 43 OTU's wurden nur eingeschränkt brauchbare Gliederungen mit mehreren heterogenen Gruppen aufgestellt (85).

Anhand des reichen Sammlungsmaterials in Gatersleben waren einige spezielle taxonomische und nomenklatorische Fragen in der Zwischenzeit zu klären (26, 28, 53). Aufsammlungen vom jeweiligen *locus classicus* ermöglichten es, in ihrer Zuordnung bisher kontrovers diskutierte, dekorative Arten aus der Untergattung *Melanocrommyum* gegeneinander besser abzugrenzen.

Die traditionell als *Allium rosenbachianum* Regel in den Gärten geführte Sippe ist nicht mit dem Taxon identisch, das ursprünglich mit diesem Namen gemeint war (Abb. 3 und 4; 26, 28), sondern stellt eine andere Art dar. Sie wurde als *Allium rosenorum* R. M. Fritsch neu beschrieben (Abb. 6; 53), weil sie auch nicht, wie öfter angenommen, zu *A. jesdianum* Boiss. et Buhse (Abb. 5) gestellt werden kann.

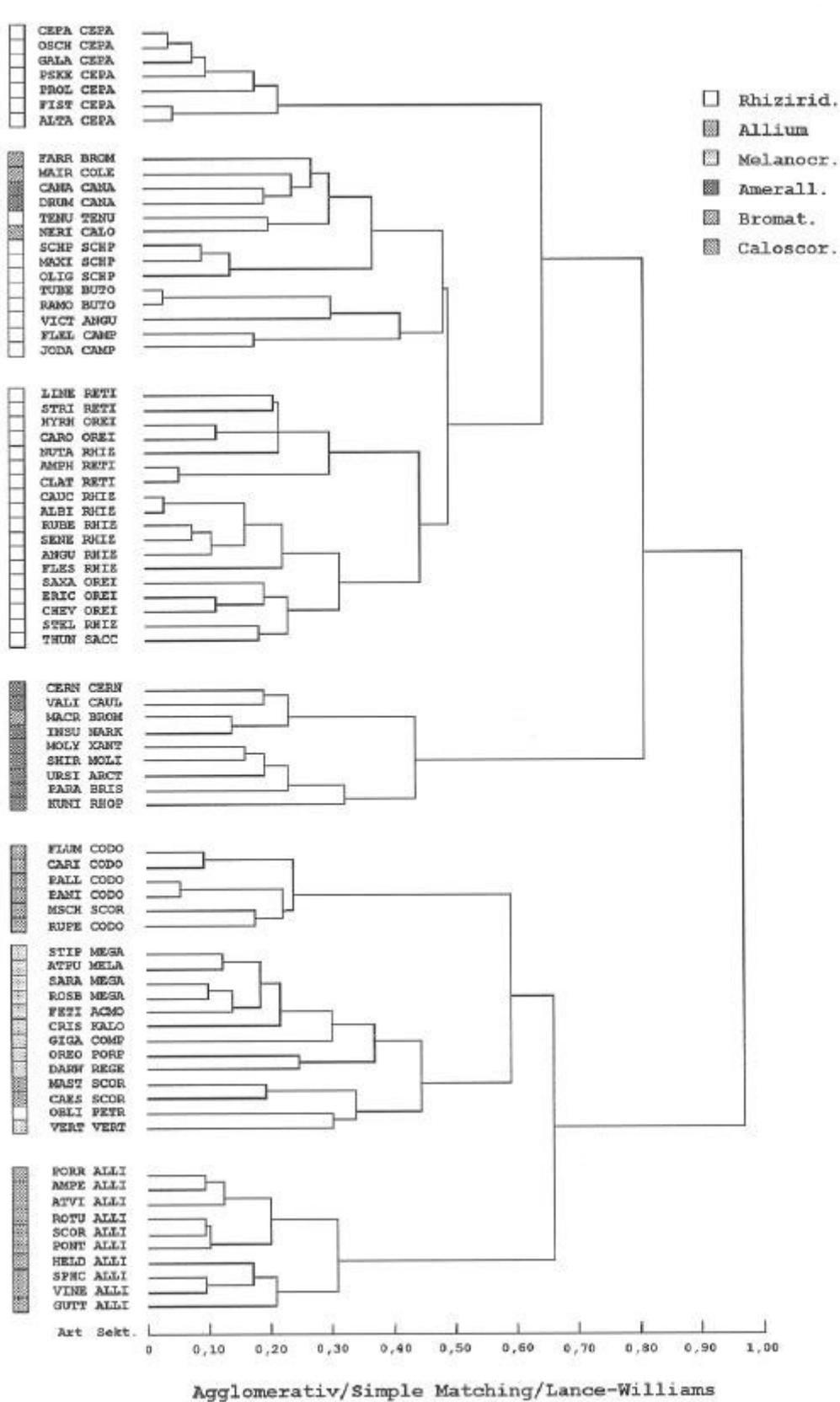


Abb. 2: Numerisch-taxonomisches Dendrogramm (98 Merkmale, 77 OTU's; 85
 Fig. 2: Numeric-taxonomic dendrogram (98 characteristics, 77 OTU's;85)

4 Taxonomie von subg. *Melanocrommyum*



Abb. 3: Der nomenklatorische Typus von *Allium rosenbachianum* Regel s. str.
Fig. 3: The taxonomical type of *Allium rosenbachianum* Regel s. str.



Abb. 4: *Allium rosenbachianum* vom „locus classicus“ bei Baldshuan (Tadzhikistan)
Fig. 4: *Allium rosenbachianum* from the „locus classicus“ near Baldshuan (Tadzhikistan)



Abb. 5: *Allium jesdianum* vom „locus classicus“ bei Yazd (Iran)
Fig. 5: *Allium jesdianum* from the „locus classicus“ near Yazd (Iran)

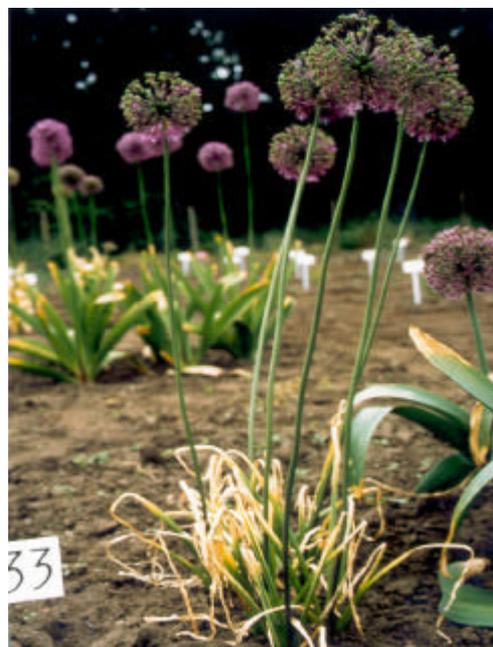


Abb. 6: *Allium rosenorum* vom „locus classicus“ im Hissar-Gebirge (Tadzhikistan)
Fig. 6: *Allium jesdianum* from the „locus classicus“ in the Hissar mountains (Tadzhikistan)

Die Identität von *Allium jesdianum*, *A. bakhtiaricum* Regel und *A. hirtifolium* Boiss. (das ein Synonym von *A. stipitatum* Regel ist) konnte ebenfalls anhand von iranischen Aufsammlungen geklärt werden (28). Auch neu erkannte Arten aus Mittelasien wurden in diesem Zusammenhang beschrieben sowie eine neue Gliederung des subg. *Melanocrommyum* vorgeschlagen (Abb. 7; 53).

1. sect. MELANOCROMMYUM WEBB & BERTH.
Typus: *A. nigrum* L.
2. sect. ACMOPETALA R. M. FRITSCH
Typus: *A. backhousianum* REGEL
subsect. *Acmopetala* R. M. FRITSCH
Typus: *A. backhousianum* REGEL
subsect. *Inornatae* R. M. FRITSCH
Typus: *A. sewerzowii* REGEL
subsect. *Albidiflora* R. M. FRITSCH
Typus: *A. saposchnikovii* E. NIKITINA
subsect. *Longibidentata* R. M. FRITSCH
Typus: *A. fetisowii* REGEL
subsect. *Durovaginata* R. M. FRITSCH
Typus: *A. costatovaginatatum* KAMELIN & LEVICHEV
subsect. *Spiralitunicata* R. M. FRITSCH
Typus: *A. suworowii* REGEL
subsect. *Stellata* KHASS. & R. M. FRITSCH
Typus: *A. taeniopetalum* M. POP. & VVED.
3. sect. MEGALOPRASON WENDELBO
Typus: *A. rosenbachianum* REGEL
subsect. *Megaloprason* R. M. FRITSCH
Typus: *A. rosenbachianum* REGEL
subsect. *Costatae* R. M. FRITSCH
Typus: *A. jesdianum* BOISSIER & BUHSE
subsect. *Elatae* R. M. FRITSCH
Typus: *A. stipitatum* REGEL
4. sect. COMPACTOPRASON R. M. FRITSCH
Typus: *A. giganteum* REGEL
subsect. *Erectopetala* KHASSANOV
Typus: *A. giganteum* REGEL
subsect. *Spiralopetala* KHASSANOV & R. M. FRITSCH
Typus: *A. majus* VVED.
subsect. *Komaroviana* KHASSANOV & R. M. FRITSCH
Typus: *A. komarowii* LIPSKY
5. sect. POPOVIA KHASS. & R. M. FRITSCH
Typus: *A. gypsaceum* M. POP. & VVED.
6. sect. AROIDEA KHASS. & R. M. FRITSCH
Typus: *A. aroides* M. POP. & VVED.
7. sect. REGELOPRASON WENDELBO
Typus: *A. regelii* TRAUTVETTER
subsect. *Regeloprason* (WDB.) KAMELIN
Typus: *A. regelii* Trautv.
subsect. *Odoratae* R. M. FRITSCH

- Typus: *A. darwasicum* REGEL
8. sect. KALOPRASON C. KOCH
 Typus: *A. caspium* (PALL.) M. BIEB.
 subsect. *Kaloprason* (C. KOCH) KAMELIN
 Typus: *A. caspium* (PALL.) M. BIEB.
 subsect. *Christophiana* TSCHOLOKASHVILI
 Typus: *A. cristophii* TRAUTVETTER
 subsect. *Ligulifolia* R. M. FRITSCH
 Typus: *A. alexeianum* REGEL
 subsect. *Schubertia* KAMELIN
 Typus: *A. schubertii* ZUCCARINI
9. sect. ACANTHOPRASON WENDELBO
 Typus: *A. akaka* GMELIN
10. sect. MINIPRASON R. M. FRITSCH
 Typus: *A. karataviense* REGEL
11. sect. BREVICAULE R. M. FRITSCH
 Typus: *A. sergii* VVEDENSKY
12. sect. ACAULE R. M. FRITSCH
 Typus: *A. hexaceras* VVEDENSKY
13. sect. THAUMASIOPRASON WENDELBO
 Typus: *A. mirum* WENDELBO
14. sect. PSEUDOPRASON (WENDELBO) K. PERSSON & WENDELBO
 Typus: *A. koelzii* (WENDELBO) K. PERSSON & WENDELBO
15. sect. PORPHYROPRASON EKBERG
 Typus: *A. oreophilum* C. A. MEYER
16. sect. VERTICILLATA KAMELIN
 Typus: *A. verticillatum* REGEL

Abb. 7: Systemvorschlag für subgen. *Melanocrommyum* (WEBB & BERTH.) ROUY (KHASSANOV & FRITSCH 1994)

Fig. 7: Outline of a systematic for the subgen. *Melanocrommyum* (WEBB & BERTH.)

5 Morphologie und Anatomie

Die langjährigen Untersuchungen über Wuchsformen der *Allium*-Vertreter und zur Variabilität der Testa-Strukturen wurden an früher nicht verfügbaren Arten der Lebendkollektion fortgeführt. Sie bestätigten im wesentlichen die bereits bekannten Variationsmuster (55). Bei den Testa-Strukturen werden 24 Typen unterschieden (Abb. 9), von denen einige nur in bestimmten taxonomischen Gruppen vorkommen und als taxonomische Marker dienen können (*A. cepa*-Typ, *A. neriniflorum*-Typ, *A. cyaneum*-Typ, *A. oreophilum*-Typ). Andere Typen sind in mehreren Gruppen nachzuweisen, wie der *A. scorodoprasum*-Typ, der *A. subvillosum*-Typ, und als Extrembeispiel der *A. senescens*-Typ.

Auf verbreiteter Basis weitergeführt wurden die anatomischen Analysen von Schaft, Blatt und Wurzel. Hierbei ergaben sich nicht nur Bestätigungen der inzwischen publizierten Befunde (23, 24, 25) wie bei der charakteristischen Blattstruktur der *Melanocrommyum*-Vertreter, die sich

ausnahmslos bei allen bisher untersuchten Arten nachweisen ließ. Die Blätter von *A. parciflorum* Viv. (subg. *Allium* sect. *Brevispatha*) zeigen dagegen die typischen anatomischen Strukturen eines Vertreters von subg. *Amerallium*: eine Reihe Leitbündel, kein Palisaden-parenchym, Milchröhren unter der Epidermis (Abb. 8). Es wird nun zu prüfen sein, ob die Determinierung unserer Akzession oder die Einordnung dieser Sippe nicht korrekt ist.

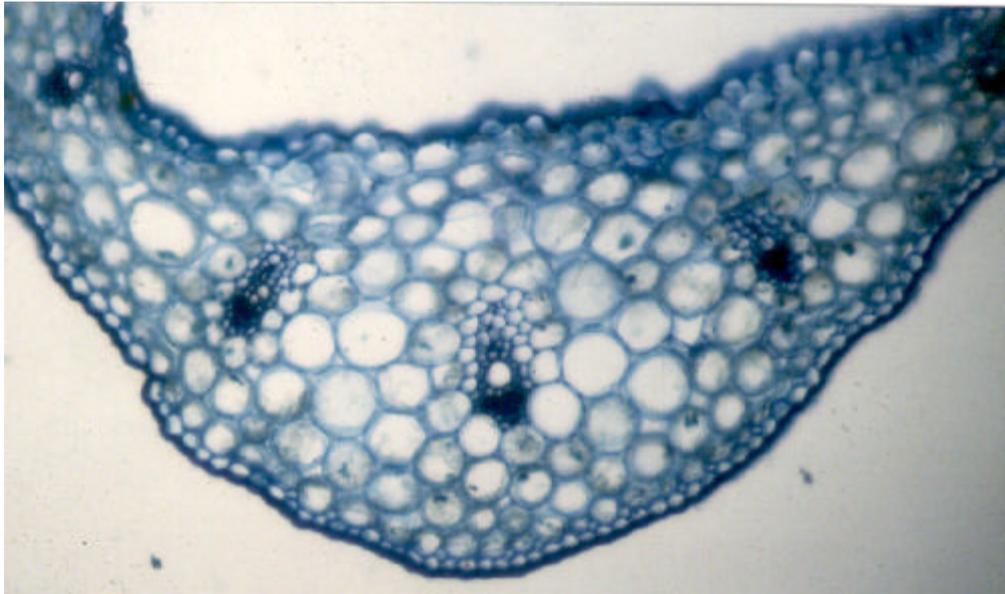


Abb. 8: Blattquerschnitt von *Allium parciflorum*
Fig. 8: Cross-section of a leave of *Allium parciflorum*

6 Karyologie

Karyologische Untersuchungen profitieren ebenfalls von der umfangreicher gewordenen Kollektion. Karyogramme zeigen in der Gattung *Allium* große Unterschiede in den Chromosomensätzen, die für taxonomische Zwecke Aussagen erlauben. Viele Gruppen lassen sich anhand von speziellen chromosomalen Markern (Form, Zahl und Lage der Satelliten, Lage der Centromere) abgrenzen. Banding-Anfärbungen zeigen ebenfalls gruppenspezifische Verteilungsmuster, wie bereits früher an einer Reihe von *Rhizirideum*-Vertretern der Gaterslebener Kollektion gezeigt werden konnte (68).

Die letztgenannten Arbeiten wurden in den meisten Gruppen nur in geringem Umfang fortgeführt und erbrachten vor allem Bestätigungen und wenig neue Ergebnisse. Näher untersucht wurde vom Humboldt-Stipendiaten N. Friesen aus Novosibirsk die sect. *Schoenoprasum*. Dabei ließ sich anhand unterschiedlicher Bänderung eines Marker-Chromosoms allopolyploide Ursprung von *A. altynolicum* Friesen (*A. schoenoprasum* L. × *A. ledebourianum* Roem. et Schlut. s. str.) sehr wahrscheinlich machen (22). Die spezifischen Unterschiede im Genom der beiden beteiligten Arten sind aber insgesamt so gering, daß keine deutlichen Unterschiede in der Färbungsintensität

der Chromosomen der Elternarten bei der genomischen *In-situ*-Hybridisierung (GISH) nachzuweisen waren. Mit dieser Methode waren auch keine Unterschiede zwischen den Genomen der Küchenzwiebel und des nahverwandten *A. oschaninii* O. Fedt. zu finden, obwohl eine vermutete Hybridform (die Schalottensorte 'Griselle' aus Frankreich) nach dem Erscheinungsbild der blühenden Pflanze und nach Isoenzym-Analysen (MAAB unpubl.) als Hybride dieser Arten anzusprechen ist.

Kreuzungsversuche von *Allium cepa* L. mit relativ entfernt verwandten *Allium*-Arten der Kollektion brachten gute Ergebnisse, wenn die Ovarien den Mutterpflanzen entnommen und im künstlichen Medium kultiviert wurden, mit nachfolgender Anzucht der Jungpflanzen zu lebensfähiger Größe (49, 50). Die Hybriden ähnelten dem Pollen-Elter sehr stark. Als Jungpflanzen waren sie morphologisch oft nicht eindeutig als Hybriden erkennbar, ließen sich aber vielfach anhand von gut unterscheidbaren Chromosomensätzen der Elternarten verifizieren. Mit Hilfe von Flow-cytometrie des DNA-Gehaltes, genomischer *In-situ*-Hybridisierung (GISH), Isoenzym-Analysen und der molekularen RAPD-Technik konnten strittige Fälle geklärt werden (50, 51).

Im subg. *Melanocrommyum* wurden bisher bei mehreren Arten durchaus unterschiedliche Karyogramme publiziert. Deshalb sollte es sich lohnen, auf gruppenspezifische Karyotypen zu prüfen.

Die gewonnenen Daten an 23 Arten zeigen aber überraschenderweise, daß zum einen die Chromosomen-Maße in einer Sippe (selbst in einem Individuum) stark variieren, so daß ohne statistische Auswertung nur widersprüchliche Ergebnisse zu erhalten waren. Zum anderen zeigten sämtliche einbezogenen Arten sehr ähnliche Karyogramme, so daß keine Korrelation zwischen den Karyotypen und einem Klassifikationsschema nachweisbar ist (Abb. 11).

Der Karyotyp der morphologisch isoliert stehenden Art *Allium verticillatum* Regel unterscheidet sich nicht wesentlich von denen der anderen *Melanocrommyum*-Vertreter (Abb. 10). Die Chromosomen-Merkmale bestätigen die Einordnung dieser Art in diese Untergattung.

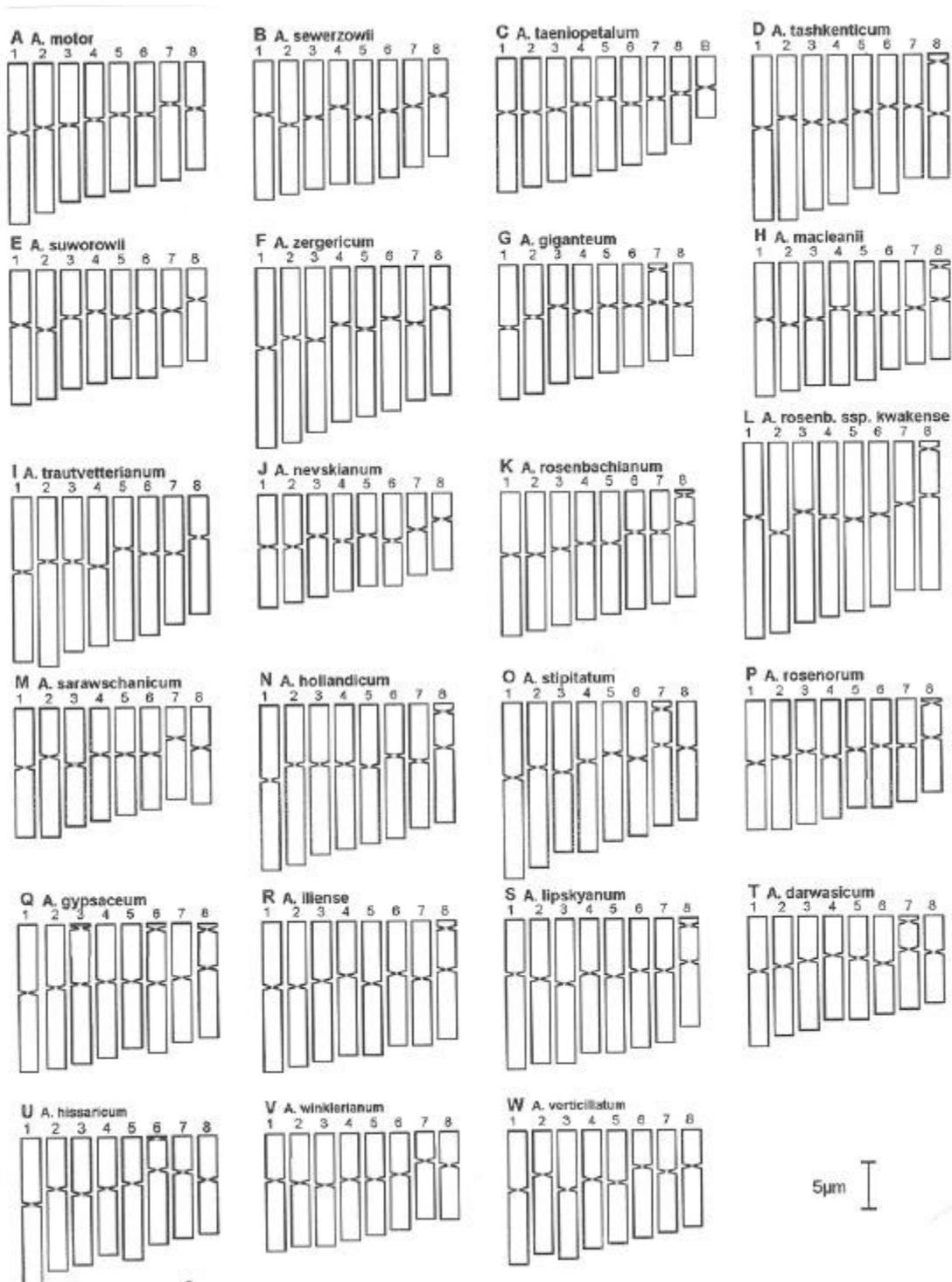


Abb. 10: Karyotypen von 23 Arten des subg. *Melanocrommyum* (30)

Fig. 10: Karyotypes of 23 species of subg. *Melanocrommyum* (30)

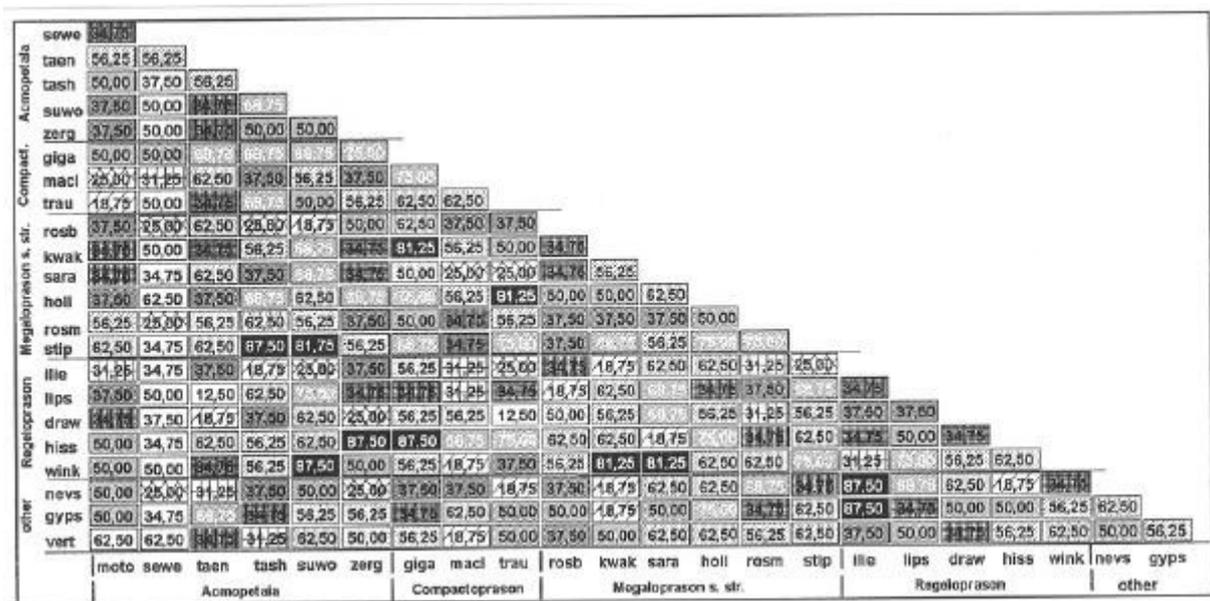


Abb. 11: Prozentuale Ähnlichkeit der Karyotypen von 24 Arten des subg. *Melanocrommyum* (30)

Fig. 11: Percentage similarity of karyotypes of 24 species of subg. *Melanocrommyum* (30)

7 Molekulare Analysen

Seit 1992 werden taxonomische Untersuchungen auch mit Hilfe molekularer Techniken vorgenommen. Nachdem methodische Probleme gelöst waren (die DNA-Isolation wird in vielen Gruppen durch Polysaccharide gestört) konnten spezielle Untersuchungen sowohl bei Kern- als auch bei Plastiden-DNA vorgenommen werden.

Restriktionsenzyme zerschneiden die DNA nur an definierten Basensequenzen. Die entstehenden Bruchstücke können elektrophoretisch aufgetrennt werden und ergeben unterschiedliche Bandenmuster, die zur Klassifikation herangezogen werden. Dieser Ansatz erlaubt es, bei der Analyse von Plastiden-DNA Gruppen bis hinunter zum Artniveau zu unterscheiden.

In einem Versuch mit 34 Arten unter Verwendung der Enzyme EcoRI, EcoRV, BanI und BanII wurden mehr als 1000 Restriktionsfragmente identifiziert, von denen 363 informativ waren. Das resultierende Dendrogramm zeigt eine gute Trennung der 4 Untergattungen, von denen Arten einbezogen waren, und stimmt in vielen Positionen mit der vorgeschlagenen Klassifikation auf Sektions- und Subsektions-Ebene (39) überein.

Bei Einbeziehung weiterer Arten, auch von Untergattung *Bromatorrhiza*, war erneut eine gute Übereinstimmung mit der von uns benutzten Klassifikation zu verzeichnen. Die einbezogenen *Bromatorrhiza*-Vertreter bildeten jedoch kein Cluster, sondern wurden an unterschiedlichen Stellen in die Untergattung *Amerallium* eingeordnet.

Daraufhin wurden in einer speziellen Untersuchung mit der selben Methodik 16 *Allium*-Vertreter der subgenera *Amerallium* und *Bromatorrhiza* mit 10 Enzymen und 9 heterologen cpDNA-Sonden analysiert. Die phenetische Auswertung von 197 informativen Restriktionsfragmenten ergab 2 Hauptgruppen: zum einen die amerikanischen Vertreter von subg. *Amerallium*, und zum anderen alle altweltlichen *Amerallium*-Vertreter gemeinsam mit jenen von subg. *Bromatorrhiza*. Letztere sind an unterschiedlichen Stellen eingebunden: sect. *Bromatorrhiza* im gleichen Zweig wie die abgeleiteten Sektionen *Narkissoprason* und *Briseis*, während die untersuchten Vertreter von sect. *Coleoblastus* und *Cyathophora* eher isoliert innerhalb von subg. *Amerallium* stehen (Abb. 12). Die zuletzt genannten Taxa besitzen dazu auch die höhere Chromosomen-Basiszahl von $x=8$, der fast alle anderen *Amerallium*-Vertreter mit $x=7$ gegenüberstehen, und könnten eine basale Gruppe im Diversifikationsprozeß der Gattung *Allium* darstellen (82).

Taxonomisch relevante Aussagen können auch aus dem Grad der Übereinstimmung von Basensequenzen ausgesuchter DNA-Abschnitte abgeleitet werden. Stärker konservative DNA-Regionen erlauben Entscheidungen auf der Ebene von Familien und Gattungen, weniger konservative bis herunter zum Artniveau. Die Sequenzierungsarbeiten in Gatersleben nutzen sowohl einen nicht kodierenden Bereich der Chloroplasten-DNA zwischen dem *atpB*- und dem *rbcl*-Gen als auch den ITS-Bereich der Kern-DNA, um Aussagen zum verwandtschaftlichen Anschluß von bisher kontrovers eingeordneten Arten zu erhalten.

Die resultierenden Dendrogramme bestätigen ebenfalls, daß bisher zu subg. *Bromatorrhiza* gerechnete Arten ihren verwandtschaftlichen Anschluß an verschiedenen Stellen finden, vorzugsweise bei der Untergattung *Amerallium*. Auch die *Nectaroscordum*-Arten sind dort einzuordnen. Die Aussage einzelner Dendrogramme wird entscheidend von der Auswahl der einbezogenen Arten bestimmt. In Abb. 12 wurden jeweils mehrere Vertreter der Untergattungen *Rhizirideum* und *Melanocrommyum* verglichen, wobei einzelne Sippen aus anderen Untergattungen die Orientierung ermöglichen. Die *Melanocrommyum*-Vertreter weisen sich als geschlossene, monophyletische Gruppe aus, während die *Rhizirideum*-Arten an mehr als einer Stelle Gruppen bilden. Wie in vielen anderen Dendrogrammen steht z.B. sect. *Anguinum* benachbart zu subg. *Melanocrommyum*. Wir werten das als Bestätigung, daß subg. *Rhizirideum* polyphyletisch sein müßte.

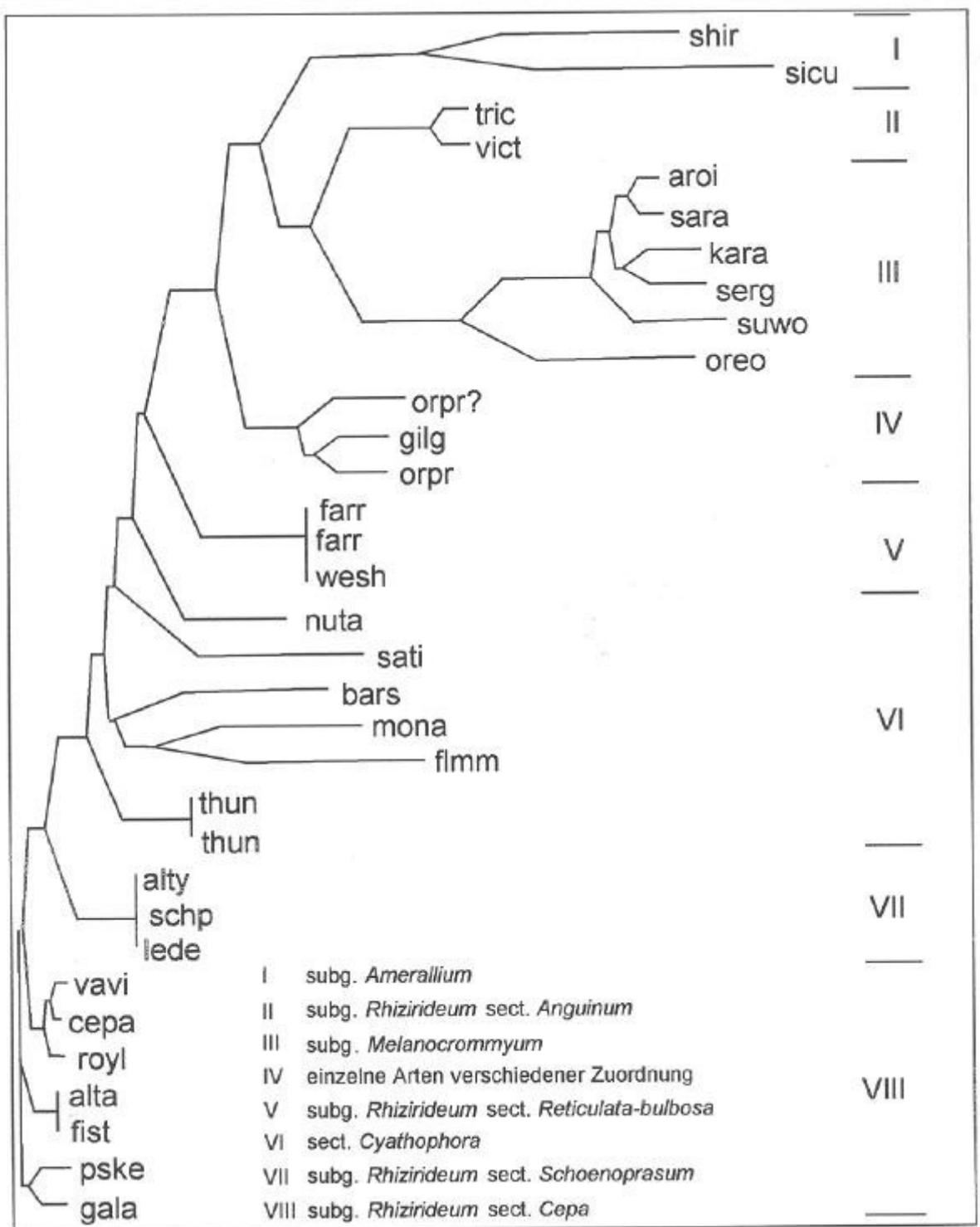


Abb. 12: Phenetisches Dendrogramm basierend auf der Sequenz-Analyse von *Allium*-Arten (ITS-Region, KLAAS unpubl.)

Fig. 12: Phenetic dendrogram based on the sequence analysis of *Allium* species

Eine Satellitensequenz von *Allium cepa* wurde in Hybridisierungsexperimenten (FISH) gegen 26 Arten (37 Akzessionen) der Lebendkollektion getestet (76). Alle verfügbaren Vertreter von sect. *Cepa* (6 Arten) ergaben klare Signale, ebenso das bislang für nur entfernt verwandt gehaltene *A. roylei* Stearn (Abb. 13). Letzgenannte Art zeigte aber in Kreuzungsexperimenten bereits große Ähnlichkeit zur *A. cepa*-Gruppe (96, 97). Vertreter anderer Sektionen von subg. *Rhizirideum* wie auch die einbezogenen Arten der Untergattungen *Allium*, *Melanocrommyum* und *Amerallium* ergaben keine Signale. Funktionell ist diese Sequenz wahrscheinlich benachbart als sekundär entstandene Telomersequenz aufzufassen. Die Sequenzen der positiv reagierenden Arten sind einander sehr ähnlich und lassen eine Entstehung dieses Markers bereits in den Vorfahren von sect. *Cepa* vermuten. Ein Einsatz dieses speziellen Markers zur genaueren Umgrenzung der *A. cepa*-Verwandtschaft erscheint sehr erfolgversprechend, ist aber nur bei lebenden Pflanzen möglich. Die fraglichen Sippen fehlen uns gegenwärtig in der Kollektion.

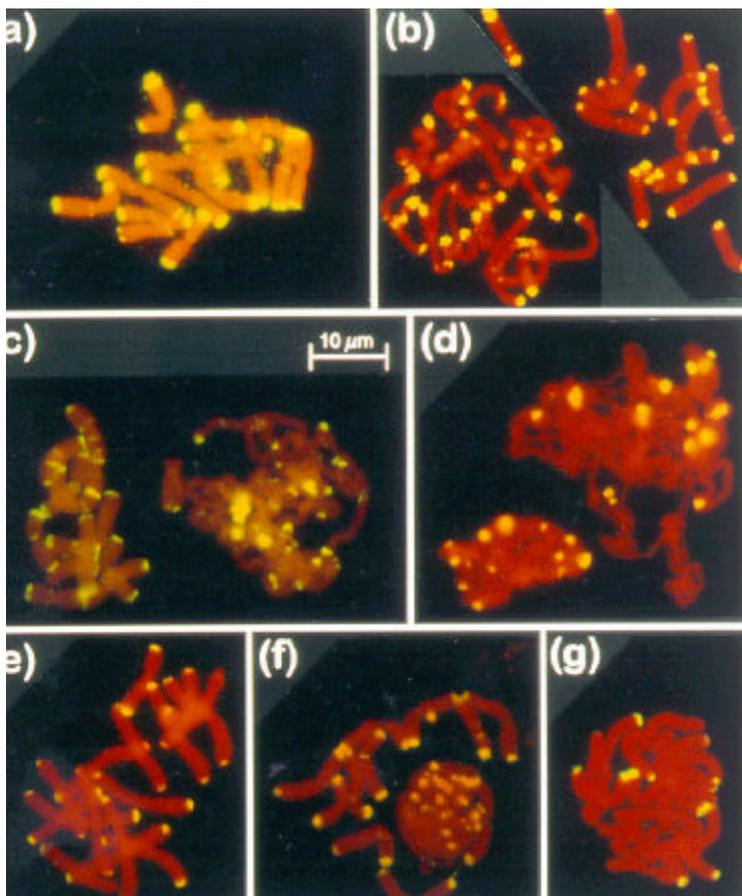


Abb. 13: Signale der Satellitensequenz bei: (a) *A. cepa*; (b) *A. fistulosum*; (c) *A. galanthum*; (d) *A. oschaninii*; (e) *A. altaicum*; (f) *A. roylei*; (g) Hybrid *A. cepa* x *A. kurssanovii* (76)

Fig. 13: Signs of the satellite sequence of (a) *A. cepa*; (b) *A. fistulosum*; (c) *A. galanthum*; (d) *A. oschaninii*; (e) *A. altaicum*; (f) *A. roylei*; (g) Hybrid *A. cepa* x *A. kurssanovii* (76)

8 Chemische Marker

Isoenzym-Untersuchungen und die Variabilität von polymorpher DNA (RAPD) eignen sich bei *Allium* vor allem zur infraspezifischen Gliederung, wie am Beispiel der Gaterslebener Knoblauch-Kollektion gezeigt werden konnte (60). Bei 300 Akzessionen wurden die Isoenzyme des Blattes untersucht, und bei einer Auswahl von 48 die polymorphe DNA. Die errechneten neighbour joining-Dendrogramme und die genetische Distanz ergaben 4 Hauptgruppen.

Die verifizierbaren Gruppen sind auch morphologisch gegeneinander abzugrenzen. Wenn auch der geographische Ursprung der Herkünfte in diesen Gruppen recht deutliche Schwerpunkte zeigt, muß es sich hierbei nicht um die Entstehungszentren handeln. Knoblauch kann als Kultursippe relativ leicht weitergegeben werden, so daß sich wahrscheinlich Anbauzentren aufgrund unterschiedlicher Anpassung an klimatische Bedingungen herausgebildet haben (Abb. 14; (60)).

Am stärksten heterogen ist eine Gruppe, die viele der üblicherweise als *A. longicuspis* Regel bezeichneten Formen enthält. Länger (d.h. bis 2 mm) über die Tepalenspitze herausragende Filamente konnten auch bei typischen Vertretern von *A. sativum* gefunden werden, wenn diese durch rechtzeitiges Entfernen der Infloreszenz-Bulbillen zu einer nahezu vollständigen Entwicklung der Blüten gebracht werden konnten. Zur Abtrennung einer eigenen Art ist das Merkmal der Antherenlänge sicher nicht geeignet. Es wird deshalb vorgeschlagen, von nur einer Kulturart *A. sativum* mit mehreren Sortengruppen auszugehen (59).

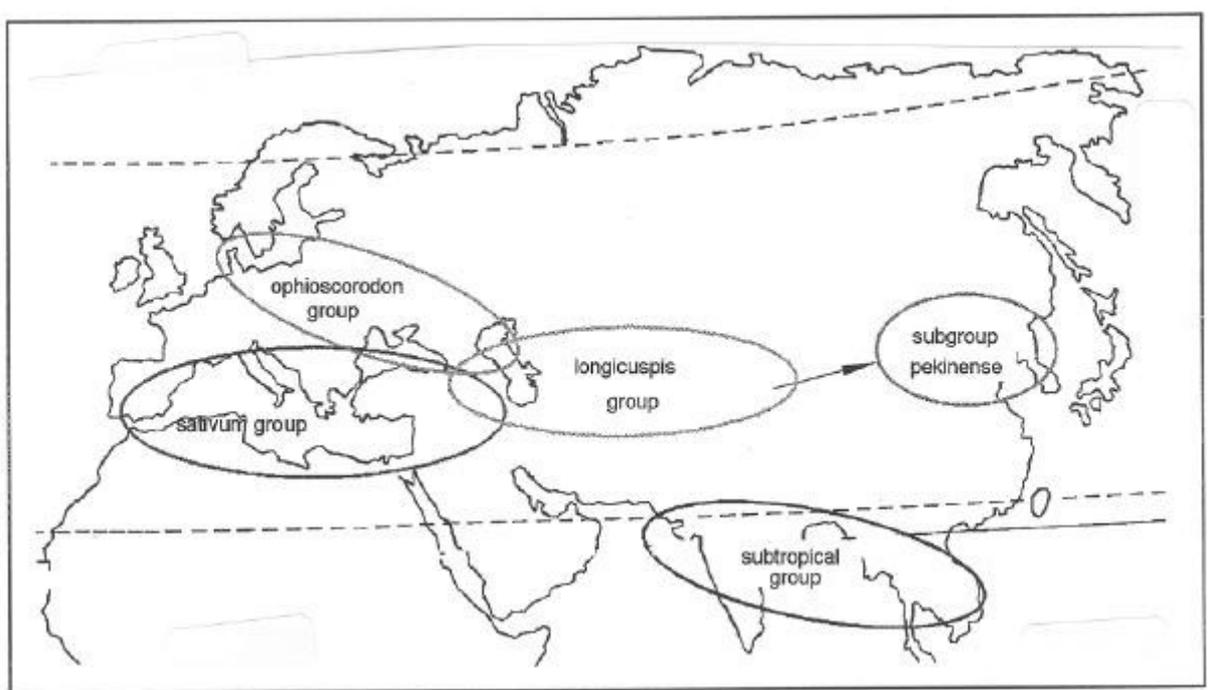


Abb. 14: Anbauzentren der Knoblauch-Gruppen (60)

Fig. 14: Centres of cultivation of the garlic groups

9 DNA-Gehalt

Der DNA-Gehalt per Genom ist auch in der Gattung *Allium* variabel. In der Literatur vorliegende Daten von reichlich 90 Taxa ließen sich aber nur unter größeren Problemen mit taxonomischen Gruppen korrelieren, insbesondere wegen der oftmals sehr stark divergierenden Angaben für die- selbe Art. Im Rahmen eines EG-Stipendiums konnte D. OHRI (Lucknow, Indien) an 86 Arten der Gaterslebener Kollektion den DNA-Gehalt anhand Feulgen-gefärbter Zellkerne photometrisch bestimmen. In diesem Material ergab sich eine wesentlich bessere Korrelation des DNA-Gehaltes mit der vorgeschlagenen Klassifikation der Gattung *Allium*, weil vielfach nur ein Teil der aus der Literatur bekannten Werte bestätigt wurde. In unserem Material des subg. *Rhizirideum* wurden z.B. relativ hohe DNA-Gehalte für die Sektionen *Brevispatha* und *Anguinum* ebenso verifiziert wie ausgesprochen niedrige Werte für sect. *Schoenoprasum* (Abb. 15). Eine Bestätigung erfuhren auch die aus der Literatur bekannten, hohen DNA-Gehalte von mehreren Vertretern der Sektion *Megaloprason*, von *A. farreri* Stearn und von *A. ursinum* L. (69).

Group	x=	Number of species involved	mean 4C per genome with standard deviation
all species	8	71	31.24±9.99
all species	7	14	43.49±9.96
subg. Allium	8	13	29.84±8.12
sect. Allium	8	5	30.00±3.59
sect. Codonoprasum	8	4	31.13±8.50
sect. Scorodon	8	3	21.88±1.46
subg. Rhizirideum	8	35	27.13±5.95
sect. Rhizirideum	8	4	27.50±4.41
sect. Schoenoprasum	8	5	17.96±0.78
sect. Butomissa	8	3	30.90±0,52
sect. Cepa	8	4	31.56±3.67
sect. Oreiprason	8	3	27.38±2.32
sect. Reticulato-bulbosa	8	8	25.27±3.39
subg. Melanocrommyum	8	17	40.82±8.52
sect. Melanocrommyum	8	3	39.07±11.10
sect. Kaloprason	8	3	36.36±10.83
sect. Megaloprason	8	6	48.45±1.84
subg. Amerallium p. p.	8	3	38.06±13.40
subg. Amerallium p. p.	7	12	45.50±9.29
sect. Lophioprason	7	3	43.11±9.24
sect. Molium	7	3	46.48±13.23
two species	9	2	35.41±7.26

Abb. 15: 4C DNA Gehalt von 86 *Allium*-Arten (69)

Fig. 15: 4C DNA content of 86 *Allium* species (69)

Bei summarischer Betrachtung haben die untersuchten Vertreter mit $x=7$ durchschnittlich einen höheren DNA-Gehalt per Genom als jene mit $x=8$. Der Unterschied ist aber nur zu den besonders niedrigen Werten von subg. *Allium* und subg. *Rhizirideum* signifikant. Innerhalb von subg. *Rhizirideum* sind die relativ geringen Unterschiede zwischen den Werten von sect. *Cepa* gegenüber denen von sect. *Rhizirideum* und sect. *Reticulata-bulbosa* nicht signifikant. Innerhalb von subg. *Melanocrommyum* sind die die hohen Werte von *Megaloprason*-Vertretern signifikant.

<u>Subgenera</u>	<u> Allium</u>	<u> Rhizir.</u>	<u> Melano.</u>	<u> Amer. x=8</u>	<u> Amer. x=9</u>
Amerallium $x=7$	**	*	not	not	not
Melanocrommyum	**	*			
Rhizirideum	not				

<u>Groups</u>	<u>Alli Codo Scor</u>	<u>Rhiz Scho Buto</u>	<u>Cepa Orei Reti</u>	<u>Mela Kalo Mega</u>	<u>Loph Moli</u>
Moli					not
Loph					
Mega				**	**
Kalo				not	
Mela					
Reti					
Orei					
Cepa		not			not
Buto		*			*
Scho					* **
Rhiz					
Alli	*				
Codo	*				
Scor					

Signifikanzniveau: * = 5%, ** = 1%, leer = nicht getestet)

Abb. 16: Unterschiede im DNA-Gehalt der Subgenera und Sektionen (69)

Fig. 16: Variations in the DNA content of the subgenera and sections

10 Konsequenzen für das System von *Allium*

Erwartungsgemäß erbrachten die Ergebnisse der verschiedenen Untersuchungen unterschiedliche und in Einzelheiten sogar kontroverse Aussagen über die verwandtschaftlichen Beziehungen der einbezogenen Arten und Gruppen. Viele Aussagen stimmten jedoch im Grundsatz überein.

Im subg. *Rhizirideum* stellen die sect. *Schoenoprasum*, *Anguinum*, *Butomissa*, *Campanulata*, *Tenuissima* und *Cepa* distinkte Gruppen dar. Auch die Arten der sect. *Rhizirideum* s. str. stehen meist zusammen, während *A. carolinianum* und *A. strictum* von sect. *Oreiprasum* kaum jemals näher beieinander standen. *Allium roylei*, nach morphologischen Merkmalen ebenfalls zur sect. *Oreiprasum* zu stellen, wird bei molekularen Analysen oft zwischen den Arten von sect. *Cepa* gefunden. Morphologische Merkmale der Blüten, des Blütenstandes und der Samentesta sprechen eindeutig dagegen, diese Sippe bei sect. *Cepa* anzuschließen; die geprüften anatomischen Strukturen sind indifferent. Dringend notwendig wäre die Einbeziehung weiterer Herkünfte von *A. roylei*, deren Beschaffung aber bisher nicht gelang. Auch die Arten von sect. *Reticulato-bulbosa* zeigen eine Tendenz zum Aufsplitten in verschieden zusammengesetzte Gruppen. Bei allen zuletzt genannten Sektionen müssen aber noch weitere Arten bzw. Herkünfte untersucht werden, bevor Konsequenzen für das System gezogen werden können.

Wenig kann auf der Basis unserer Ergebnisse zur Gliederung von subg. *Allium* gesagt werden, da uns relativ zu wenig Arten zur Verfügung standen. Die einbezogenen Arten der sect. *Codonoprasum*, *Brevispatha* und *Vvedenskya* ergaben stets distinkte Gruppen. Sektion *Scorodon* (s. lat.) ist dagegen meist inhomogen gewesen, wenn mehrere Arten untersucht wurden. Auch bei sect. *Allium* wurde *A. vineale* regelmäßig mit deutlicher Distanz von der Knoblauch-Verwandtschaft eingeordnet. Vorschläge zur Unterteilung von sect. *Allium* in vier informale Gruppen (62) bzw. zur Abtrennung von jeweils 4 weiteren Sektionen aus den sehr artenreichen Sektionen *Allium* s. lat. und *Scorodon* s. lat. (52) liegen als Diskussionsgrundlage vor. Zu einem späteren Zeitpunkt wird gegebenenfalls zu entscheiden sein, welche dieser Gliederungsvorschläge natürliche Gruppen aufstellen.

Die im Vorschlag von 1992 (38) als heterogen charakterisierte Untergattung *Bromatorrhiza* ist dagegen nicht mehr als Einheit zu akzeptieren. Insbesondere die molekularen Untersuchungen bestätigen schon in der numerisch-taxonomischen Gliederung angedeutete und in anatomischen Merkmalen deutliche Beziehungen der *Bromatorrhiza*-Arten zu subg. *Amerallium*. Die Sektionen *Cyathophora* und *Coleoblastus* zeigen mehr Ähnlichkeit zu den Rhizom-tragenden *Amerallium*-Vertretern als zu ursprünglichen *Rhizirideum*-Sippen wie sect. *Butomissa*, auch wenn sie mit letzteren die Chromosomen-Grundzahl $x=8$ gemeinsam haben. Sektion *Bromatorrhiza* ist dagegen neben den stark spezialisierten Sektionen *Arctoprasum* und *Briseis* einzuordnen. Nach anatomischen und molekularen Daten besteht hier auch der einzig mögliche, verwandtschaftliche Anschluß für die *Nothoscordum*-Arten. Anatomisch ist das gesamte subg. *Amerallium* durch das Vorhandensein von nur einer Leitbündelreihe im Blatt gut charakterisiert. Die Milchröhren liegen nur bei den Sektionen *Cyathophora* und *Coleoblastus* stets im Parenchym. Als vereinzelte Ausnahme wurde diese Lage auch bei sect. *Molium* gefunden. Bei allen anderen Sektionen liegen die Milchröhren unter der Epidermis, weil das eigentliche Palisadenparenchym fehlt.

Der revidierte Klassifikations-Vorschlag für subg. *Amerallium* (Abb. 17) führt jetzt 15 Sektionen auf. Isoliert am Anfang stehen die in vielen Merkmalen recht ursprünglichen Sektionen *Cyathophora* und *Coleoblastus*, die weder Zwiebeln noch große Rhizome, dafür Speicherwurzeln

ausbilden. Etwas abgesetzt folgen als rhizomtragende Gruppen die altweltliche Sektion *Narkisso-prason* und die neuweltlichen sect. *Caulorhizideum* und *Rhopetoprason*. Die anschließenden Sektionen *Amerallium*, *Lophioprason* (neuweltlich) und *Molium* (altweltlich) bilden Zwiebeln mit hochspezialisierten Hüllstrukturen aus. Die folgenden sechs Sektionen *Rhynchocarpum*, *Chamaeprason*, *Bromatorrhiza*, *Briseis*, *Arctoprason* und *Nectaroscordum* sind jeweils in eigener Weise spezialisiert und auch in chromosomalen Merkmalen heterogen. Weitere Untersuchungen werden vielleicht Anhaltspunkte dafür geben können, ob alle diese Sektionen ganz eigenständige Evolutionslinien darstellen. Für die *Nectaroscordum*-Vertreter wurde der Gattungsstatus aufgegeben, weil die molekularen wie schon die anatomischen Merkmale starke Beziehungen zu *Amerallium*-Vertretern zeigen. Anschluß und Status von sect. *Microscordum* konnte wegen Materialmangels bisher nicht geklärt werden.

11 Danksagung

Beim Zusammenstellen dieser Übersicht bin ich von allen Mitarbeitern der Abt. Taxonomie unterstützt worden. Zuerst möchte ich PETER HANELT für die jahrzehntelange, gedeihliche Zusammenarbeit, für ständige fachliche Anleitung und Unterstützung bei der Bewältigung von gestellten und selbst gewählten Aufgaben ganz herzlich danken, worin auch der Dank für die ungezählten, stets anregenden Diskussionen und sein ständiges Bemühen um die Schaffung günstiger Arbeitsbedingungen eingeschlossen sei. Nicht weniger herzlich möchte ich mich bei N. FRIESEN, J. KELLER, H. MAAß, M. KLAAS, J. KRUSE und A. SAMOYLOV bedanken, daß sie mir Ergebnisse ihrer Arbeiten zur Verfügung stellten und das Manuskript diskutierten. Auch die sorgfältige Arbeit von A. KILIAN und U. TIEMANN beim Anfertigen der Abbildungen möchte ich dankend hervorheben.

<u>subgenus <i>Amerallium</i> Traub</u>		
Typus: <i>A. canadense</i> L.		7
1. sect. <i>Cyathophora</i> R. M. Fritsch		
Typus: <i>A. cyathophorum</i> Bur. et Franch.		8
2. sect. <i>Coleoblastus</i> Ekberg		8
Typus: <i>A. mairei</i> Léveillé		

3. sect. <i>Narkissoprason</i> Hermann		
Typus: <i>A. narcissiflorum</i> Villars		

4. sect. <i>Caulorhizideum</i> Traub		
Typus: <i>A. validum</i> S. Watson		
5. sect. <i>Rhopetoprason</i> Traub		
Typus: <i>A. glandulosum</i> Link et Otto		
6. sect. <i>Amerallium</i> (Traub) Kamelin		
Typus: <i>A. canadense</i> L.		
7. sect. <i>Lophioprason</i> Traub		
Typus: <i>A. sanbornii</i> Wood		
8. sect. <i>Molium</i> G. Don ex Koch		
subsect. <i>Molium</i> (G. Don ex Koch) Traub		
Typus: <i>A. roseum</i> L.		
subsect. <i>Xanthoprason</i> (Hermann) Traub		
Typus: <i>A. moly</i> L.		

9. sect. <i>Rhynchocarpum</i> Brullo		11
Typus: <i>A. ruhmerianum</i> Ascherson		
10. sect. <i>Chamaeprason</i> Hermann		11
Typus: <i>A. chamaemoly</i> L.		
11. sect. <i>Bromatorrhiza</i> Ekberg		
Typus: <i>A. wallichii</i> Kunth		7,11
12. sect. <i>Briseis</i> (Salisb.) Stearn		7,8,9
Typus: <i>A. triquetrum</i> L.		
13. sect. <i>Arctoprasum</i> Kirschl.		7
Typus: <i>A. ursinum</i> L.		
14. sect. <i>Nectaroscordum</i> (Lindl.) Gren. & Godr.		9
Typus: <i>A. siculum</i> Ueria		

15.?? sect. <i>Microscordum</i> Maxim.		8
Typus: <i>A. monanthum</i> Maxim.		

Abb. 17: Klassifikationsvorschlag von subg. *Amerallium* bei Einbeziehung von molekularen Merkmalen. Abweichende Chromosomen-Grundzahlen sind jeweils angegeben.

Fig. 17: Outline of a classification of subg. *Amerallium* including the molecular characteristics. Differing chromosome base numbers are given

12 Literatur

- 1 AUGER, J., J. BOSCHER, B. LAGES, E. POSTAIRE and C. VIEL (1992): Differences and similarities of sulfur volatiles from *Allium vineale* L and *Allium ursinum* L. Bull. Soc. Bot. France, Lettres Bot. **139**: 61-66.
- 2 AUGUSTIN, E. and A. GARCIA (1993): Isoenzymatic, morphological and agronomical classification of garlic genotypes. Horticultura Brasileira **11**: 10-13.
- 3 BAITENOV, M. S. and R. KAMENETZKY (1995): Distribution analysis of *Allium* L. species of the Dzhungarian Alatau. J. Arid Envir. **30**: 397-401.
- 4 BARCHVAROV, S. (1993): Garlic *Allium sativum* L.. In: G. KOLLOO and B. O. BERGH (Eds.): Genetic Improvement of Vegetable Crops. Oxford-New York-Seoul-Tokyo: 15-27.
- 5 BARK, O. H. and M. J. HAVEY (1995): Similarities and relationships among populations of the bulb onion as estimated by nuclear RFLPs. Theor. Appl. Genet. **90**: 407-414.
- 6 BLOCK, E., S. NAGANATHAN, D. PUTMAN and S. H. ZHAO (1992a): *Allium* chemistry: HPLC analysis of thiosulfinates from onion, garlic, wild garlic (ramsons), leek, scallion, shallot, elephant (great-headed) garlic, chive, and chinese chive - uniquely high allyl to methyl ratios in some garlic samples. J. Agr. Food Chem. **40**: 2418-2430.
- 7 BLOCK, E., D. PUTMAN and S. H. ZHAO (1992b): *Allium* chemistry: GC MS analysis of thiosulfonates and related compounds from onion, leek, scallion, shallot, chive, and chinese chive. J. Agr. Food Chem. **40**: 2431-2438.
- 8 BOSCHER, J. and J. AUGER (1991): *Allium ampeloprasum* (var. *bulbilliferum* Lloyd) in Yeu (85 France) is chemically a garlic and not a leek. Bull. Soc. Fr., Lettres Bot. **138** (4-5): 315-320.
- 9 BRULLO, S., P. PAVONE and C. SALMERI (1992a): *Allium rhodiaceum* (Liliaceae), a new species from Rhodos (Greece). Willdenowia **22**: 89-95.
- 10 BRULLO, S., P. PAVONE and C. SALMERI (1992b): Cytotaxonomical notes on *Allium grosii* Font Quer from Ibiza (Balearic Islands). Candollea **47**: 77-81.
- 11 BRULLO, S., P. PAVONE and C. SALMERI (1993a): Three new species of *Allium* (Alliaceae) from Cyprus. Candollea **48**: 279-290.
- 12 BRULLO, S., P. PAVONE and D. TZANOUDAKIS (1993b): *Allium lagarophyllum* (Liliaceae), a new species from Greece. Willdenowia **23**:107-111.
- 13 BRULLO, S., P. PAVONE, C. SALMERI and A. SCRUGLI (1994): Cytotaxonomical notes on *Allium savii* Parl. (Alliaceae), a misappreciated Tyrrhenian element. Candollea **49**: 271-279.
- 14 BRULLO, S. and D. TZANOUDAKIS (1994): *Allium ionicum* (Liliaceae), a new species from the Ionian islands (W Greece). Willdenowia **24**: 53-57.
- 15 CHEREMUSHKINA, V. A. (1992): Evolution of life forms in subgenus *Rhizirideum* of genus *Allium* (Alliaceae). Bot. Zh. **77**: 107-116.
- 16 COWLEY, J., N. ÖZHATAY and B. MATHEW (1994): New species of Alliaceae & Hyacinthaceae from Turkey. Kew Bull. **49**: 481-489.
- 17 DRUSELMANN, S. (1992): Vergleichende Untersuchungen an Vertretern der Alliaceae Agardh. 1. Morphologie der Keimpflanzen der Gattung *Allium* L. Flora **186**: 37-52.

- 17 DUBOUZET, J. G., K. ARISUMI, T. YOSHITAKE, T. ETOH, Y. SAKATA AND E. MATSUO (1993): Studies on the development of new ornamental *Allium* spp. through interspecific hybridization. 2. Utilization of *Allium chinense* × *A. thunbergii* hybrids and *A. tuberosum* tender-pole to develop heat tolerant ornamental *Allium* spp. J. Jap. Soc. Hort. Sci. **61**: 901-910.
- 18 ETOH, T., Y. SAKAI and T. JOHJIMA (1992): Peroxidase isozymes in various cultivars of leek and kurrat. Mem. Fac. Agr. Kagoshima Univ. **28**: 75-82.
- 19 FORD-LLOYD, B. V. and S. J. ARMSTRONG (1993): Welsh onion *Allium fistulosum* L. In: G. KOLLOO and B. O. BERGH (Eds.): Genetic Improvement of Vegetable Crops. Oxford-New York-Seoul-Tokyo: 51-57.
- 20 FRIESEN, N. (1995): The genus *Allium* L. in the flora of Mongolia. Feddes Repert. **106**: 59-81.
- 21 FRIESEN, N. (in press): A taxonomic and chorological revision of the section *Schoenoprasum* Dumort. (genus *Allium* L.). Candollea.
- 22 FRITSCH, R. (1992a): Über den Verlauf der Leitbündel in die Blattspreite bei der Gattung *Allium* L. Flora **186**: 237-249.
- 23 FRITSCH, R. (1992b): Zur Wurzelanatomie in der Gattung *Allium* L. (Alliaceae). Beitr. Biol. Pfl. **67**: 129-160.
- 24 FRITSCH, R. (1993a): Anatomische Merkmale des Blütenschaftes in der Gattung *Allium* L. und ihre systematische Bedeutung. Bot. Jahrb. Syst. **115**: 97-131.
- 25 FRITSCH, R. (1993b): Taxonomic and nomenclatural remarks on *Allium* L. subgen. *Melanocrommyum* (Webb & Berth.) Rouy sect. *Megaloprason* Wendelbo. Candollea **48**: 417-430.
- 26 FRITSCH, R. M. (1995): Zur Taxonomie und Benennung der "Paukensschläger-Lauche" (*Allium*-Arten der sect. *Megaloprason* Wendelbo s. str.). Der Palmengarten **59** (2): 152-163.
- 27 FRITSCH, R. M. (1996): The Iranian species of *Allium* L. subg. *Melanocrommyum* (Webb et Berth.) Rouy sect. *Megaloprason* Wendelbo s. str. Nordic J. Bot. **16** (im Druck).
- 28 FRITSCH, R. M. (in press): Relations between West and Central Asian sections of *Allium* L. subg. *Melanocrommyum* (Webb et Berth.) Rouy. Proceedings, IVth Plant Life of Southwest Asia Symposium, Izmir, 22. - 26. May 1995.
- 29 FRITSCH, R. M. and S. B. ASTANOVA (in prep.): Karyotypes of some species of *Allium* subg. *Melanocrommyum* (Webb et Berth.) Rouy from Central Asia.
- 30 GARRIDO, M. A., M. JAMILINA, R. LOZANO, C. RUIZ REJON and J. S. PARKER (1994): rDNA site number polymorphism and NOR inactivation in natural populations of *Allium schoenoprasum*. Genetica **94**: 67-71.
- 31 GOODMAN, S. M. and A. GHAFOR (1992): The ethnobotany of southern Balochistan, Pakistan, with particular reference to medicinal plants. Fieldiana, Bot. **31**: 1-84.
- 32 GREGORY, M. (1996): Leaf anatomy in *Allium* sect. *Allium*. In: MATHEW, B.: A review of *Allium* section *Allium*. Kew, Royal Botanic Gardens, 7-15.
- 33 HAISHIMA, M. and H. IKEHASHI (1992): Identification of isozyme genes in native varieties of Japanese bunching onion (*Allium fistulosum* L.). Jap. J. Breed. **42**: 497-505.
- 34 HAISHIMA, M., J. KATO and H. IKEHASHI (1993): Isozyme polymorphism in native varieties of Japanese bunching onion (*Allium fistulosum* L.). Jap. J. Breed. **43**: 537-547.
- 35 HANELT, P., (1994): Die taxonomische Gliederung der Gattung *Allium* und ihre Kultur- und Nutzpflanzen. Drogenreport **7**: 17-25.

- 36 HANELT, P. and R. FRITSCH (1994): Notes on some infrageneric taxa in *Allium* L. Kew Bull. **49**: 559-564.
- 37 HANELT, P., K. HAMMER and H. KNÜPFER (Eds.) (1992a): The genus *Allium* - taxonomic problems and genetic resources. Gatersleben. 359 pp.
- 38 HANELT, P., J. SCHULTZE-MOTEL, R. FRITSCH, J. KRUSE, H. I. MAASS, H. OHLE and K. PISTRICK (1992b): Infrageneric grouping of *Allium* L. - the Gatersleben approach. In: HANELT, P., K. HAMMER and H. KNÜPFER (Eds.): The genus *Allium* - taxonomic problems and genetic resources. Gatersleben: 107-123.
- 39 HARBORNE, J. B. and C. A. WILLIAMS (1996): Notes on flavonoid survey. In: B. MATHEW: A review of *Allium* section *Allium*. Kew, Royal Botanic Gardens, 41-43.
- 40 HAVEY, M. J. (1991): Phylogenetic relationships among cultivated *Allium* species from restriction enzyme analysis of the chloroplast genome. Theor. Appl. Genet. **81**: 752-757.
- 41 HAVEY, M. J. (1992a) Restriction enzyme analysis of the nuclear 45s ribosomal DNA of six cultivated *Alliums* (Alliaceae). Plant Syst. Evol. **181**: 45-55.
- 42 HAVEY, M. J. (1992b): Restriction enzyme analysis of the chloroplast and nuclear 45S ribosomal DNA of *Allium* sections *Cepa* and *Phyllodolon* (Alliaceae). Plant Syst. Evol. **183**: 17-31.
- 43 HAVEY, M. J. (1992c): A viviparous *Allium fistulosum*. Allium Improvement Newslett. **2**: 13-14.
- 44 HAVEY, M. J. (1993): Onion *Allium cepa* L.. In: G. KOLLOO and B. O. BERGH (Eds.): Genetic Improvement of Vegetable Crops. Oxford-New York-Seoul-Tokyo: 35-49.
- 45 HIZUME, M. (1994): Allodiploid nature of *Allium wakegi* Araki revealed by genomic *in situ* hybridization and localization of 5S and 18S rDNAs. Jap. J. Genet. **69**: 407-415.
- 46 JOHNSON, M. A. T., and N. ÖZHATAY (1996): Cytology of *Allium* sect. *Allium*. In: B. MATHEW: A review of *Allium* section *Allium*. Kew, Royal Botanic Gardens, 17-40.
- 47 KARAVOKYROU, E. and D. TZANOUDAKIS (1994): Two new species of *Allium* sect. *Codonoprasum* Reichenb. from the East Aegean Islands Greece. Ann. Musei Goulandris **9**: 141-146.
- 48 KELLER, E. R. J. (1994): The use of the biodiversity for distant crosses facilitated by embryo rescue in the Gatersleben *Allium* collection. *Allium* Improvement Newsl. **4**: 1-3.
- 49 KELLER, E. R. J., F. EICKMEYER, H. LUX, H. I. MASS, und I. SCHUBERT (1994): Ergebnisse zur entfernten Bastardierung bei *Allium*, Untergattung *Rhizirideum*. Votr. Pflanzenzüchtung **28**: 309-311.
- 50 KELLER, E. R. J., I. SCHUBERT, J. FUCHS, and A. MEISTER (in press): Interspecific crosses of onion with distant *Allium* species and characterization of the presumed hybrids by means of flow cytometry, karyotype analysis and genomic *in situ* hybridization. Theor. Appl. Genet.
- 51 KHASSANOV, F. O. (in press): Conspectus of the wild growing *Allium* species of Middle Asia. Proceedings, IVth Plant Life of Southwest Asia Symposium, Izmir, 22. - 26. May 1995.
- 52 KHASSANOV, F. O. and R. M. FRITSCH (1994): New taxa in *Allium* L. subg. *Melanocrommyum* (Webb & Berth.) Rouy from Central Asia. Linzer biol. Beitr. **26**: 965-990.
- 53 KOLLMANN, F. (1993): The genus *Allium* in the Middle East. In: H. DEMIRIZ and N. ÖZHATAY (Eds.): OPTIMA: Proc. 5th OPTIMA Meet. (8-15 Sept. 1986 Istanbul). Istanbul: 91-107.
- 54 KRUSE, J. (1994): Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen an Samen der Gattung *Allium* L. IV. Feddes Repert. **105**: 457-471.

- 55 KUDRJASHOVA, G. L. (1992): Konspekt vidov roda *Allium* (Alliaceae) Kavkaza. Bot. Zh. **77**: 86-88.
- 56 LINNE VON BERG, G., A. SAMOYLOV, M. KLAAS, and P. HANELT (in press): Chloroplast DNA restriction analysis and the infrageneric grouping of *Allium* L. Plant Syst. Evol.
- 57 MAAB, H. I. (1994): What is the true *Allium sativum* L. var. *ophioscorodon* (Link) Döll? Allium Improvement Newslett. **4**: 12-14.
- 58 MAAB, H. I. (im Druck): Morphologische Beobachtungen an Knoblauch. Palmengarten.
- 59 MAAB, H. I. and M. KLAAS (1995): Intraspecific differentiation of garlic (*Allium sativum* L.) by isozyme and RAPD markers. Theor. Appl. Genet. **91**: 89-97.
- 60 MATHEW, B. (1994): 235. *Allium schmitzii*. Alliaceae. Kew Magazine **11**: 3-5.
- 61 MATHEW, B. (1996): A review of *Allium* section *Allium*. Kew, Royal Botanic Gardens, 176 pp.
- 62 MCNEAL, D. W. (1992a): A revision of the *Allium fimbriatum* (Alliaceae) complex. Aliso **13**: 411-426.
- 63 MCNEAL, D. W. (1992b): New taxa and combinations in western North American Liliaceae. Phytologia **73**: 307-311.
- 64 MESSIAEN, C. M. (1992): The botanical identity of *Allium* spp. grown in French West Indies under the name of "cives". Onions Newslett. for the Tropics **4**: 48-49..
- 65 NEGI, K. S. and K. C. PANT (1992): Less-known wild species of *Allium* L. (Amaryllidaceae) from mountainous regions of India. - Notes on economic plants. Econ. Bot **46**: 112-114.
- 66 NEGI, K. S. and R. D. GAUR (1991): Little known endemic wild *Allium* species in the Uttar Pradesh hills. Mountain Res. Developm. **11**: 162-164.
- 67 NEGI, K. S. and K. C. PANT (1992): Less-known wild species of *Allium* L. (Amaryllidaceae) from mountainous regions of India. - Notes on economic plants. Econ. Bot **46**: 112-114.
- 68 OHLE, H. (1992) : Karyotype analysis using Giemsa C-Banding technique in *Allium* species of six sections of subg. *Rhizrideum*. In: HANELT, P., K. HAMMER and H. KNÜPFER (Eds.): The genus *Allium* - taxonomic problems and genetic resources. Gatersleben: 221-232.
- 69 OHRI, D., R. M. FRITSCH and P. HANELT (in prep.): Evolution of genome size in *Allium* L. (Alliaceae).
- 70 OHSUMI, C., A. KOJIMA, K. HANATA, T. ETOH and T. HAYASHI (1993): Interspecific hybrid between *Allium cepa* and *Allium sativum*. Theor. Appl. Genet. **85**: 969-975.
- 71 ÖZHATAY, N. (1993): *Allium* in Turkey: distribution, diversity, endemism and chromosome number. In: H. DEMIRIZ and N. ÖZHATAY (Eds.): OPTIMA: Proc. 5th OPTIMA Meet. (8-15 Sept. 1986 Istanbul). Istanbul: 247-271.
- 72 ÖZHATAY, N. and B. MATHEW (1995): New taxa and notes on the genus *Allium* (Alliaceae) in Turkey and Arabia. Kew Bull. **50**: 723-731.

- 73 ÖZHATAY, N., L. ÜSTÜN and A. H. MERICLI (1993): Comparative morphological, karyological and chemical studies on *Allium scorodoprasum* complex in European Turkey. J. Fac. Pharm. Istanbul **29**: 31-42.
- 74 PASTOR, J. E., J. C. DIOSDADO and B. CABEZUDO (1995): A karyological study of *Allium rouyi* Gauntier (Liliaceae), a recently rediscovered endemic species from the south of Spain. Bot. J. Linn. Soc. **117**: 255-258.
- 75 PEFFLEY, E. B. and J. N. DE VRIES (1993): Giemsa G-banding in *Allium*. Biotech. Histochem. **68**: 83-86.
- 76 PICH, U., R. FRITSCH and I. SCHUBERT (1996): Closely related *Allium* species share a very similar satellite sequence. Plant Syst. Evol.
- 77 PINK, D. A. C. (1993): Leek *Allium ampeloprasum* L.. In: G. KOLLOO and B. O. BERGH (Eds.): Genetic Improvement of Vegetable Crops. Oxford-New York-Seoul-Tokyo: 29-34.
- 78 POGOSJAN, A. I. (1992): Lukovye (Alliaceae J. Agardh) Kavkaza (sistematika, kariologija, ekologija, khorologija, evoljucija). (Thesen der Dissertation, Doktor der Biologischen Wissenschaften). 58 S.
- 79 POGOSYAN, A. I. and A. G. SEISUMS (1992): Chislo khromosom nekotorykh vidov *Allium* (Alliaceae) iz Afganistana, Turtsii i gosudarstv Srednej Azii. Bot. Zh. **77** (9): 103-104.
- 80 POOLER, M. R. and P. W. SIMON (1993): Characterization and classification of isozyme and morphological variation in a diverse collection of garlic clones. Euphytica **68**: 121-130.
- 81 ROSSELLO, J. A., M. MUS, N. TORRES, M. MAYOL and M. V. IBAÑEZ (1993): De flora balearica adnotationes, 11-13. Candollea **48**: 593-600.
- 82 SAMOYLOV, A., M. KLAAS, and P. HANELT (1995): Use of chloroplast DNA polymorphisms for the phylogenetic study of the subgenera *Amerallium* and *Bromatorrhiza* (genus *Allium*). Feddes Repert. **106**: 161-167.
- 83 SAMOYLOV, A., P. HANELT, and M. KLAAS (in press): South-west Asian groups of the genus *Allium* and their relationships based on chloroplast DNA. Proceedings, IVth Plant Life of Southwest Asia Symposium, Izmir, 22. - 26. May 1995.
- 84 SATOH, Y., M. NAGAI, T. MIKAMI and T. KINOSHITA (1993): The use of mitochondrial DNA polymorphism in the classification of individual onion plants by cytoplasmic genotypes. Theor. Appl. Genet. **86**: 345-348.
- 85 SCHULTZE-MOTEL, J., in P. HANELT (1994): Abschlußbericht zum Thema: Numerische Taxonomie der Gattung *Allium* L. (Alliaceae). Unveröffentlicht.
- 86 SEISUMS, A. (1992a): On three little-known *Allium* L. species (subgenus *Melanocrommyum* (Webb et Berth.) Rouy). Proc. Latvian Acad. Sci., B: 76-78.
- 87 SEISUMS, A. (1992b): Interspecific differences of two *Allium* L. taxa. Proc. Latvian Acad. Sci., B. 79-80.
- 88 SEISUMS, A. G. (1994): Podrod *Melanocrommyum* (Webb et Berth.) Rouy roda *Allium* L. (Monograficheskiy obzor). Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoj stepeni doktora biologicheskikh nauk. (Neue Taxa sämtlich ohne Beschreibung).

- 89 SOKOLOVA, S. M., M. J. LOVKOVA, G. N. BUZUK, O. V. SHELONOVA, V. N. SHYRAEVA and L. M. SAFRONOVA (1993): Ob alkaloidnosti lilejnykh. Bjull. Glavnogo Bot. Sada **168**: 101-105.
- 90 STEARN, W. T. (1992): How many species of *Allium* are known? Kew Magazine **9**: 180-182.
- 91 STEVENS, J. P. and S. M. BOUGOURD (1994): Unstable B-chromosomes in an European population of *Allium schoenoprasum* L. (Liliaceae). Biol. J. Linn. Soc. **52**: 357-363.
- 92 TASHIRO, Y., T. OYAMA, Y. IWAMOTO, R. NODA and S. MIYAZAKI (1995): Identification of maternal and paternal plants of *Allium wakegi* Araki by RFLP analysis of chloroplast DNA. J. Jap. Soc. Hort. Sci. **63**: 819-824.
- 93 TATLIOGLU, T. (1993): Chive *Allium schoenoprasum* L.. In: G. KOLLOO and B. O. BERGH (Eds.): Genetic Improvement of Vegetable Crops. Oxford-New York-Seoul-Tokyo: 3-13.
- 94 TISON, J.-M. (1993): *Allium oleraceum* subsp. *girerdii* Tison, taxon meconnu du Sud-Est de la France. Monde plant **88**: 25-27.
- 95 ULLOA, G. M., J. N. CORGAN and M. DUNFORD (1994): Chromosome characterization and behavior differences in *Allium fistulosum* L., *A. cepa* L., their F₁ hybrid, and selected backcross progeny. Theor. Appl. Genet. **89**: 567-571.
- 96 VAN RAAMSDONK, L. W. D. and T. DE VRIES (1992a): Biosystematic studies in *Allium* L section *Cepa*. Bot. J. Linn. Soc. **109**: 131-143.
- 97 VAN RAAMSDONK, L. W. D., W. A. WIETSMA and J. N. DE VRIES (1992): Crossing experiments in *Allium* L. section *Cepa*. Bot. J. Linn. Soc. **109**: 293-303.
- 98 WAHAB, A. H. A. (1992): Volatile sulphides in subgenus *Allium* section *Allium* and *Cepa* and their use in numerical taxonomy. MARDI Res. J. **20**: 141-151.
- 99 WILKIE, S. E., ISAAC, P. G. and R. J. SLATER (1993): Random amplified polymorphic DNA (RAPD) markers for genetic analysis in *Allium*. Theor. Appl. Genet. **86**: 497-504.
- 100 XU JIE-MEI, XUE PEI-FENG, ZHU SHI-MEI and JING WANG-CHUN (1994): A new species of *Allium* L. from Sichuan and its karyotype. Acta Phytotax. Sin. **32**: 356-358.

Gemeinsam Reisende – europäische Kulturpflanzen und ihre Unkräuter in Peru

Joint travellers – European crop plants and their weeds in Peru

GERD K. MÜLLER¹

Zusammenfassung

Anhand mehrjähriger Untersuchungen des Autors über die Segetal- und Ruderalvegetation im Gebiet der Küsten- und Andenregion (Costa und Sierra) Perus wird auf die gemeinsam mit den Kulturpflanzen aus Europa eingeschleppten Unkräuter hingewiesen. Beispiele zeigen, daß ihre Herkunft vorwiegend das westliche Mittelmeergebiet ist. Da sie in Peru klimatisch vergleichbare Areale besiedeln, spielen sie auch für die pflanzengeographische Gliederung des Gebietes eine Rolle.

Summary

Records of the author about the segetal and ruderal vegetation of the coastal and Andean region (Costa and Sierra) of Peru show the simultaneous import of crops and weeds from Europe. Examples confirm their preponderantly origin from the Western Mediterranean region. In Peru they are found in comparable climatic areas and therefore they are also important in the phytogeographical division of this region.

Vorrede

Lieber PETER HANELT, meine sehr verehrten Damen und Herren,

zuerst möchte ich dem Jubilar meine allerherzlichsten Glückwünsche übermitteln und ihm für die Zukunft noch viele Jahre voller Schaffenskraft und weitere wissenschaftliche Erfolge wünschen.

In diesen Stunden, in denen in einer Rückschau die besonderen Leistungen des Jubilars aus verschiedener Sicht gewürdigt werden, möchte ich dazu beitragen, eine Seite von Herrn HANELT zu beleuchten, die bei den Ehrungen meist nur am Rande erwähnt oder ganz vergessen wird, obwohl sie bei unserem Jubilar über viele Jahre eine wesentliche Komponente seines Wissenschaftlerlebens war. Ich meine die selbstlose, weil leider fast nie in der Wissenschaftlerlaufbahn zu Buche schlagende, aufopferungsvolle, gemeinnützige Tätigkeit, die PETER HANELT in der Biologischen Gesellschaft der DDR geleistet hat.

Wenn einmal, was ich durchaus noch zu hoffen wage, die Geschichte der damaligen Sektion

1 Botanischer Garten der Universität Leipzig
Linnéstraße 1
04103 Leipzig

Europäische Kulturpflanzen und ihre Unkräuter in Peru

Geobotanik und Phytotaxonomie geschrieben werden sollte, dann wird zum Ausdruck kommen, welche konstruktive, richtungsweisende Rolle Herr HANELT in diesem Gremium gespielt hat, um die fachlichen Anliegen der Speziellen Botanik auch unter widrigen Bedingungen voranzutreiben und gegenüber dem Präsidium der Gesellschaft ins rechte Licht zu setzen, damit der großen Zahl der Mitglieder der Sektion ein wissenschaftliches Forum und eine im besten Sinne kollegiale Heimstatt geboten werden konnte.

Drei Amtsperioden - vom 30.10.1976 bis zum 28.8.1983 - war PETER HANELT der geachtete Vorsitzende der Sektion und vertrat die Mitglieder im Präsidium, dem er dann nochmals - nach dem Ausscheiden von Professor Vent - vom 30.8.1985 bis zum Ende der Biologischen Gesellschaft angehörte.

Da ich sein unmittelbarer Nachfolger im Vorsitz war, weiß ich zu beurteilen, welche hohen Ansprüche er an das Amt stellte. Der Themenbogen der etwa 20 in der Zeit seines Vorsitzes veranstalteten Tagungen, die wichtige Kommunikations- und Weiterbildungsmöglichkeiten für die große Familie der Speziellen Botaniker in der DDR darstellten, spannte sich von "Fragen der phylogenetischen Systematik" (1977 in Gatersleben) bis zu "Vegetationswandel in der DDR" (1983 in Leipzig).

Beispielhaft suchte PETER HANELT die Verbindungen zu anderen Sektionen der Gesellschaft, so zur Ökologie und der Speziellen Zoologie sowie zur Geographischen Gesellschaft. Mit ihnen wurden z. B. mehrere Tagungen durchgeführt. Besonderen Aufwand erforderte auch die Unterstützung der internationalen Aktivitäten der botanischen Institutionen der Universitäten bei wissenschaftlichen Veranstaltungen, die der Flora und Vegetation Kubas, Perus und der Mongolei gewidmet waren und gemeinsam mit der Biologischen Gesellschaft veranstaltet wurden.

Die bewährten und erfolgreichen Arbeitstagungen der Botanischen Gärten der DDR, die in zweijährigem Rhythmus regelmäßig, so während seiner Amtsperiode 1977 in Leipzig, 1979 in Berlin, 1981 in Mühlhausen und 1983 in Tharandt abgehalten wurden, bekamen damit eine internationale Bedeutung und konnten auch von den Kollegen Westdeutschlands und Westeuropas häufig besucht werden.

Es ist auch sein Verdienst, neben den bestehenden Arbeitsgemeinschaften Geobotanik und Phytotaxonomie der arg gebeutelten Phytomorphologie in der DDR innerhalb der Sektion einen gleichartigen Status zu vermitteln. Am Ende seiner Amtszeit, am 17.11.1983, wurde in Halle die Arbeitsgemeinschaft Morphologie aus der Taufe gehoben.

Besonders setzte er sich für die Durchführung attraktiver Exkursionen ein, obwohl ihre Organisation unter den damaligen Verhältnissen außerordentlich schwierig war. Ihre Ziele führten zwar nur in die aus politischen Gründen erreichbaren Gebiete, aber die Teilnehmer an diesen geobotanisch-floristischen Exkursionen, z.B. zum Kaukasus, nach Bulgarien oder in die Slowakei, sind noch heute begeistert. Für ihre Leitung wurden jeweils hervorragende Fachleute gewonnen, so daß sie für die Weiterbildung unserer Mitglieder einen hohen Stellenwert besaßen. Nicht zuletzt muß man darauf hinweisen, welche hervorragende sachliche und freundschaftliche Atmosphäre in der Sektionsleitung damals herrschte. Politische Gängelung und parteimäßige Quotenregelung bei der Besetzung der Leitung blieben Fremdbegriffe.

PETER HANELTS Einsatz für den politisch geächteten Dr. KNAPP und die einhellige Stellungnahme der Sektionsleitung, zuerst zur Nichtächtung, dann zur Rehabilitierung, zeugen von der Zivilcourage und persönlichen Integrität, die auch unter den schwierigen Umständen eines in der Mehrzahl mit Aufpassern und Anpassern besetzten, hellhörigen Präsidiums möglich war.

Wissenschaftlich begegneten wir uns hauptsächlich über meine Tätigkeit in Südamerika. Herr HANELT zollte immer den Ergebnissen unserer Reisen, insbesondere den mitgebrachten Kulturpflanzen Sippen, eine hohe Aufmerksamkeit. Leider ist es nicht zu einer gemeinsamen Sammelreise gekommen, deshalb habe ich für meinen Vortrag ein Thema gewählt, das seine und meine Interessen miteinander verbindet: Kulturpflanzen und ihre Unkräuter, und zwar in meinem bevorzugten Arbeitsgebiet, in Peru.

1 Einleitung

Die Untersuchungen der Unkrautflora Perus basieren auf einem anderthalbjährigen Arbeitsaufenthalt 1971/72 an der Universidad Nacional Mayor de San Marcos in Lima. Bei weiteren Aufenthalten in den Jahren 1976, 1978/79, 1980, 1982, 1985 und 1988 konnten die Studien vertieft und – gemeinsam mit weiteren Mitarbeitern des damaligen Wissenschaftsbereiches Taxonomie/Ökologie der Sektion Biowissenschaften der Universität Leipzig² – umfangreiches Pflanzenmaterial für die Herbarien in Lima und Leipzig gesammelt werden.

Auswertungen dieser Untersuchungen finden sich u. a. bei G. K. MÜLLER (1985a, b; 1988), G. K. MÜLLER et al. (1977), G. K. MÜLLER und C. MÜLLER (1985), P. GUTTE (1978).

2 Pflanzengeographische Gliederung

Peru ist mit 1 285 Millionen km² das drittgrößte Land Südamerikas. Es erstreckt sich vom Äquator im äußersten Nordosten bis zum 18. Grad südlicher Breite an der chilenischen Grenze. Charakterisiert wird es durch die Gegensätze seiner drei großen Landschaftsteile:

- 1) den schmalen Küstenstreifen, die sogenannte Costa,
- 2) die sich östlich daran anschließende Gebirgsregion der Anden, die sogenannte Sierra, die sich in drei Gebirgszüge, die West-, Zentral- und Ostkordillere gliedern läßt,
- 3) das Amazonas-Tiefland, die sogenannte Selva mit ihren noch ausgedehnten tropischen Regenwäldern.

Pflanzengeographisch gehören Costa und Sierra zur Andischen Florenregion des Neotropischen Florenreiches (GOOD 1974). Diese grenzt am Osthang der Anden an die Amazonische Florenregion, der das Selvagebiet Perus zuzurechnen ist, das wir hier aus unserer Betrachtung ausschließen (Abb. 1).

Innerhalb der Andischen Florenregion verläuft im Norden Perus eine markante Florenscheide (MÜLLER 1985a) zwischen tropischer und subtropischer Flora. Es ist die Grenze zwischen tropischer und austrosubtropischer Florenzone, die in der Darstellung bei MEUSEL et al. (1965) etwas südlicher verläuft, wobei die Autoren aber darauf verweisen, daß sie sich mit ihrer Grenzziehung nicht in allen Einzelheiten festlegen möchten.

Das Gebiet südlich dieser Florenscheide bezeichnen wir als Zentralandische Unterregion (ZAND). Nördlich davon befindet sich die Nordandische Unterregion (NAND). Die Zentral-

2 Dr. rer. nat. CHRISTA MÜLLER (1971/72), Doz. Dr. habil. PETER GUTTE (1978/79 und 1982), Dr. rer. nat. GERALD KREBS (1985)

Europäische Kulturpflanzen und ihre Unkräuter in Peru

andische Unterregion gliedert sich nochmals in drei Provinzgruppen: die Küste und die Westandenhänge (westandische PGr.), die hochandinen Gebiete und die interandinen Täler (hochandische PGr.) sowie die oberen Regionen der Ostflanken (ostandische PGr.). Diese sind in Florenprovinzen, z. B. die zentralperuanische (ZPERU) und die südperuanische (SPERU), aufgeteilt (Abb. 1).

3 Standörtliche Voraussetzungen

Die Costa besteht zum größten Teil aus einer ebenen Fläche von 10 bis 160 km Breite. An einigen Stellen erheben sich einzelne Berge der sogenannten Küstenkordillere, und im Osten steigt das Terrain ziemlich rasch zum Kamm der Westkordillere an. Infolge des Fehlens oder der sehr geringen meßbaren Niederschläge (Lima: 48 mm) ist diese Zone weitgehend als vegetationsleere oder -arme Wüste ausgebildet.

Nur die zahlreichen Flußtäler, die sich von den Gebirgskämmen in westlicher Richtung zum Pazifik erstrecken, stellen die Kulturoasen dieses Gebietes dar. Das Wasser der Flüsse bildete schon zur Inkazeit die Grundlage für die hochentwickelten Bewässerungskulturen, die das Kulturland z.T. weit über die Flußtäler in die Wüste ausdehnten. Das Klima wird durch den bis zum 6. Grad südlicher Breite vordringenden, kühlen Humboldtstrom geprägt. Während sich die feuchten Seewinde im Winter über Land als Nebel kondensieren, kühlen sie sich im Sommer über dem stark erwärmten Land nicht ab, so daß sie sich erst in größeren Höhen abregnen. So kommt es zu einem ausgesprochenen Wechsel zwischen kühlen Wintern und heißen Sommern (z.B. Lima, mittleres Juli-Max. 17,5 °C, mittleres Februar-Max. 26,0 °C). Die Nebelfeuchtigkeit ist auch die Voraussetzung für das Entstehen der sogenannten Loma-Vegetation (MÜLLER 1985a, b).

Abb. 1: Pflanzengeographische Gliederung der Andischen Florenregion in Peru.

Fig. 1: Division of the plant geography of Andean flora regions in Peru

Die Sierra besitzt ein typisches Tageszeitenklima. Nachts sinken die Temperaturen je nach Höhenlage bis nahe an oder sogar unter den Gefrierpunkt, am Tage steigen sie bis auf etwa 20 °C an. Die Niederschläge sind je nach Höhenlage, geographischer Breite und Lage zu den Regenschattenbergen unterschiedlich. An den Westhängen regnet es fast nur in den Monaten Januar bis März; in den Hochanden fallen im allgemeinen das ganze Jahr hindurch Niederschläge. Am niederschlagreichsten sind die Monate Dezember bis März. Die Grenze des Ackerbaus liegt etwa bei 3 500 bis 3 900 m.

4 Geschichte des Ackerbaus bis zur Inkazeit

Die ältesten Hinweise auf die Kultur bestimmter Pflanzen reichen an der Küste Perus etwa 6 000 Jahre weit zurück. In den Ausgrabungen von Chilca, 65 km südlich von Lima, ließen sich Reste von *Lagenaria siceraria* und *Phaseolus lunatus* nachweisen (ENGEL 1964). Es spricht vieles dafür, daß diese Pflanzen nicht ursprünglich dort vorkamen, sondern von eingewanderten Stämmen aus dem Norden mitgebracht und zu ihrem Gebrauch kultiviert wurden. Da es sich an den Küsten vorwiegend um Fisch- und Seehundjäger handelte, dienten ihnen die Kalebassen damals wie heute als Schwimmer für ihre Netze.

Die Fundstellen der Huaca Prieto im Chicama-Tal bei Trujillo, die etwa 2 500 v. Chr. entstand, enthielten außer den oben genannten Arten *Cucurbita moschata*, *C. ficifolia*, *Canavalia*

Europäische Kulturpflanzen und ihre Unkräuter in Peru

spec., *Arachis hypogaea*, *Capsicum spec.*, *Canna edulis*, *Pouteria lucuma*, *Bunchosia armeniaca* und erstmals auch Baumwolle (*Gossypium barbadense*). Auch diese Arten sind – bis auf die beiden Obstarten – sicherlich nicht am Fundort ursprünglich heimisch gewesen (LUMBRERAS 1969).

Weiter südlich an der Küste kamen etwa zur gleichen Zeit hinzu: *Phaseolus vulgaris*, *Pachyrhizus tuberosus*, *Psidium guayava* und *Inga feuillei*. Mais wurde in Peru zum ersten Mal etwa 1 400 v. Chr. gefunden, und es entwickelte sich hier ein zweites Domestikationszentrum, so daß bei der Ankunft der Spanier die Maiskultur im Inkareich in hoher Blüte stand (KAUFFMANN DOIG 1971).

Über die wichtigsten Kulturpflanzen des Inkareiches in den hier dargelegten Grenzen gibt die Tabelle 1 Auskunft.

Tab. 1: Präkolumbianische Kulturpflanzen in Peru (Costa und Sierra)

Tab. 1: Precolombian crops in Peru (Costa and Sierra)

Art	Familie	Name in Ketschua oder Aymará
Stärkepflanzen		
<i>Amaranthus caudatus</i>	Amaranthaceae	Quihuicha, Achita
<i>Arracacia xanthorrhiza</i>	Apiaceae	Arracacha
<i>Canna edulis</i>	Cannaceae	Achira
<i>Chenopodium pallidicaule</i>	Chenopodiaceae	Canihua
<i>Chenopodium quinoa</i>	Chenopodiaceae	Quinoa, Hupa
<i>Ipomoea batatas</i>	Convolvulaceae	Camote, Apichu
<i>Manihot esculenta</i>	Euphorbiaceae	Yuca
<i>Oxalis tuberosa</i>	Oxalidaceae	Oca
<i>Pachyrhizus tuberosus</i>	Fabaceae	Jiquima
<i>Solanum tuberosum</i> u.a.	Solanaceae	Akso, Choque
<i>Tropaeolum tuberosum</i>	Tropaeolaceae	Mashua, Anu
<i>Ullucus tuberosus</i>	Basellaceae	Olluco
<i>Zea mays</i>	Poaceae	Sara, Tonco
Eiweißpflanzen		
<i>Arachis hypogaea</i>	Fabaceae	Mani, Inchis
<i>Canavalia ensiformis</i>	Fabaceae	Poroto
<i>Erythrina edulis</i>	Fabaceae	Pajurro, Pisonay
<i>Lupinus mutabilis</i>	Fabaceae	Chocho, Tarwi
<i>Phaseolus lunatus</i>	Fabaceae	Pallar
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Fabaceae	Frejol, Purutu
Gemüsepflanzen		
<i>Cucurbita ficifolia</i>	Cucurbitaceae	Lacayote
<i>Cucurbita maxima</i>	Cucurbitaceae	Zapallo
<i>Cucurbita moschata</i>	Cucurbitaceae	Lacayote
<i>Cyclanthera pedata</i>	Cucurbitaceae	Caihua
<i>Lagenaria siceraria</i>	Cucurbitaceae	Mati, Chucna
<i>Lycopersicon esculentum</i>	Solanaceae	Tomate
<i>Persea americana</i>	Lauraceae	Palta
<i>Polymnia sonchifolia</i>	Asteraceae	Yacon
Obstpflanzen		
<i>Ananas sativus</i>	Bromeliaceae	Chihuy
<i>Annona cherimolia</i>	Annonaceae	Chirimoya
<i>Annona muricata</i>	Annonaceae	Guanábana
<i>Bunchosia armeniaca</i>	Malpighiaceae	Usuma
(Forts. Tab. 1)		
Art	Familie	Name in Ketschua oder Aymará

Carica papaya	Caricaceae	Pucha
Cyphomandra betacea	Solanaceae	Sacha tomate
Inga feuillei	Mimosaceae	Pacay
Passiflora ligularis	Passifloraceae	Tintin, Apicoya
Passiflora mollissima	Passifloraceae	Tumbo, Tacso
Physalis peruviana	Solanaceae	Capulí
Pouteria lucuma	Sapotaceae	Lucma
Psidium guayava	Myrtaceae	Guayava
Solanum muricatum	Solanaceae	Kachuma

Gewürzpflanzen

Capsicum baccatum	Solanaceae	Charapilla, Ucho
Capsicum pubescens	Solanaceae	Rocoto
Chenopodium ambrosioides	Chenopodiaceae	Paico
Tagetes minuta	Asteraceae	Huacatay

Faserpflanzen

Furcraea andina	Agavaceae	Pacpa
Gossypium barbadense	Malvaceae	Utcu

5 Die Einführung der Kulturpflanzen aus Europa

Die ersten spanischen Siedler, die in die eroberten Gebiete der Neuen Welt gingen, wollten nicht auf die ihnen vertrauten Kulturpflanzen verzichten und sorgten bereits in den ersten Jahren der Eroberung, z. T. noch zu Lebzeiten von PIZARRO (gest. 1541), sie in Peru einzuführen. Die spanischen Chronisten wie z. B. GARCILASO DE LA VEGA (1609) und COBO (1653) berichten z. T. ausführlich über die Einführungsgeschichte (SOUKUP, o. J.).

Tabelle 2 gibt eine Übersicht über die frühzeitige Einführung der wichtigsten Kulturpflanzen Europas und Westasiens, die über Spanien nach Peru gelangten.

6 Ackerwildkräuter als Begleiter der Kulturpflanzen

Es dürfte sicher anzunehmen sein, daß mit dem damals noch weitgehend ungereinigten Saatgut der Kulturpflanzen auch z. T. ihre Unkräuter mit eingeschleppt wurden. Da sie fast ausschließlich mediterraner Herkunft waren, wird sich ihre Einbürgerung in dem von den klimatischen Bedingungen ähnlich gestalteten Gebiet relativ leicht vollzogen haben.

Tab. 2: Kulturpflanzen europäisch-westasiatischer Herkunft (Im 16. Jhd. von Spanien nach Peru importiert)

Tab. 2: Crops of Europe and Western Asia, in the 16th century imported from Spain to Peru

Art	Deutscher Name	Spanischer Name	Zeit der Einführung ³
-----	----------------	-----------------	----------------------------------

3 weitgehend nach SOUKUP (o. J.)

Getreide

Hordeum vulgare	Gerste	Cebada	~1540
Triticum aestivum	Weizen	Trigo	~1540

Hülsenfrüchte

Cicer arietinum	Kichererbse	Garbanzo	~1540
Pisum sativum	Erbse	Arveja	~1540
Vicia faba	Ackerbohne	Haba	~1540

Ölpflanzen

Olea europaea	Ölbaum	Olivo	~1560
Allium cepa	Küchenzwiebel	Cebolla	~1540
Allium sativum	Knoblauch	Ajo	~1540
Asparagus officinalis	Spargel	Espárrago	~1550
Brassica oleracea	Kohl (Sorten)	Col etc.	~1550
Daucus carota	Möhre	Zanahoria	~1540
Lactuca sativa	Gartensalat	Lechuga	~1540
Raphanus sativus	Rettich	Rábano	~1540
Spinacia oleracea	Spinat	Espinaca	~1560

Obstpflanzen

Armeniaca vulgaris	Aprikose	Albaricoque	~1600
Cydonia oblonga	Quitte	Membrillo	~1550
Ficus carica	Feige	Higuera	~1540
Malus domestica	Apfel	Manzano	~1550
Punica granatum	Granatapfel	Granado	~1550
Pyrus communis	Birne	Pero	~1550?
Vitis vinifera	Wein	Vid	~1550

Arznei und Gewürzpflanzen

Brassica nigra	Schwarzer Senf	Mostaza negra	~1540
Melissa officinalis	Zitronenmelisse	Toronjil	~1570
Mentha spicata	Grüne Minze	Hierba buena	~1540
Pimpinella anisum	Anis	Aniz	~1550
Rosmarinus officinalis	Rosmarin	Romero	~1580
Ruta graveolens	Weinraute	Ruda	~1540

Futterpflanzen

Medicago sativa	Luzerne	Alfalfa	~1550
-----------------	---------	---------	-------

Faserpflanzen

Linum usitatissimum	Lein	Lino	~1560
---------------------	------	------	-------

Von der hier gegebenen Zusammenstellung (Tab. 3), die insgesamt 57 Arten enthält, sind alle in Spanien beheimatet. Die meisten von ihnen besiedeln in Europa oder in Europa und Westasien die meridionale bis temperate Zone und sind ozeanisch verbreitet, z. B. *Silene gallica*, *Fumaria capreolata*, *Sisymbrium irio*, *Medicago nigra*, *Erodium moschatum*, *Torilis nodosa*, *Stachys arvensis*.

Weitverbreitete Arten treten in den im Mittelmeergebiet vorkommenden geographischen Rassen auf, z. B. *Plantago major*, *Sonchus oleraceus*, *Anagallis arvensis*.

Als subkontinental verbreitete eingestufte Arten (MEUSEL et al. 1965), wie *Chenopodium murale*,

Sisymbrium orientale und *Melilotus indica* gehören auch in Spanien zu den häufigen Unkrautarten.

Bereits RUIZ, PAVON und DOMBEY, die ab 1778 zehn Jahre in Peru und Chile in königlichem Auftrag die Flora studierten, nahmen einige der inzwischen eingebürgerten Unkräuter in ihre Sammlungen auf, obwohl sie grundsätzlich nicht in Feldkulturen oder auf Ruderalplätzen sammelten. Bei ihnen finden sich *Cerastium glomeratum*, *Silene gallica*, *Chenopodium murale*, *Erodium cicutarium*, *E. malacoides*, *E. moschatum*, *Centunculus minimus*, *Medicago nigra*, *Melilotus indica*, *Fumaria capreolata*, *Lolium temulentum*, *Poa annua* und *Setaria verticillata*⁴.

Leider hat auch WEBERBAUER, der in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts die Erforschung der Flora Perus verdienstvoll vorantrieb (WEBERBAUER 1945) den Ackerwildkräutern kein Augenmerk gewidmet. So sind uns die Daten des ersten Auftretens bestimmter Unkräuter nicht bekannt. Daß der Prozeß der Einschleppung noch heute anhält, beweisen Neufunde für die peruanische Flora (GUTTE et al. 1986, MÜLLER et al. 1981).

Einige Arten, die heute in Peru - und auch in anderen Teilen des andischen Südamerika - häufig vorkommen, sind offensichtlich aus ehemaligen Kulturen ausgewichen. So ist *Brassica rapa* - in den peruanischen Floren und Herbarien als *B. campestris* geführt - eines der häufigsten Unkräuter in Maisfeldern und Hackfrüchten und entlang der Straßengräben von der Küste bis zu mehr als 4 000 m ü. M. zu finden.

Brassica nigra - in den ersten Jahren der Conquista eingeführt - vermehrte sich so stark, daß bereits COBO (1653) von den Bauern hörte, daß sie eine große Summe Geldes geben würden, wenn man sie wieder wegschaffen könnte.

Raphanus sativus tritt in einer violett blühenden Sippe als Unkraut vor allem in der Sierra in Erscheinung und *Avena sterilis* entstammt sicherlich den früher häufigeren Haferkulturen. Das Vorkommen der Unkräuter europäischer Herkunft ist auch ein wichtiges Argument in der Begründung der Florenscheide zwischen der tropischen und austrosubtropischen Florenzone im Norden Perus. Während die in Tabelle 3 zusammengefaßten Unkräuter im Küstenbereich Süd- und Mittelperus vorkommen, machen sie nördlich davon typischen Tropenunkräutern neotropischer Herkunft Platz.

Tab. 3: Verbreitung von Segetal-Unkräutern europäischer Herkunft in Peru (Zusammenstellung nach MÜLLER ET AL. (1977) und eigenen Aufzeichnungen 1978-1988)

(+ = selten, ++ = zerstreut, +++ = verbreitet)

Tab. 3: Distribution of weeds of European origin in Peru (+ = rare, ++ = scattered, +++ = common)

Art	Costa	Sierra	Loma
Apiaceae			
<i>Torilis nodosa</i> (L.) Gaertn.			++
Asteraceae			
<i>Senecio vulgaris</i> L.	+	++	+
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	++	+	
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	+++	+++	+++
<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.	+	++	
Brassicaceae			

4 Für die Unterstützung bei der Durchsicht der Sammlungen sage ich dem Herbarium am Königlichen Botanischen Garten in Madrid herzlichen Dank.

<i>Brassica nigra</i> (L.) Koch	+	++	
<i>Brassica rapa</i> L.	+	+++	
<i>Brassica tournefortii</i> Gouan			+
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Med.	+	++	++
<i>Diplotaxis muralis</i> (L.) DC.		++	
<i>Raphanus sativus</i> L.	+	+++	
<i>Rapistrum rugosum</i> (L.) All.		+	
<i>Sisymbrium irio</i> L.	++		+
<i>Sisymbrium orientale</i> L.	++	++	+
<i>Thlaspi arvense</i> L.	+	+	
Caryophyllaceae			
<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.			++
<i>Sagina ciliata</i> Fries			+
<i>Silene gallica</i> L.	+	+	+
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	++	++	++
Chenopodiaceae			
<i>Chenopodium album</i> L.	++	+	
<i>Chenopodium murale</i> L.	+++	+++	++
Convolvulaceae			
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	+	+	
Euphorbiaceae			
<i>Euphorbia peplus</i> L.	++		++
Fabaceae			
<i>Medicago lupulina</i> L.	++	+++	
<i>Medicago nigra</i> (L.) Krock.	++	+++	++
<i>Melilotus indica</i> (L.) All.	+++	+++	++
Fumariaceae			
<i>Fumaria agraria</i> Lag.			+
<i>Fumaria capreolata</i> L.	+++	+	++
<i>Fumaria densiflora</i> DC.	+		
<i>Fumaria parviflora</i> Lam.	++		++

(Forts. Tab. 3:)

Art	Costa	Sierra	Loma
Geraniaceae			
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Her.	+	+++	++
<i>Erodium malacoides</i> (L.) Willd.	+	++	+
<i>Erodium moschatum</i> (L.) L'Her.	++	++	+++
Lamiaceae			
<i>Lamium amplexicaule</i> L.		+	
<i>Marrubium vulgare</i> L.	+	++	+
<i>Stachys arvensis</i> L.	++	+	+
Malvaceae			
<i>Malva parviflora</i> L.	+++	+++	
Plantaginaceae			
<i>Plantago major</i> L.	+++	+++	
Poaceae			
<i>Avena sterilis</i> L.	+	++	+

Europäische Kulturpflanzen und ihre Unkräuter in Peru

Briza minor L.				+
Digitaria sanguinalis (L.) Scop.	+++		+	
Lamarckia aurea (L.) Moench				+
Lophochloa cristata (L.) Hyl.				+
Poa annua L.	++		+++	++
Poa infirma HBK.				+
Setaria verticillata (L.) PB.	+++		+	+
Polygonaceae				
Emex spinosa (L.) Campd.				+
Rumex acetosella L.			++	
Rumex crispus L.	+++		++	+
Rumex obtusifolius L.	+		+++	
Primulaceae				
Anagallis arvensis L.	++		+++	+++
Ranunculaceae				
Ranunculus muricatus L.				++
Rubiaceae				
Galium aparine L.	+		+	+
Sherardia arvensis L.			++	
Scrophulariaceae				
Veronica arvensis L.			+	
Veronica persica Poir.	++		+++	+++
Urticaceae				
Urtica urens L.	++		++	+

7 Die Einschleppung von Unkräutern in die natürliche Vegetation

Ein spektakuläres Beispiel für das Eindringen von Ackerwildkräutern in die natürliche Vegetation stellt ihr Auftreten in der nebelbedingten Loma-Vegetation dar. In unserer Tabelle 3 sind es 37 Arten, die in den verschiedenen Gesellschaften der Loma-Vegetation vorkommen (MÜLLER 1988). Dabei ist die Verteilung auf die einzelnen Gesellschaften unterschiedlich, und sie spiegelt die differenzierten Wuchsbedingungen wider.

In der oberen Loma, die die üppigste Vegetation trägt, weil die Nebelniederschläge am höchsten sind, sind z. T. riesige Bestände von *Anagallis arvensis* - vorwiegend die blau blühende *ssp. latifolia* (L.) Arc. -, *Veronica persica* und *Medicago nigra* ausgebildet. *Sonchus oleraceus* ist die einzige Art, die auch in der trockeneren Randzone vorkommt (Tab. 4).

Emex spinosa und *Fumaria agraria* sind Beispiele für erst junge Einschleppungen von Ackerwildpflanzen. *Fumaria agraria* wurde erstmals 1939, *Emex spinosa* 1942 in Atocongo bei Lima gesammelt. Während unserer fast 20jährigen Beobachtungen des Standortes konnten wir insbesondere bei der durch Weidetiere mit ihren Hufen verschleppten *Emex spinosa* eine rasante Ausbreitung feststellen (GUTTE et al. 1986).

Die zahlreichen Lomagebiete an der Küste Perus - von uns wurden 28 voneinander isolierte Gebiete unterschieden - sind von den europäischen Adventiven ungleichmäßig besiedelt. Generell kann gesagt werden, daß, je länger eine Art eingebürgert ist, desto mehr Lomagebiete besiedelt werden. So sind die von RUIZ und PAVON Ende des 18. Jahrhunderts schon festgestellten

Erodium-Arten in 6 - 9 Lomagebieten vorhanden, die an sich mit gleich starker Ausbreitungstendenz ausgestattet, aber offenbar später eingeschleppten *Anagallis arvensis* und *Veronica persica* nur in 3 bzw. 4 Gebieten.

Tab. 4: Stetigkeit und Artmächtigkeitsspanne einiger Adventivarten in der Loma-Vegetation Zentralperus (aus MÜLLER 1988)

Tab. 4: Constance and abundance of some adventicious plants in the Loma vegetation of central Peru

Arten	A		B		C		D		E	
Sonchus oleraceus	I	+	II	r-+	IV	r-+	V	+2	IV	5-+
Medicago nigra			I	r	III	+2	V	+4		
Erodium moschatum			III	r-+	V	r-3	II	+3	I	1
Erodium cicutarium			III	r-2	IV	r-2	I	+		
Erodium malacoides			III	r-+	II	r-2	I	r-+	II	r-2
Emex spinosa			I	r	I	r-3			II	+
Veronica persica							V	r-2		
Anagallis arvensis					I	+	V	r-4		
Torilis nodosa							VI	r-2		
Lophochloa cristata							VI	+2		
Poa annua					I	+	IV	+3		
Euphorbia peplus					I	r-1	II	+1		
Chenopodium murale					I	r			V	+2
Sisymbrium irio									IV	r-+
Urtica urens									III	r-2
Capsella b.-pastoris							I	+		

A = Ephemerenv egetation der äußeren Loma-Randzone

B = Ephemerenv egetation der inneren Loma-Randzone

C = V egetation grund- und hangwasserbeeinflußter Standorte der Loma

D = V egetation der höchsten Lagen der Loma

E = V egetation überdüngter Standorte (Viehläger, stark beweidete Flächen)

8 Literatur

- ENGEL, F. (1964): El precerámico sin algodón en la costa del Perú. Actas y Memorias del XXXV Congreso Internacional de Americanistas, Vol. 3: 141-152. México.
- GOOD, R. (1974): The geography of flowering plants. 4th ed., London.
- GUTTE, P. (1978): Beitrag zur Kenntnis zentralperuanischer Pflanzengesellschaften. 1. Ruderalpflanzengesellschaften von Lima und Huanuco. Feddes Repert. 89: 75-97.
- GUTTE, P.; G. K. MÜLLER und C. MÜLLER (1986): Neufunde für die peruanische Flora und Wiederfunde seltener Arten: Ranunculaceae bis Primulaceae. Beiträge z. Flora v. Peru 3, Willdenowia 16: 187-201.
- KAUFFMANN DOIG, F. (1971): Arqueología peruana. Ed. Peisa. Lima.
- LUMBRERAS, L. G. (1969): De los pueblos, las culturas y las artes del antiguo Peru. Moncloa editores, 1a ed., Lima.
- MEUSEL, H., E. J. JÄGER, und E. WEINERT (1965): Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Bd. 1. Fischer, Jena.
- MÜLLER, C.; G. K. MÜLLER und P. GUTTE (1981): Neufunde für die peruanische Flora: Gramineae, Cyperaceae. Beiträge z. Flora v. Peru, 1-2. Willdenowia 11: 333-341.
- MÜLLER, G. K. (1985a): Zur floristischen Analyse der peruanischen Loma-Vegetation. Flora 176: 153-165.
- MÜLLER, G. K. (1985b): Die Pflanzengesellschaften der Loma-Gebiete Zentralperus. Wiss. Z. KMU Leipzig, Math.-Nat. R. 34: 317-356.
- MÜLLER, G. K. (1988): Anthropogene Veränderungen der Loma-Vegetation Perus. Flora 180: 37-40.
- MÜLLER, G. K. und C. MÜLLER (1985): Beitrag zur Kenntnis der Unkräuter in den Zuckerrohrkulturen der Küstenregion Nordperus (Dpt. La Libertad und Lambayeque). Wiss. Z. KMU Leipzig, Math.-Nat. R. 34: 430-436.
- MÜLLER, G. K.; C. MÜLLER, P. GUTTE und G. GUTTE (1977): Untersuchungen zur Unkrautvegetation Perus. Beitr. trop. Landwirtsch. Vetmed. 15: 257-283.
- SOUKUP, J. (o. J.): Vocabulario de los nombres vulgares de la flora peruana y catálogo de los generos. Ed. Salesiana, Lima.
- WEBERBAUER, A. (1945): El mundo vegetal de los Andes peruanos. Ministerio de Agricultura, Lima.

Evolutionary relationships of wild and cultivated potatoes

Evolutionsbeziehungen von wilden und kultivierten Kartoffeln

J. G. HAWKES ¹

Zusammenfassung

In einer Übersicht werden die wahrscheinlichen Evolutionswege der Kulturkartoffeln aufgrund der Ergebnisse von Kreuzungsexperimenten, cytologischen, immunologischen und molekularen Untersuchungen mit Bezug auf die taxonomischen Verhältnisse nachgezeichnet.

Summary

The evolution of cultivated potatoes is reviewed discussing the taxonomic background as well as the evidences given by the results of hybridisation experiments, hybrid viability, cytological, immunological, and molecular investigations.

1 Introduction

It is well known that the potato is a New World crop and did not arrive in Europe (Spain) until the 16th century. We have evidence that it was brought to continental Europe by about 1570 (HAWKES & FRANCISCO-ORTEGA 1992) and to the Canary Islands about 1562 (HAWKES & FRANCISCO-ORTEGA 1993). It was first recorded in what is now Colombia in 1537 (HAWKES 1967), and it may have been seen in Peru earlier, but we have no evidence for this. Subsequent to the introduction of the potato into Europe it took some time to become a field crop, owing to its physiological adaptation to tuber formation under the 12-hour day conditions of the Andean mountains. We have data on this from the Seville Hospital records in which nearly all purchases of potatoes in the markets were made in December to January (loc. cit 1992). Thus, to begin with the early European potato was unable to start forming tubers in the summer and needed to wait until the short days of September, which meant that the yields were not ready until December. Since frosts would have killed the plants from September onwards in central to northern Europe it could thus be cultivated only in the frost-free zones of southern Europe. For this reason our first evidence of potato cultivation comes from southern Spain and the Canary Islands where frosts hardly occur. Later, it was introduced into Italy, but it did not adapt to northern European climates

¹ The University of Birmingham
School of Continuing Studies
Edgbaston, Birmingham B15 2TT
England

until selection for day-neutral seedlings had been attained by the end of the 18th century (HAWKES 1994). Of course the herbalists such as CLUSIUS, BAUHIN and GERARD were able to grow the potato as specimen plants under sheltered conditions. In North America potatoes were completely unknown until they were received from Bermuda in 1721, having been sent there from England in 1613. Turning now to the evolution of the cultivated and wild potatoes we are faced with a complex evolutionary history. It is a crop with 228 related wild species and seven cultivated species; it thus probably possesses more related wild species than most other major crops. The related wild species are very widely distributed, spreading from the southern states of the USA southwards, through Mexico and Central America into the Andean mountains of Venezuela, Colombia, Ecuador, Peru, Bolivia, Argentina and Chile, whilst some species have migrated south-eastwards into Uruguay, Paraguay and southern Brazil. There are two concentrations of species diversity, one in southern Mexico and the other in the Andes of Peru, Bolivia and N.W. Argentina (see Figures 1 and 2).

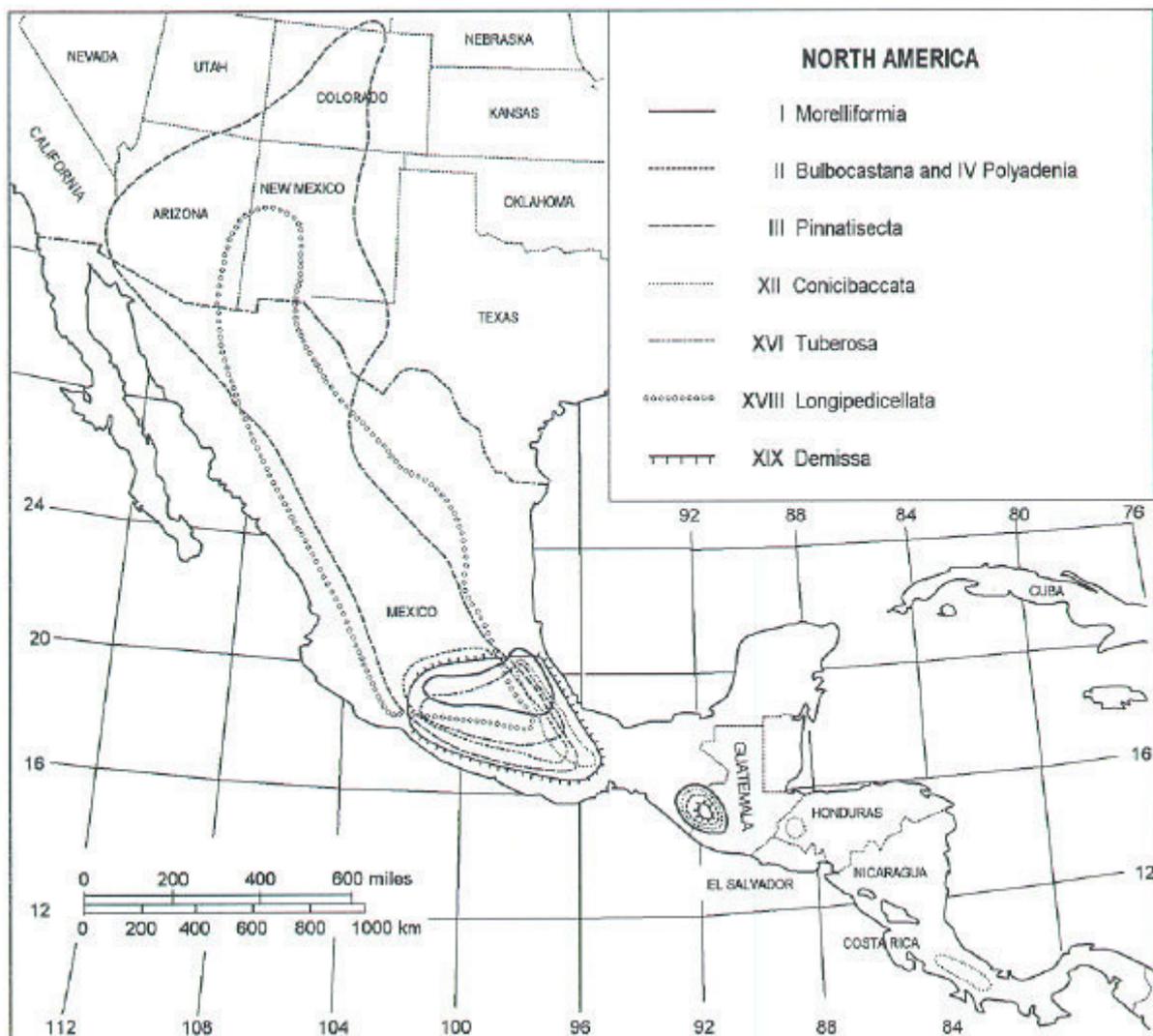


Fig. 1: Distribution of wild potato species in U.S.A., Mexico and Central America (adapted from HAWKES 1990, fig. 1.4)

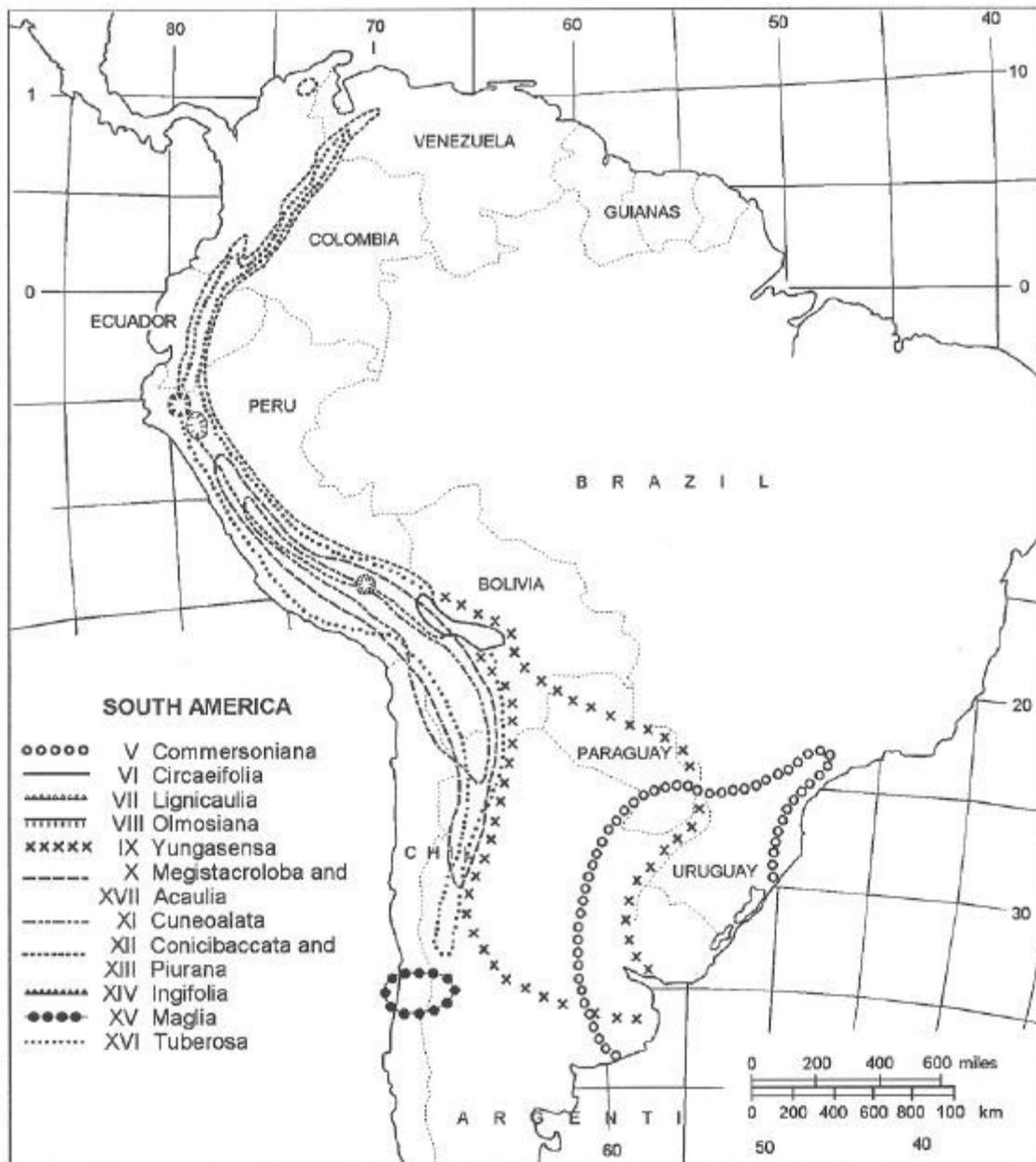


Fig. 2: Distribution of wild potato species in South America (adapted from HAWKES 1990, fig. 1.3)

Rather amazingly, different wild species have become adapted to a wide range of ecological conditions, from very cold to sub-tropical and from very humid to very dry, sub-desert conditions. They also possess, unlike cultivated potatoes, a wide range of resistance to various potato pests and diseases. These characters render them of considerable importance to potato breeders, added to which, germplasm transfer to the cultivated potato is generally possible, though sometimes with difficulty. Cultivated potatoes, on the other hand, were very restricted in their original distribution, and are nearly always adapted to regions from cool temperate to very cold upland climates in their original home (see Figures 3 and 4).



Fig. 3: Distribution of diploid cultivated potato species (HAWKES 1990, fig. 1.1)

They seem to have been domesticated many centuries ago, according to evidence from ceramics from the beginning of the Christian era, and from radiocarbon dating to at least 7 000 years before present (HAWKES 1990, 1994). It will be seen also that five species, out of the seven now recognized, occur in the Central Andes of southern Peru and northern Bolivia.

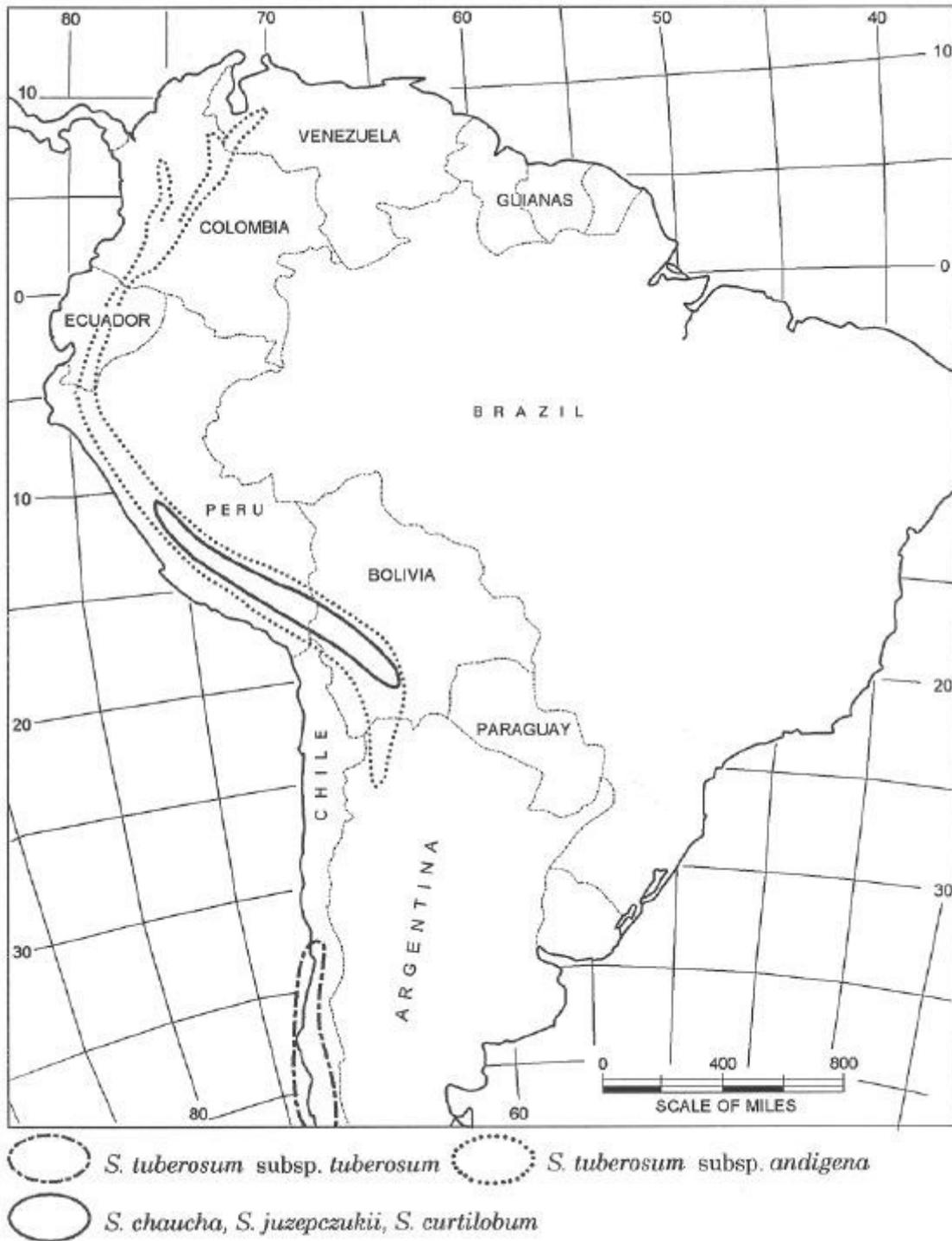


Fig. 4: Distribution of triploid, tetraploid and pentaploid cultivated potato species (HAWKES 1990, fig. 1.2)

Finally, the hybrid nature of the triploid cultigen *S. chaucha* was also investigated and found to be a cross of *S. tuberosum* subsp. *andigena* x *S. stenotomum* (JACKSON et al. 1977, 1978; Figure 7).

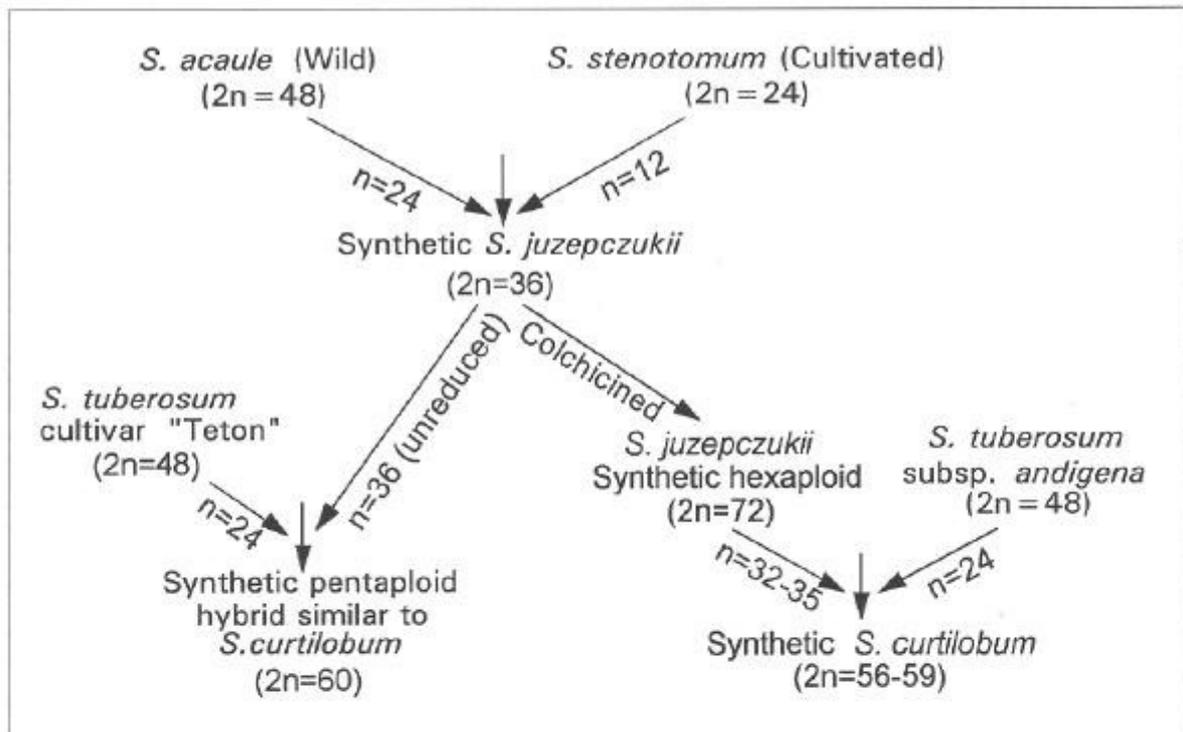


Fig. 6: Stages in the artificial synthesis of *Solanum juzepczukii* and *S. curtilobum* (HAWKES 1962, fig. 1)

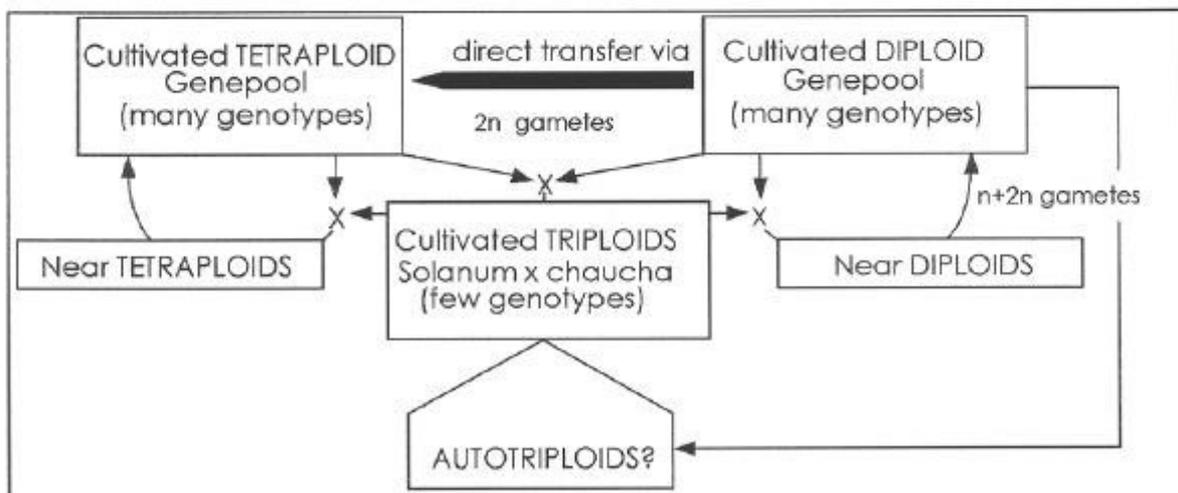


Fig. 7: The origin of the triploid species *S. chaucha* and *S. juzepczukii* (JACKSON et al. 1978, fig. 1)

Most of this evidence for potato evolution under domestication has developed from collaborative work with my former students whose work I acknowledge here. I have not yet spoken of the evolution of *S. tuberosum* itself, the only cultivated potato that was brought to Europe and that later spread throughout the world. It has been divided taxonomically into two subspecies, namely, the more primitive-looking subsp. *andigena* in the Andes and the slightly more advanced subsp. *tuberosum* from Chile and Europe. Although there is good evidence that the first European potatoes were subsp. *andigena*, a process of semi-natural selection seems to have converted it later into subsp. *tuberosum*, which could spread into northern Europe and which is the material that LINNAEUS saw and described in 1753.

It would seem probable, though we have no concrete evidence for it, that the most "primitive" of the cultivated species is *S. stenotomum*, having in mind its rather close morphological similarities to the wild Bolivian species, *S. leptophyes* and the Peruvian wild species *S. canasense*.

This latter species links very closely to *S. tuberosum* subsp. *andigena* and to *S. stenotomum* in DEBENER et al. unrooted phylogenetic tree (DEBENER et al. 1990; see Figure 8). It must be admitted, however, that BONIERBALE et al. (1990) link the cultivated species to *S. bukasovii* from Central Peru, (Figure 9) but she did not include *S. canasense* or *S. leptophyes* materials in her studies and therefore we cannot take this evidence as definite.

The origin of the tetraploid species, *S. tuberosum*, is assumed to have been either through chromosome doubling of an already diploid cultivated species such as *S. stenotomum*, or by a diploid by diploid cross with chromosome doubling. The likely candidates here are *S. stenotomum* and the common weed species in N. Bolivia and S. Peru, *S. sparsipilum*. This was verified by my student PHILIP CRIBB (see CRIBB & HAWKES 1986; Fig. 10). His artificial tetraploid hybrids between *S. stenotomum* and *S. sparsipilum* were completely indistinguishable from subsp. *andigena* itself. Unfortunately this material has now been lost, since my retirement in 1982, but it would be interesting to re-create it and verify the hypothesis by the now well-known molecular techniques, which hardly existed when the original work was done.

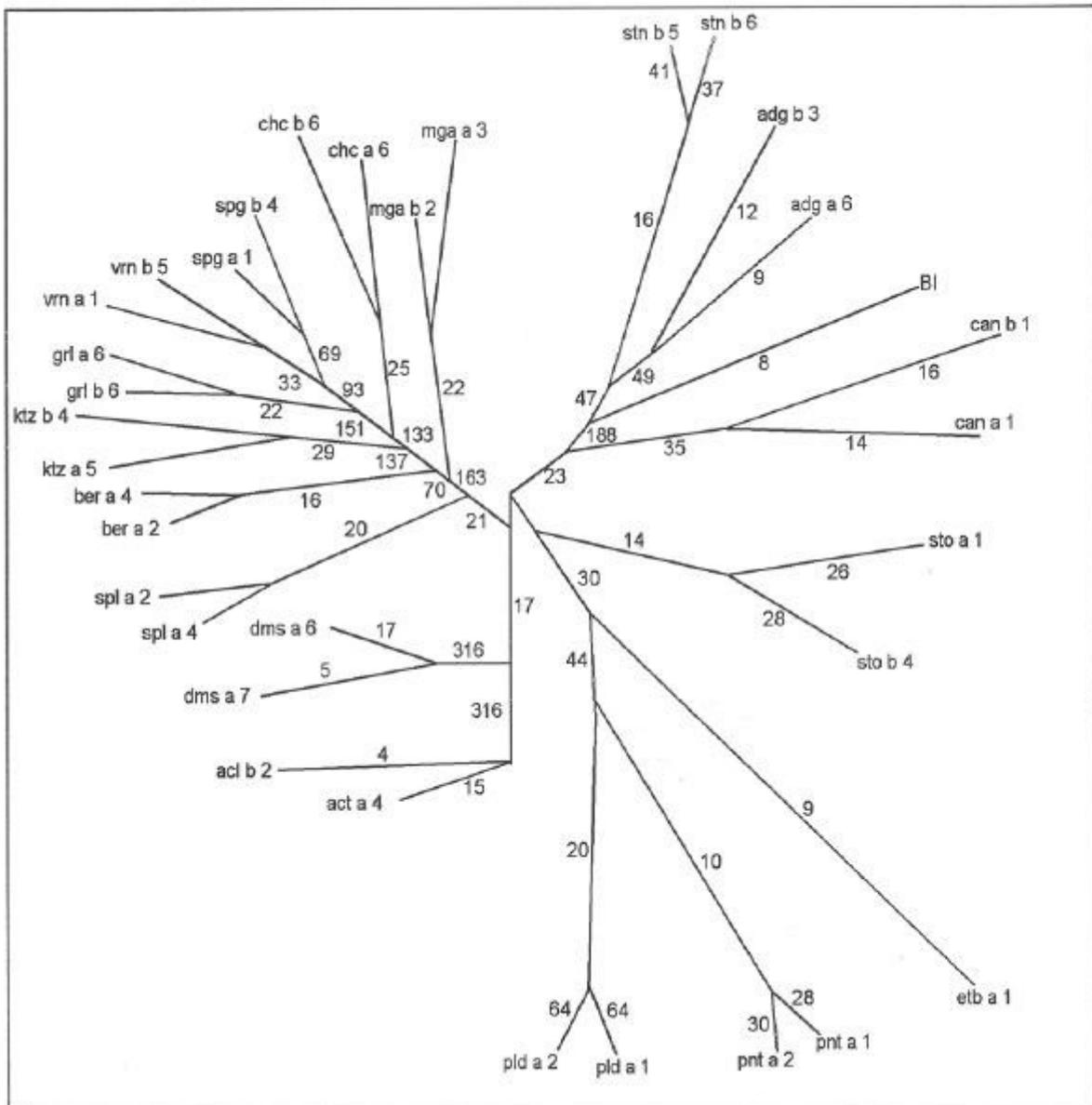


Fig. 8: Unrooted phylogenetic tree for certain wild and cultivated potato species (DEBENER et al. 1990, fig. 5)

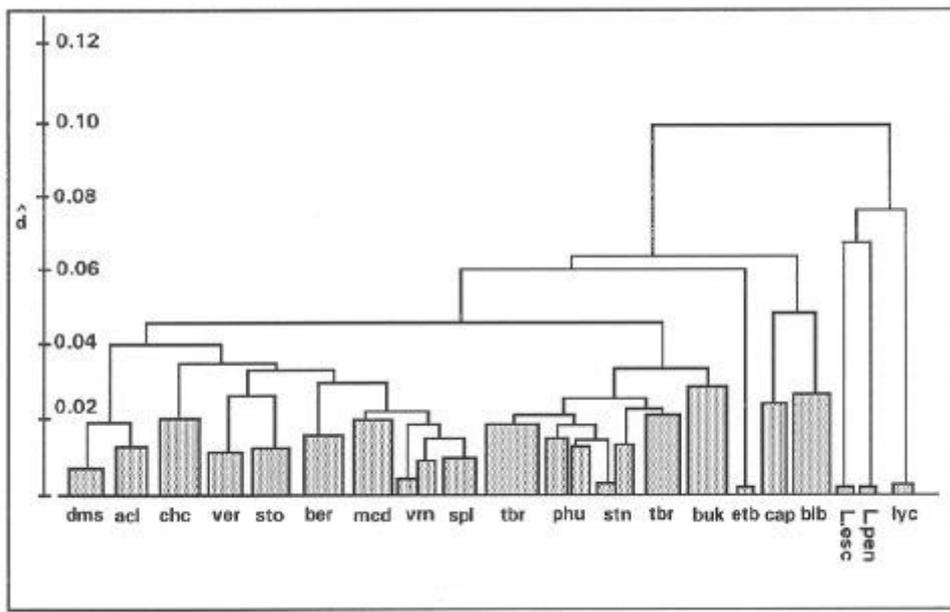


Fig. 9: Estimate of genetic distance (vertical axis) among 18 *Solanum* and two *Lycopersicon* species (adapted from BONIERBALE et al. 1990, fig. 2.3)

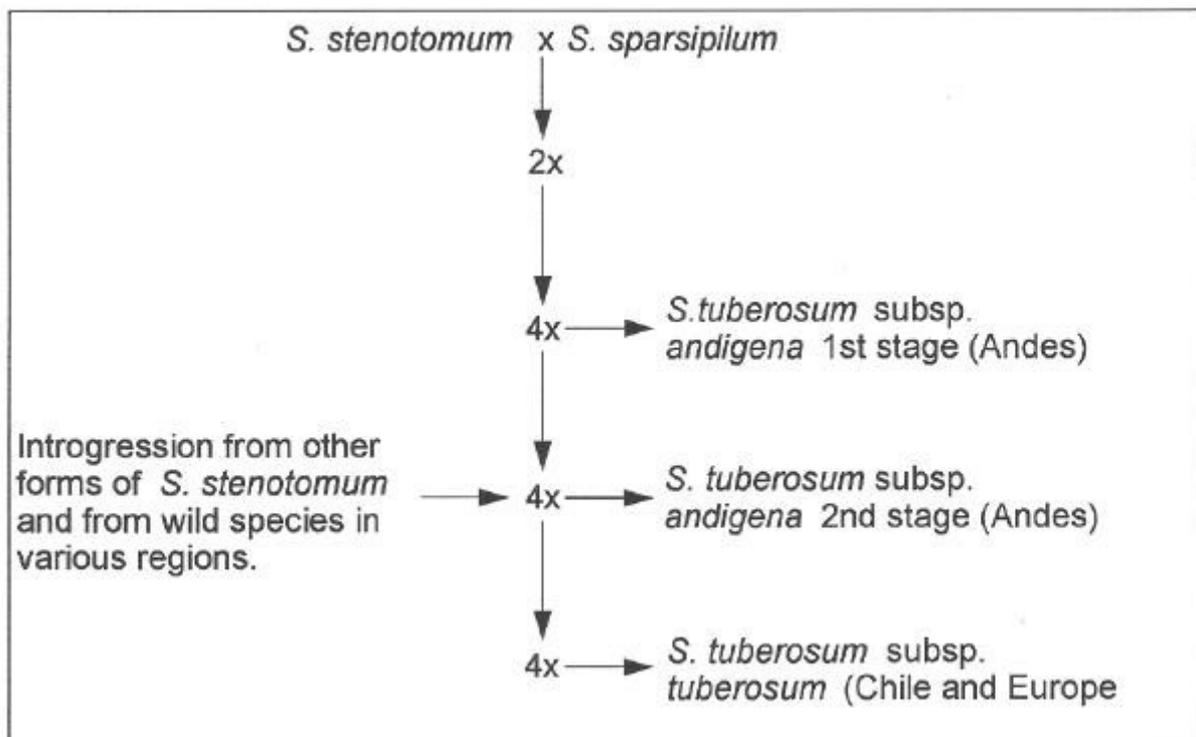


Fig. 10: Mode of origin of the tetraploid cultivated potato *S. tuberosum* ssp. *tuberosum* ssp. *andigena* (CRIBB & HAWKES 1986, fig. 27.6)

3 The evolution of wild potatoes

This is a much bigger problem to solve than that of the cultivated potatoes, because the wild species are undoubtedly much older and are far more widely spread. To comprehend their complexity they have been grouped into 19 Series, plus two additional non-tuber-bearing groups (Table 1; HAWKES 1990). Of these two non-tuber-bearing groups, *Etuberosa* is closer to potatoes than the other and can occasionally be crossed with them. On the other hand, Series *Juglandifolia* is much closer to tomatoes (*Lycopersicon*).

Tab. 1: Classification of potato species and their allies (HAWKES 1990, table 6.1)

Genus: *Solanum* L.

Subgenus: Potatoe (G. Don) D'Arcy

Section: *Petota* Dumortier

Subsection: *Estolonifera* Hawkes

Series I: *Etuberosa* Juzepczuk

Series II: *Juglandifolia* (Rydb.) Hawkes

Subsection: Potatoe G. Don

Superseries: *Stellata* Hawkes

Series I: *Morelliformia* Hawkes

Series II: *Bulbocastana* (Rydb.) Hawkes

Series III: *Pinnatisecta* (Rydb.) Hawkes

Series IV: *Polyadenia* Bukasov ex Correll

Series V: *Commersoniana* Bukasov

Series VI: *Circaeifolia* Hawkes

Series VII: *Lignicaulia* Hawkes

Series VIII: *Olmosiana* Ochoa

Series IX: *Yungasensa* Correll

Superseries: *Rotata* Hawkes

Series X: *Megistacroloba* Cárđ. et Hawkes

Series XI: *Cuneolata* Hawkes

Series XII: *Conicibaccata* Bitter

Series XIII: *Piurana* Hawkes

Series XIV: *Ingifolia* Ochoa

Series XV: *Maglia* Bitter

Series XVI: *Tuberosa* (Rydb.) Hawkes

Series XVII: *Acaulia* Juzepczuk

Series XVIII: *Longipedicellata* Bukasov

Series XIX: *Demissa* Bukasov

The classification into Series is based mainly on corolla shape, fruit shape, leaf shape and dissection, leaf pubescence type, anther form and stigma form. Cytologically, potatoes and many other Solanaceae possess a base number of 12. Most species are diploid, as tables 2 and 3 indicate. It will be seen that the vast majority (73%) are diploid, but 15% are tetraploid. There has been a development of tetraploidy in Series *Acaulia* and *Longipedicellata*, whilst most *Demissa* species are hexaploid. Triploids and pentaploids are hybridogenic and reproduce asexually only. How are all these species related and how have they evolved? The answer to this question is that in most cases we are not certain, except for the triploids and pentaploids where we generally know what are the original parents. Apart from *S. tuberosum* all the other tetraploids and all the hexaploids behave as allopolyploids. The problem is, however, that we are not at all certain as to their original parents, and this may well be due to the fact that the original hybrids were formed tens (or even hundreds) of thousand years ago, and thus, either the original diploid parents may no longer exist or they have changed so much that they are no longer recognizable as such. Even though cytologists have found $2n$ (or unreduced) gametes in nearly every potato species examined (DEN NIJS & PELOQUIN 1977a, b), the amounts of triploids and tetraploids are relatively rare.

Where we do find tetraploids as in Series *Conicibaccata*, *Piurana*, *Acaulia* and *Longipedicellata*, they are all disomic tetraploids, with regular bivalent pairing. An additional complication is that a few species possess two or more cytotypes that are practically indistinguishable morphologically. Thus, *S. gourlayi* possesses diploid and tetraploid cytotypes, whilst *S. oplocense* is even more surprising since it possesses (alone among all the other species) diploid, tetraploid and hexaploid cytotypes, all with regular bivalent pairing. We have absolutely no idea why this rare phenomenon should take place in one small area in South America (S. Bolivia; N. Argentina), and nowhere else.

4 Cytological evidence

Analyses of chromosome pairing at meiosis in species hybrids have been undertaken by several workers, and in particular by MATSUBAYASHI and colleagues in Japan (1955, 1961, 1962, 1977, 1979, 1981, 1982, 1983, 1991). He and his co-workers postulated genome formulae of AA for diploid Series *Tuberosa*, AAA^aA^a for tetraploid Series *Acaulia*, A^cA^c for Series *Cuneoalata* and A^mA^m for Series *Megistacroloba*. For the cultivated species *S. chaucha* AAA^t , *S. ajanhuiri* AA^m , *S. juzepczukii* AAA^a , for *S. tuberosum* AAA^tA^t , and finally for *S. curtilobum* $AAAA^cA^t$. These cultivated species will be discussed later. The Mexican tetraploids in Series *Longipedicallata* were given an AABB formula, whilst the hexaploid *S. demissum* was given the formula A^dA^d,C_1C_1,C_2C_2 , the origin of the C genome being unknown. This differs from MARKS' (1955) concept of AA BB B¹B¹ in *S. demissum* (or B² to B⁴ in other hexaploid species). Much other cytological work has been carried out in the past (e.g. LOPEZ on Series *Conicibaccata*) but it is difficult to draw hard and fast conclusions in many instances. A more detailed account is given in HAWKES (1990, pp. 42-45).

Tab. 2: Numbers of wild and cultivated potato species in each of the taxonomic series, grouped by ploidy level (excluding series *Etuberosa* and *Juglandifolia*) (HAWKES 1990, table 4.2)

		Number of species				
		2x	3x	4x	5x	6x
I	<i>Morelliformia</i>	1				
II	<i>Bulbocastana</i>	2				
III	<i>Pinnatisecta</i>	9				
IV	<i>Polyadenia</i>	2				
V	<i>Commersoniana</i>	1				
VI	<i>Circaeifolia</i>	3				
VII	<i>Lignicaulia</i>	1				
VIII	<i>Olmosiana</i>	1				
IX	<i>Yungasensa</i>	7				
X	<i>Megistacroloba</i>	8				
XI	<i>Cuneoalata</i>	2				
XII	<i>Conicibaccata</i>	12	11		2	
XIII	<i>Piurana</i>	9	1			
XIV	<i>Ingifolia</i>	1				
XV	<i>Maglia</i>	1				
XVI	<i>Tuberosa</i> (wild)	66	2	7		1
XVI	<i>Tuberosa</i> (cultivated)	3	2	1	1	
XVII	<i>Acaulia</i>		2	1		1
XVIII	<i>Longipedicellata</i>		1	6		
XIX	<i>Demissa</i>				2	6
		129	7	27	3	10

Tab. 3: Number and percentages of wild and cultivated potato species at various ploidy levels (HAWKES 1990, table 4.1)

Ploidy level	Numbers	Percentage
2x	129	73
3x	7	4
4x	27	15
5x	3	2
6x	10	6
Total	176	

Notes:

- (1) Series *Etuberosa* and *Juglandifolia* are not included.
- (2) Chromosome numbers not available for all species, since some are known as herbarium specimens only.
- (3) Triploid and pentaploid cytotypes of normally diploid and tetraploid species respectively are not included.
- (4) Species with two or more cytotypes (*S. gourlayi*, *S. oplocense*) are counted for every cytotype.

5 Analysis of hybrid viability

Practically all F_1 hybrids between diploid South American wild potato species are fertile and possess good growth and fertility (but see EBN work later). This has drawn some authors to the conclusion that they are not distinct species at all. Those who have collected them in their natural habitats and cultivated them experimentally would disagree, though believing them to be fairly closely related. F_2 hybrid analyses (see HAWKES 1990 for references) between distinct species show aberrant plants ranging from seedlings that hardly appear above the soil surface or die at an early stage, or are dwarf and unthrifty, right through to those that form flower and berries. HAWKES (1966) considered it likely that the adaptive complexes of the two hybridized species when split up and segregated in the F_2 generation could not replace each other because their genetic architecture was too distinct. Other species, such as those diploid cultivated ones *S. yabari* and *S. churuspai*, once thought to be distinct but now included under *S. stenotomum* showed no F_2 genetic breakdown (see HAWKES 1990, pp. 46-47 for a more detailed discussion).

Another curious phenomenon with potatoes is the so-called "endosperm balance number" EBN hypothesis (HANNEMAN 1985; JOHNSTON & HANNEMAN 1980a, b; HANNEMAN & BAMBERG 1986). The Mexican diploids (except *S. verrucosum*) could only be crossed with South American diploids if the chromosome number of the Mexican ones was doubled. The Mexican diploids were therefore assigned an EBN of 1 and most South American species an EBN of 2. The South American Series *Etuberosa* (non-tuber-bearing), *Lignicaulia*, *Circaeifolia* and *Commersoniana* also possessed an EBN of 1. Series *Acaulia* and *Longipedicellata* were given EBN numbers of 2, and the *Demissa* and other hexaploids were assigned an EBN of 4. EHLENFELDT & HANNEMAN (1984a, b) pointed out the predictive value of this hypothesis to breeders and HAWKES & JACKSON (1992) looked into the taxonomic and evolutionary relevance of this hypothesis (Tables 4 and 5). The Mexican diploids were considered to be the most primitive, which HAWKES (1988, 1990) had already postulated as the original ancestral stock of the tuber-bearing Solanums. From this source migration is assumed to have progressed southwards by means of an island arc leaving EBN 1 traces on the way (*Lignicaulia* in Peru; *Circaeifolia* in Bolivia; *Commersoniana* in S.E. Argentina, Uruguay, etc.; see Figures 11, 12). At some point in time the 2 EBN species were created (as *S. chacoense*) and migrated northwards again (Series *Tuberosa*, *Megistacroloba*, *Commersoniana*, etc.) finally arriving in Mexico, but being incapable of crossing with their 1 EBN ancestors. In South America it is assumed that the rather narrow-lobed stellate corolla of *S. chacoense* widened amongst the nearly related *Yungasensia*, and more so into the primitive *Rotata* (e.g. *Megistacroloba*) and finally the advanced *Rotata* species such as *S. tuberosum*, *S. acaule* and *S. demissum* (HAWKES 1988).

Tab. 4: Potato species grouped by endosperm balance number (EBN) and ploidy levels (based on HANNEMAN & BAMBERG 1986; CHAVEZ et al. 1988; adapted from HAWKES & JACKSON 1992, table 1)

Subsections	Superseries (corolla groups)	Series	Ploidy ¹	EBN	Geographical distribution	
Estolonifera		Etuberosa	2x	1	South America	
		Juglandifolia	2x	?		
Potatoe	Stellata (primitive)	Morelliformia	2x	1	Southwestern USA,	
		Bulbocastana	2x	1	Mexico,	
		Pinnatisecta	2x	1	Central America	
		Polyadenia	2x	1	"	
		Lignicaulia	2x	1	South America	
		Circaeifolia	2x	1	"	
		Commersoniana	2x	1	"	
		Olmosiana	2x	?	"	
		Stellata (advanced)	Yungasensa	2x	2	South America
		Rotata (primitive)	Cuneoalata	2x	2	Southern to central
	Megistacroloba		2x	2	regions of South	
	Southern forms of Tuberosa		2x, 4x, 6x	2, 4	America	
	Southern forms of Conicibaccata		2x	2	"	
	Rotata (advanced)		Piurana	2x, 4x	2	Central to northern
		Ingifolia	2x	?	regions of South	
		Acaulia	4x, 6x	2, 4	America	
		Central and north- ern forms of Tuberosa and Co- nicibaccata	2x, 4x, 6x	(1), 2, 4	"	
		Longipedicellata	4x	2	Southwestern USA,	
		Demissa	6x	4	Mexico, Central	
		Mexican forms of Conicibaccata	4x	2	America	

¹ Not including odd polyploid cytotypes found in some species.

Tab. 5: Taxonomic groupings of *Solanum* sect. *Petota*. Endosperm balance numbers (EBN) and geographical distribution (adapted from HAWKES & JACKSON 1992, table 2)

Geographical	1 EBN		2 EBN		4 EBN	
Distribution	2x		2x		4x	
	2x		4x		6x	
United States	Jamesii			fendleri		
Mexico	Brachistotrichum	verrucosum		agrimonifolium		brachycarpum
	Bulbocastanum			fendleri		demissum
	Cardiophyllum			hiertingii		guerreroense
	Jamesii			oxycarpum		hougasii
	Pinnatisectum			papita		iopetalum
	Trifidum			polytrichon		
				stoloniferum		
South America	Brevidens	abancavense		acaule	gourlavi (4x)	albicans
	Capsicibaccatum	amabile		colombianum	sucrense (?)	moscovanum
	Circaeifolium	acroglossum		sucrense (?)	andigena	oplocense (6x)
	Chancavense	ambosinum		tuquerrense	tuberosum	
	Commersonii	berthaultii				
	Etuberosum	boliviense				
	Fernandezianum	brevicaule				
	Lignicaule	bukasovii				
	mochiquense	canasense				
		chacoense				
		chomatophilum				
		gandarillasii				
		gourlavi (2x)				
		huancabambense				
		infundibuliforme				
		kurtzianum				
		laxissimum				
		leptophyes				
		marinasense				
		medians				
		megistacrolobum				
		microdontum				
		multidissectum				
		multiinterruptum				
		pampasense				
		pascoense				
		phureja				
		raphanifolium				
		sanctae-rosae				
		sogarandinum				
		sarsivilum				
		spagazzinii				
		stenotomum				
		tariense				
		venturii				
		viol.marmoratum				
		weberbaueri				

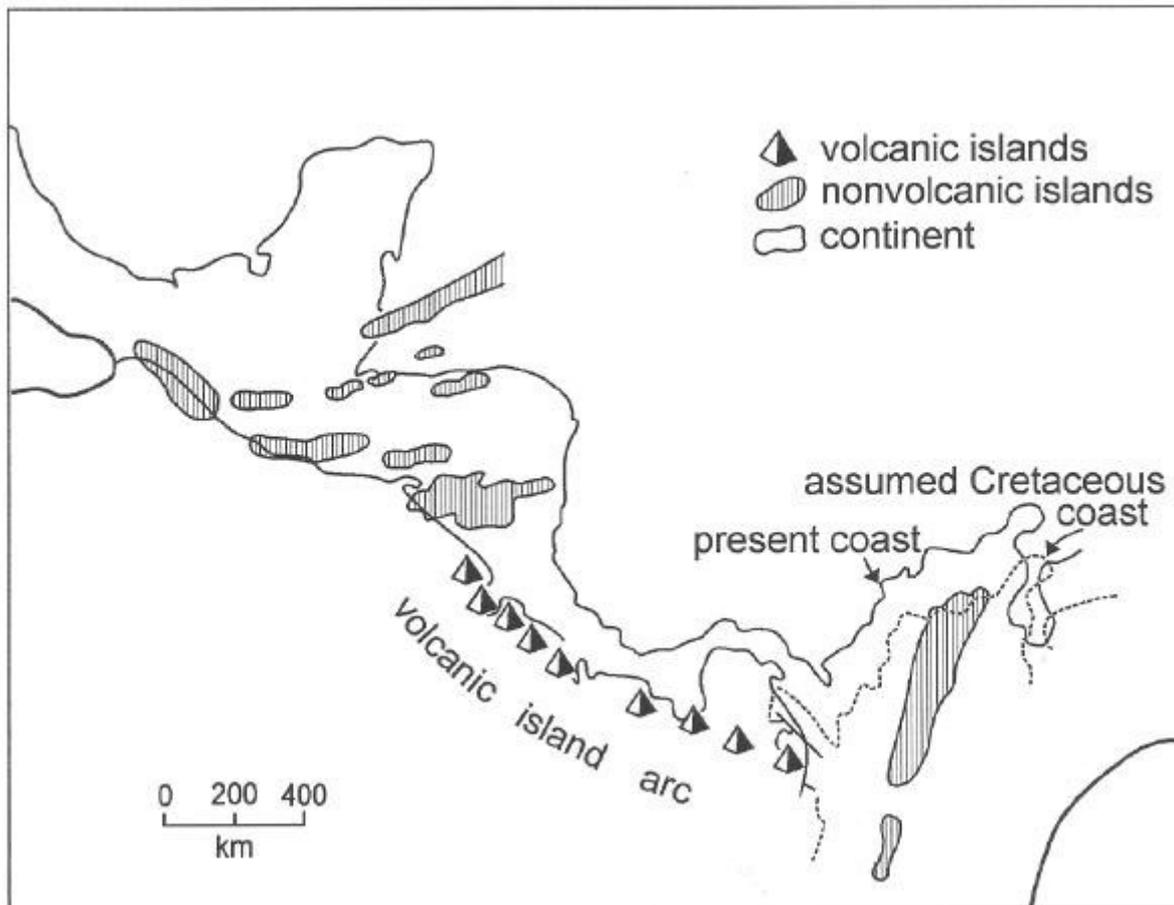


Fig. 11: Postulated late Cretaceous to Eocene (ca. 65-40 million years ago) land masses and island arcs connecting North and South America (HAWKES 1988, after RAVEN & AXELROD 1975 - see HAWKES 1988, fig. 2)

6 Comparative Immunology

A technology which proved useful in its time but has now been superseded by molecular methods is spoken of as serology or comparative immunology. GELL et al. (1960) raised antisera in rabbits to crude saps from *S. tuberosum* and a wild Mexican species *S. cardiophyllum* subsp. *ehrenbergii* (Figure 13). These were run in gels against protein extracts of a range of other species from Mexico. A 4-line spectrum developed with *S. tuberosum* itself as well as the Mexican hexaploids and tetraploids. Two-line spectra were obtained with *S. cardiophyllum*, *S. jamesii* and *S. pinnatisectum* (all in the same series) and a one-line spectrum with the very morphologically distinct *S. morelliforme*. Aberrant results were obtained with *S. bulbocastanum* (found in this case to be due to contamination) and in *S. polyadenium*. Similar work was later published by HAWKES and LESTER (1968) in which *S. sambucinum* was shown to be a natural hybrid of *S. pinnatisectum* and *S. cardiophyllum* and that the three subspecies of *S. bulbocastanum* differed somewhat in their immunological spectra.



Fig. 12: Suggested potato migration routes and geographical distribution of corolla groups in potato species (HAWKES 1994, fig. 1.6)

7 Molecular Systematics

HOSAKA et al. (1984), working with restriction fragment length polymorphisms (RFLPs) of chloroplast DNA found very interesting evidence to corroborate the previous results (Fig. 14). The 1 EBN species of Mexico, together with Series *Etuberosa*, formed a very distinct branch, and the cultivated species another. However, *S. commersonii* and *S. capsicibaccatum* with 1 EBN did not group with the Mexican 1 EBN species. Returning again to DEBENER et al. (1990), who studied DNA restriction fragment polymorphisms (RFLPs) as characters, and showed with their unrooted phylogenetic tree a distinct grouping of Mexican 1 EBN species together with *S. etuberosum* (Figure 8). As we have previously remarked, a strong linking of *S. stenotomum*, *S. tuberosum* subsp. *andigena* and *S. canasense*. This also is shown in the BONIERBALE et al. results published in 1990. Rather a shock however was an unexpected link of *S. demissum* with *S. acaule*. Was this something to do with polyploidy, or was there some closer relationship which we had previously not suspected? This is doubtful, and we must consider on the other hand, that polyploidy (6x and 4x respectively) may have had some influence here, the significance of which we do not yet understand. *S. demissum* is found in Mexico and *S. acaule* in C. Peru southwards into Argentina, so it is highly unlikely that they could be in any way closely related. The work of SPOONER et al. (1991) and SPOONER & SYTSMA (1992), using chloroplast DNA RFLP methods also needs to be considered here. Unfortunately, they did not use *S. acaule* in this work (Figs. 15, 16). However, they distinguished three genomes, namely "A" which they found in Series *Tuberosa*, *Circaeifolia*, *Conicibaccata* and (with B) *Longipedicellata* and *Demissa*. Genome B occurred in the 1 EBN primitive Mexican Series *Bulbocastana*, *Morelliformia*, *Pinnatisecta* and *Polyadenia* (and, as we have seen, together with it, in *Longipedicellata* and *Demissa*).

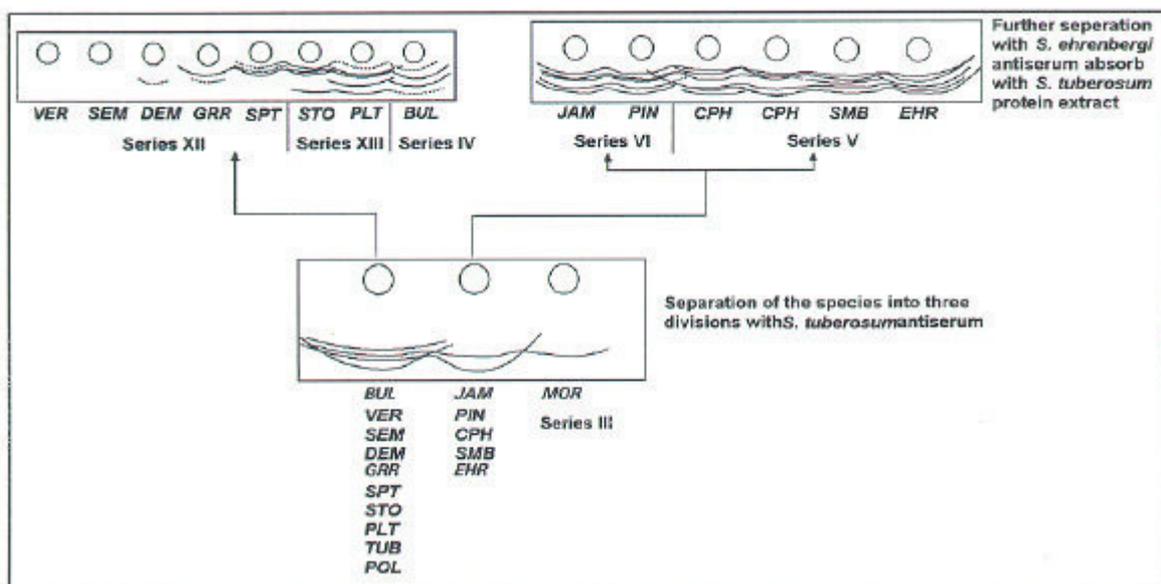


Fig. 13: Serological groupings of Mexican potato species obtained with antisera against *S. tuberosum* and *S. cardiophyllum* subsp. *ehrenbergii* (GELL et al. 1960, fig. 3) (Note that in this work the *S. bulbocastanum* extracts were later found to be contaminated, and the results for this species should be disregarded.)

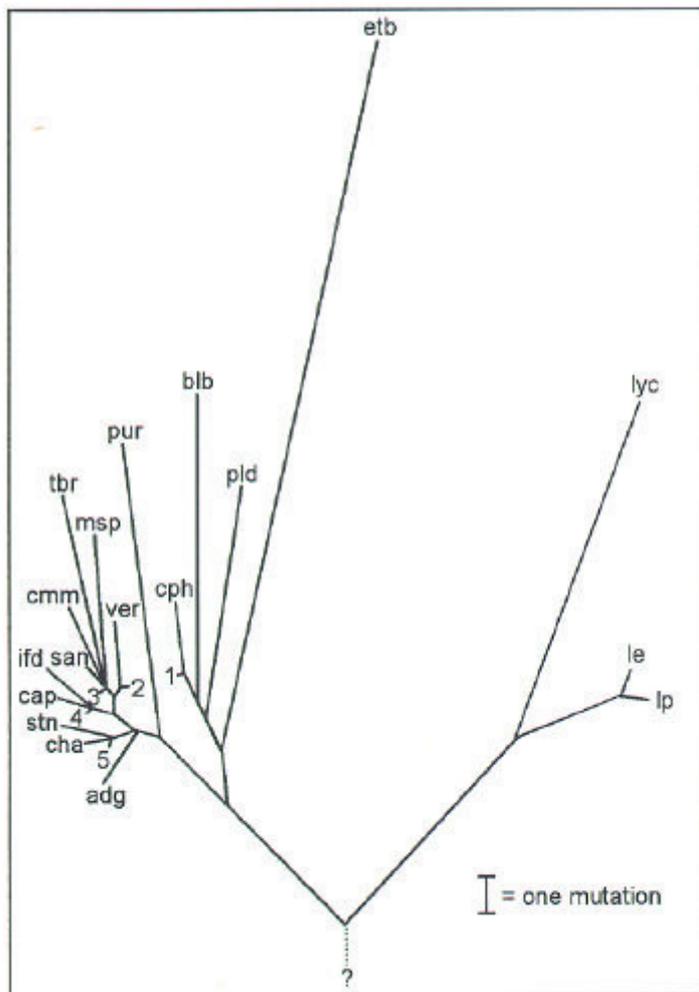


Fig. 14: Chloroplast genome relationships, showing clear differences between tomato and potato species; and, secondly, between the Mexican diploids (plus *S. etuberosum*) and the South American species, including the related Mexican species *S. verrucosum* (from HOSAKA et al. 1984; see also HAWKES 1990, fig. 5.1)

The SPOONER & SYTSMA strict consensus tree on the whole points in the same direction as the one just referred to. It separates Series *Etuberosa*, as we would expect. In Clade 1 it includes the 1 EBN Mexican species again, but *S. bulbocastanum* and *S. cardiophyllum* are placed into a small Clade 2. All the Mexican tetraploid and hexaploids together with the South American species included in the experiment go into Clade 3. There seems thus to be a strong link between the Mexican polyploids (Series *Longipedicellata* and *Demissa*) and the South American diploids. One possible explanation of these results is as follows, (see Figure 12) and can be postulated in stages (HAWKES 1958a, b; 1978a, b).

- 1) The primitive *Stellata* (EBN 1) evolved the tuber-bearing habit somewhere in Central Mexico a very long time ago.

- 2) Some of these migrated to South America in late Eocene or Oligocene times, 37-40 million years ago when a temporary land bridge and island arcs existed.
- 3) Spreading southwards they left some 1 EBN remnants behind (*Lignicaulia*, *Circaeifolia*, etc.) in various parts of the Andes and round the River Plate region.
- 4) In what is now Argentina and Uruguay they evolved into 2 EBN species with stellate corollas. They then moved northwards and populating the Andes, expanding the corolla lobes first to a substellate and then to a rotate condition.
- 5) Finally, there was a return migration into Mexico much later (probably Pliocene to Pleistocene), which evolved into the *Longipedicellata* and *Demissa* Series which we know today and which are now only distantly related to the original 1 EBN species mentioned above which still exist in Mexico and the southern States of the USA. The *Longipedicellata* tetraploids have an uncertain origin, though they are closely related to each other. The *Demissa* hexaploids seem on some evidence to possess the *S. verrucosum* diploid genome in common with each other and with South American diploids. However, the origin of the other 48 chromosomes in the hexaploids is unknown as well as the origins of the Mexican tetraploid species. In conclusion I would like to state that this last part of my lecture, in which I postulate migrations across land bridges, is supported by most, but not all experimental results.

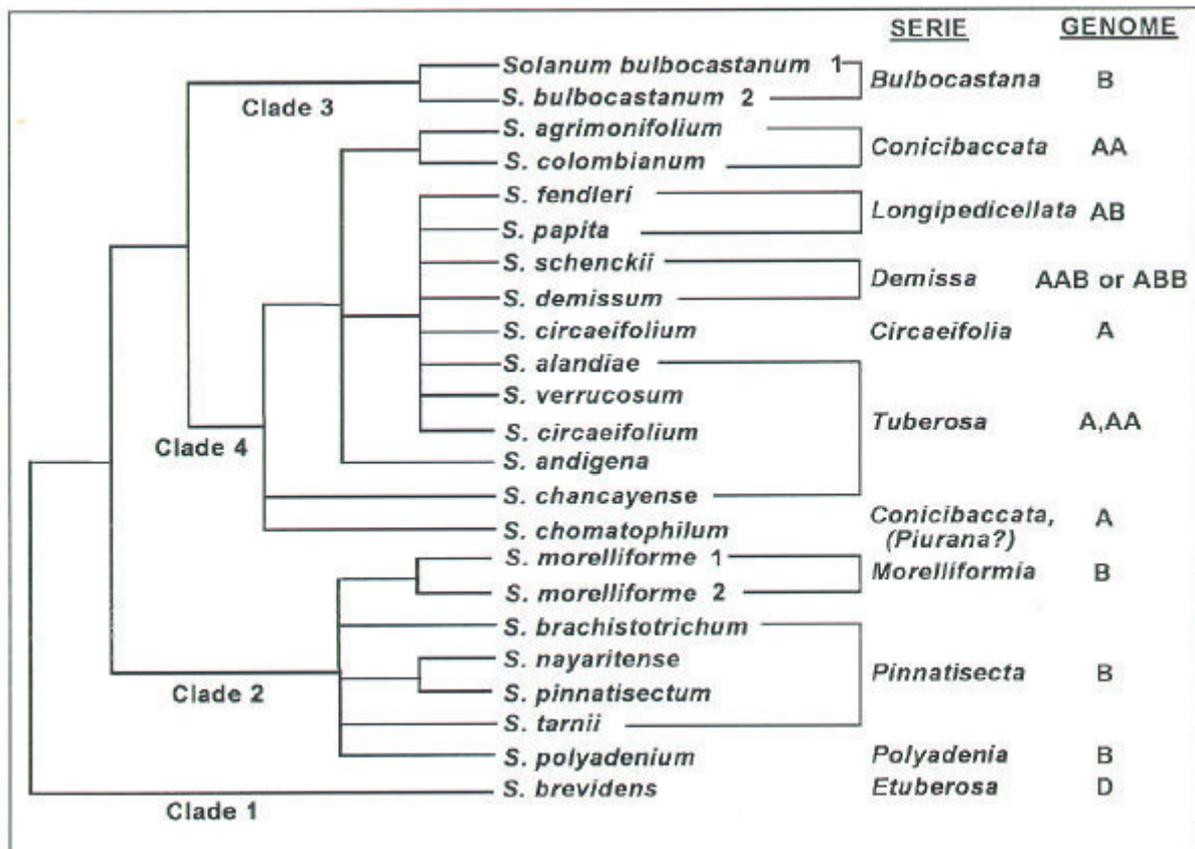


Fig. 15: Strict consensus tree of 20 equally parsimonious 124-step Wagner trees, with genome designations following HAWKES (1990) (from SPOONER et al. 1991, fig. 3)

Evolutionary relationships of wild and cultivated potatoes

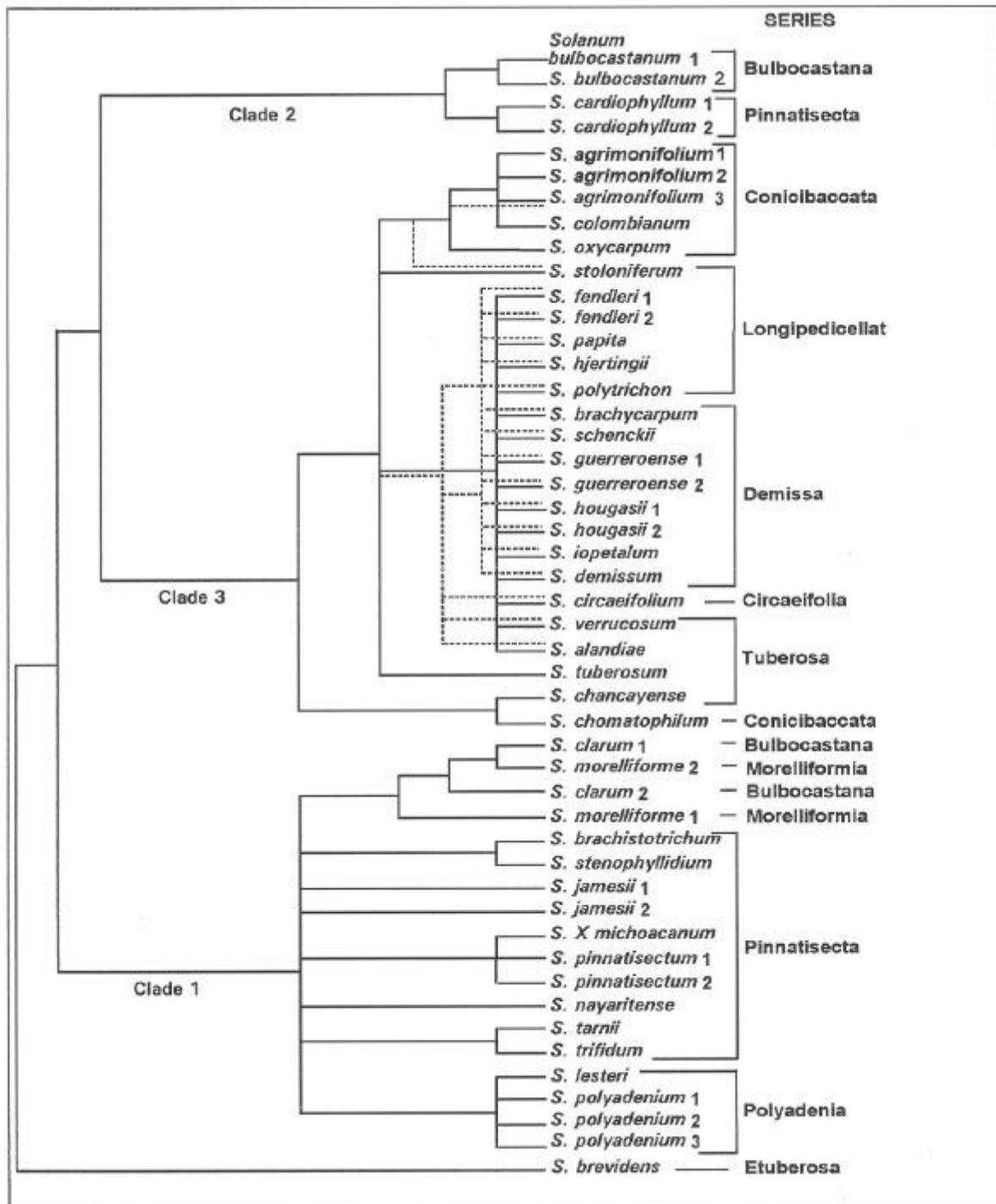


Fig. 16: Strict consensus tree (solid lines) of 2107 equally parsimonious 152-step Wagner trees, with genome designations following HAWKES (1990) (from SPOONER & SYTSMA 1992, fig.3). Dotted lines indicate the strict consensus tree where it differs from the Wagner tree

It is nevertheless an intriguing attempt to explain evolution in wild potato species on a Continental scale. However, we need further results to confirm or modify this hypothesis. The results of work on molecular systematics has the annoying characteristic of agreeing with some cytological and morphological features and disagreeing with others. It does indeed recognize the distinctness of the 1 EBN South American species such as *S. commersonii*. It also seems to provide apparent relationships between previously assumed distinct polyploids such as *Demissa* (6x) and *Acaulia* (4x). It furthermore does not help us to elucidate the ancestors of these 6x (*Demissa*) and 4x (*Longipedicellata*) polyploids. What is now needed is a molecular study where many more species are included. We might then be able to understand their relationships better. Nevertheless, we do possess a great deal of insight on the evolutionary relationships of potatoes, and I feel certain that more enlightenment is on its way.

8 References

- BONIERBALE, M.W., M.W. GANAL & S.D. TANKSLEY (1990): Applications of restriction fragment length polymorphisms and genetic mapping in Potato breeding and molecular genetics. In: M.E. VAYDA & W.D. PARK (Eds.), *The Molecular and Cellular Biology of the Potato*, CAB International: 13-24.
- CRIBB, P.J. & J.G. HAWKES (1986): Experimental evidence for the origin of *S. tuberosum* subsp. *andigena*. In: W.G. D'ARCY (Ed.), *Solanaceae: Biology and Systematics*, Columbia University Press, New York: 381-403.
- DEBENER, T., F. SALAMINI & C. GEBHARDT (1990): Phylogeny of wild and cultivated *Solanum* species based on nuclear restriction fragment length of polymorphisms (RFLPs). *Theor. Appl. Genet.* 79: 360-368.
- EHLENFELDT, M.K. & R.E. HANNEMAN (1984a): The genetic factors regulating the endosperm balance number (EBN) system. *Amer. Pot. J.* 61(8/2): 521-522. (Abstract).
- EHLENFELDT, M.K. & R.E. HANNEMAN (1984b): The use of endosperm balance number and 2n gametes to transfer exotic germplasm in potato. *Theor. Appl. Genet.* 68: 155-161.
- GELL, P.G.H., J.G. HAWKES & S.T.C. WRIGHT (1960): The application of immunological methods to the taxonomy of species within the genus *Solanum*. *Proc. Roy. Soc., Series B*, 151: 364-383.
- HANNEMAN, R.E. (1985): Assignment of endosperm balance numbers (EBN) to the tuber-bearing *Solanum* species. *Amer. Pot. J.* 62(8): 429. (Abstract).
- HANNEMAN, R.E. & J.B. BAMBERG (1986): Inventory of Tuber-Bearing *Solanum* Species. *U.S.D.A. Bulletin.* 533: p. 216.
- HAWKES, J.G. (1958a): Potatoes: taxonomy, cytology and crossability. In: H. KAPPERT & W. RUDORF (Eds.), *Handbuch der Pflanzenzüchtung*. 2nd Edition. Chapter 1, Vol. 3: 1-43. Paul Parey, Hamburg.
- HAWKES, J.G. (1958b): Significance of wild species and primitive forms for potato breeding. *Euphytica* 7: 257-270.
- HAWKES, J.G. (1962): The origin of *Solanum juzepczukii* Buk. and *S. curtilobum* Juz. et Buk. *Zeitschrift für Pflanzenzüchtung* 47: 1-14.

- HAWKES, J.G. (1966): Modern taxonomic work on the *Solanum* species of Mexico and adjacent countries. *Amer. Pot. J.* 43: 81-103.
- HAWKES, J.G. (1967): The History of the Potato. Masters Memorial Lecture, 1966, *J. Roy. Hort. Soc.* 92: 207-224; 249-262; 288-302; 364-365.
- HAWKES, J.G. & R.N. LESTER (1968): Immunological studies on the tuber-bearing *Solanum*. III. Variability within *S. bulbocastanum* and its hybrids with species in series *Pinnatisecta*. *Annals of Botany* 32: 165-186.
- HAWKES, J.G. (1978a): History of the Potato. In: P.M. HARRIS (Ed.), *The Potato Crop: the Scientific Basis for Improvement*. Chapter 1: 1-14. Chapman & Hall.
- HAWKES, J.G. (1978b): Evolution and polyploidy in potato species. In: J.G. HAWKES, R.N. LESTER & A.D. SKELDING (Eds.), *The Biology and Taxonomy of the Solanaceae*. Chapter 50. Academic Press, London.
- HAWKES, J.G. (1988): The evolution of cultivated potatoes and their tuber-bearing wild relatives. *Die Kulturpflanze* 36: 189-208.
- HAWKES, J.G. (1990): *The Potato. Evolution, Biodiversity and Genetic Resources*. Belhaven Press, London.
- HAWKES, J.G. & M.T. JACKSON (1992): Taxonomic and evolutionary implications of the Endosperm Balance Number hypothesis in potatoes. *Theor. Appl. Genet.* 84: 180-185.
- HAWKES, J.G. & J. FRANCISCO-ORTEGA (1992): The potato in Spain during the late 16th Century. *Econ. Bot.* 46: 89-97.
- HAWKES, J.G. & J. FRANCISCO-ORTEGA (1993): The early history of the potato in Europe. *Euphytica* 70: 1-7.
- HAWKES, J.G. (1994a): The historical and social role of the potato. Proceedings of the 12th Triennial Conference of the European Association for Potato Research, Paris.
- HAWKES, J.G. (1994b): Origins of cultivated potatoes and species relationships. In: J. E. BRADSHAW and G. R. MACKAY, *Potato Genetics*, CAB International: 3-42.
- HOSAKA, K., Y. OGIHARA, M. MATSUBAYASHI & K. TSUNEWAKI (1984): Phylogenetic relationship between the tuberous *Solanum* species as revealed by restriction endonuclease analysis of chloroplast DNA. *Jap. J. Genet* 59: 349-369.
- HUAMAN, Z., J.G. HAWKES & P.R. ROWE (1980): *Solanum ajanhuiri*: an important diploid potato cultivated in the Andean altiplano. *Econ. Bot* 34: 335-343.
- HUAMAN, Z., J.G. HAWKES & P.R. ROWE (1982): A biosystematic study of the origin of the diploid potato, *Solanum ajanhuiri*. *Euphytica* 31: 665-675.
- HUAMAN, Z., J.G. HAWKES & P.R. ROWE (1983): Chromatographic studies on the origin of the cultivated potato, *Solanum ajanhuiri*. *Amer. Pot. J.* 60: 361-367.
- JACKSON, M.T., J.G. HAWKES & P.R. ROWE (1977): The nature of *Solanum chaucha* Juz. et Buk., a triploid cultivated potato of the South American Andes. *Euphytica* 26: 775-783.
- JACKSON, M.T., P.R. ROWE & J.G. HAWKES (1978): Crossability relationships of Andean potato varieties of three ploidy levels. *Euphytica* 27: 541-555.
- JOHNSTON, S.A. & R.E. HANNEMAN, JR. (1980a): Support of the endosperm balance number hypothesis utilizing some tuber-bearing *Solanum* species. *Amer. Pot. J.* 57: 7-14.
- JOHNSTON, S.A. & R.E. HANNEMAN, JR. (1980b): The discovery of effective ploidy barriers between diploid *Solanums*. *Amer. Pot. J.* 57: 484-485. (Abstract).

- LINNAEUS, C. (1753): *Species plantarum*. Stockholm.
- MARKS, G.E. (1955): Cytogenetic studies in tuberous *Solanum* species. I. Genomic differentiation in the group *Demissa*. *J. Genetics* 53: 262-269.
- MATSUBAYASHI, M. (1955): Studies on the species differentiation in the section *Tuberarium* of *Solanum*. III. Behaviour of meiotic chromosomes in F₁ hybrid between *S. longipedicellatum* and *S. schickii* in relation to its parent species. *Sci. Rep. Hyogo University of Agriculture* 2: 25-31.
- MATSUBAYASHI, M. (1961): Cytogenetic studies in *Solanum*, section *Tuberarium*, with special reference to the interspecific relationship. Ph.D. Thesis, Kyoto University.
- MATSUBAYASHI, M. (1962): Studies on the species differentiation in *Solanum*, sect. *Tuberarium*. VIII. Genomic relationships between *S. demissum* and certain diploid *Solanum* species. *Rep. Kihara Inst. Biol. Res* 13: 57-68.
- MATSUBAYASHI, M. & S. MISOO (1977): Species differentiation in *Solanum*, sect. *Tuberarium*. IX. Genomic relationships between three Mexican diploid species. *Jap. J. Breed* 27(3): 241-250.
- MATSUBAYASHI, M. & S. MISOO (1979): Species differentiation in *Solanum*, sect. *Tuberarium*, X. Genomic relationships of several South American diploid species and *S. verrucosum*. *Jap. J. Breed.* 29(2): 121-132.
- MATSUBAYASHI, M. (1981): Species differentiation in tuberous *Solanum* and the origin of cultivated potatoes. (In Japanese). *Recent Advances in Breeding* 22: 86-106.
- MATSUBAYASHI, M. (1982): Species differentiation in *Solanum* sect. *Petota*. XI. Genomic relationships between *S. acaule* and certain diploid *Commersoniana* species. *Sci. Rep. Fac. Agric. Kobe Univ.*, 15(1): 23-33.
- MATSUBAYASHI, M. (1983): Species differentiation in *Solanum* sect. *Petota*. XII. Intra- and inter-series genomic relationships in diploid *Commersoniana* and *Tuberosa* species. *Sci. Rep. Fac. Agric. Kobe Univ.*, 15(2): 203-216.
- MATSUBAYASHI, M. (1991): Phylogenetic relationships in the potato and its related species. *In: T. TSUCHIYA & P.K. GUPTA (Eds.), Chromosome Engineering in Plants: Genetics, Breeding and Evolution. Part B.* Elsevier, Amsterdam: 93-118.
- NIJS, T.P.M. DEN & S.J. PELOQUIN (1977a): Polyploid evolution via 2n gametes. *Amer. Pot. J.* 54: 377-386.
- NIJS, T.P.M. DEN & S.J. PELOQUIN (1977b): 2n gametes in potato species and their function in sexual polyploidization. *Euphytica* 26: 585-600.
- SCHMIEDICHE, P.E., J.G. HAWKES & C.M. OCHOA (1980): Breeding of the cultivated potato species *Solanum juzepczukii* Buk. and *S. curtilobum* Juz. et Buk. I. *Euphytica* 29: 685-704.
- SCHMIEDICHE, P.E., J.G. HAWKES & C.M. OCHOA (1982): The breeding of the cultivated potato species *Solanum juzepczukii* Buk. and *S. curtilobum* Juz. et Buk. II. *Euphytica* 31: 695-707.
- SPOONER, D.M., K.J. SYTSMA & E. CONTI (1991): Chloroplast DNA evidence for genome differentiation in wild potatoes (*Solanum* sect. *Petota*: Solanaceae). *Amer. J. Bot.* 78: 1354-1366
- SPOONER, D.M. & K.J. SYTSMA (1992): Reexamination of Series relationships of Mexican and Central American wild potatoes (*Solanum* sect. *Petota*): Evidence from chloroplast DNA restriction site variation. *Systematic Bot* 17(3): 432-448.

Von der Gestalt zum Molekül – der Weg der Systematik ?

From the plant form to the molecule: the path of systematics

GERHARD WAGENITZ¹

Zusammenfassung

Die ersten Systeme der Höheren Pflanzen wurden auf einer morphologischen Grundlage aufgestellt. Die Morphologie ist noch immer außerordentlich wichtig, denn Arten werden primär durch morphologische Merkmale identifiziert und eingeordnet. Von allen beschriebenen Arten sind zumindest einige morphologische Merkmale bekannt. Seit dem letzten Jahrhundert liefern Anatomie und Palynologie wichtige Anhaltspunkte für die Taxonomie. Embryologie und Karyologie kamen in den ersten Jahrzehnten dieses Jahrhunderts hinzu, und schließlich konnten die Phytochemie seit 1945 und die Molekularbiologie seit 1977 systematisch wichtige Ergebnisse beitragen. Die Bedeutung der meisten dieser Disziplinen für die Systematik wurde eine Zeitlang überschätzt. Die Molekularbiologie kann Wesentliches leisten beim Aufdecken der wahrscheinlichen Phylogenien, aber Kladogramme können nicht das Endziel sein. Außerordentlich wichtig ist die Verbindung der Kladogramme mit der Evolution von Merkmalen und Arten und deren Ökologie und Pflanzengeographie.

Summary

Morphology, the study of the outer form, has been the first basis for the systematics of higher plants and is still of great importance. Species are primarily identified and classified by morphology and at least some morphological characters are known from all described species. During the last century anatomy and palynology became important tools for taxonomy; embryology and karyology entered the scene in the first decades of this century, while finally phytochemistry became really important after 1945 and molecular biology after 1977. Most of these characters have for some time been overrated. Molecular biology can be of great help in constructing probable phylogenies, but the cladograms can not be the final goal. It is of greatest importance to connect the cladograms with the evolution of characters and taxa and their ecology and plant-geography.

Die Geschichte der Systematik läßt sich unter zwei Gesichtspunkten betrachten, die zwar ineinandergreifen, aber doch auseinandergehalten werden müssen. Der erste ist die Auswahl und Untersuchung der Merkmale, der zweite die Ausführung des Vergleichs und die Auswertung der

¹ Systematisch-Geobotanisches Institut
der Universität Göttingen
Untere Karspüle 2
37073 Göttingen

Von der Gestalt zum Molekül – der Weg der Systematik ?

Daten. Dabei müßte man z.B. über die Unterschiede zwischen künstlichen, natürlichen und phylogenetischen Systemen sprechen. Hier soll es vor allem um die Merkmale gehen. Dabei beschränke ich mich auf die Systematik der Gefäßpflanzen, die mir am besten vertraut ist.

Der Mensch ist ein Augenwesen, er erfaßt die Dinge um sich herum zuerst mit den Augen, erst in zweiter Linie mit dem Geruch oder Geschmack. Selten gibt es Ausnahmen, wo der Geruch so intensiv ist, daß er hilft, eine Pflanze zu finden, die man noch nicht gesehen hat. Allerdings haben gerade in der Frühzeit die Menschen wahrscheinlich alles auch gekostet und dabei gemerkt, was eßbar, süß, was bitter (und damit vielleicht Arznei) oder aber ungenießbar oder gar giftig ist. Trotzdem blieb die äußere Gestalt das, was der Mensch ursprünglich erfaßt und woran er die Pflanze erkennt.

Die frühe Geschichte der Systematik ist eng verbunden mit der **Morphologie** und ihrer Terminologie. Die Einführung einheitlicher Termini durch LINNÉ gehört zu seinen großen, oft nicht genug gewürdigten Verdiensten. Gut definierte Termini wie etwa Stamen oder Umbrella sind Vorläufer einer richtigen Homologisierung, und ohne diese gibt es keine Morphologie und kein natürliches System. Man hat die in Deutschland seit GOETHE und A. BRAUN bis zu TROLL und seinen Schülern vorherrschende Richtung der Morphologie oft als typologische oder idealistische Morphologie verketzert. Es stimmt zwar, daß diese Arbeitsweise sich zuweilen in unfruchtbaren Diskussionen um den "morphologischen Wert" von Organen auch dann noch erschöpft hat, wenn es - wie das zuweilen der Fall ist - keine wirklichen Argumente mehr gibt. Auf der anderen Seite haben aber ihre genauen Analysen wichtige Grundlagen für die Systematik geliefert, die diese freilich oft nicht genügend zur Kenntnis genommen hat.

Lange Zeit war die Morphologie die einzige Grundlage für die Systematik. Ihre Blütezeit begann mit dem grundlegenden Werk von A. P. DE CANDOLLE (1827). Ihre Bedeutung für die Systematik - vor allem bei den Höheren Pflanzen - wird dadurch unterstrichen, daß nur die morphologischen Merkmale von allen Arten bekannt sind, wenn auch oft recht unvollkommen. Das ergibt sich schon daraus, daß man bei der Aufstellung einer neuen Art gezwungen ist, diese zu beschreiben. Ihr Name ist damit primär an die äußere Gestalt der Pflanzen eines Herbarbeleges gebunden. Zum Auffinden und zur Bestimmung einer Pflanze benutzt man wie selbstverständlich die morphologischen Merkmale. Neue Möglichkeiten der Beobachtung und Darstellung der Ontogenie der Blüten durch die Rasterelektronenmikroskopie zeigen, daß auch die Morphologie durch neue Methoden gewinnen kann.

Während des ersten Drittels des vorigen Jahrhunderts war man in der **Anatomie** noch ganz damit beschäftigt, grundsätzliche Fragen, z.B. nach dem Aufbau des Holzes, dem Vorgang des sekundären Dickenwachstums etc. zu klären. Erst um die Mitte des vorigen Jahrhunderts begann man zu entdecken, daß anatomische Merkmale eine wichtige Rolle in der Systematik spielen können. Die ersten Arbeiten, die Gattungen unter wesentlicher Berücksichtigung der Anatomie bearbeitet haben, stammen von französischen und deutschen Botanikern wie z.B. MILDE (1865), DUVAL-JOUVE (1870) und RADLKOFER (1875). RADLKOFER (1883a) schrieb einen Aufsatz "Ueber die Methoden in der botanischen Systematik, insbesondere die anatomische Methode", darin heißt es (S. 61) "die nächsten hundert Jahre gehören der anatomischen Methode." RADLKOFER betont besonders, daß man anatomische Untersuchungen auch an Herbarmaterial durchführen kann. Nach

seinen Erfahrungen bei den Sapindaceen empfiehlt er die Anatomie auch zur Feststellung der Art- und Gattungszugehörigkeit von alten, unvollständigen Herbarbelegen, aber das geht sicher nicht bei allen Familien. Im ganzen hat die Anatomie ihre Domäne bei der Abgrenzung von Gattungen und Familien, aber wir kennen Fälle (wie die Gattung *Festuca*), wo sie auch zur Artunterscheidung unentbehrlich ist. Neue Impulse erhielt die Holzanatomie durch die Arbeiten von BAILEY und seiner Schule, die Entwicklungstendenzen in der Ausbildung der Xylemelemente, der Markstrahltypen und in anderen Merkmalen herausarbeiteten (z.B. BAILEY & TUPPER 1918). Hier zeigte sich aber bald, daß es sehr viele Parallelentwicklungen gibt, und daß diese Merkmale eher eine Entwicklungshöhe als eine phyletische Verwandtschaft anzeigen. In einer knappen, aber inhaltsreichen Darstellung der vergleichenden Anatomie von CARLQUIST (1961) gibt es ein beherzigenswertes Kapitel "The ethics of comparison", in dem diese Fragen behandelt werden.

Es ist ein Mißbrauch anatomischer Merkmale, wenn man eine neue Gruppe nur auf einem solchen Merkmal begründet, auch wenn es herausragend erscheint. So hat sich die "sous-classe Homoxylées" (VAN TIEGHEM 1900), die die gefäßlosen Angiospermen umfaßte, nicht halten können.

Eine erste ausführliche Zusammenfassung der Anatomie nach systematischen Gesichtspunkten erschien 1899 von SOLEREDER, einem Schüler von RADLKOFER. Sie umfaßte nur die Dikotylen, die Monokotylen wurden begonnen, aber nie zuende geführt. SOLEREDER blickte aber auch schon über die Anatomie hinaus. So heißt es in der Einleitung zu seinem großen Werk (S. 15): "Und sollte es einmal in nicht absehbarer Zeit gelingen, mit Hilfe des Mikroskopes Aufschluß über die Ähnlichkeiten und Verschiedenheiten in der Molekularstruktur von Zellkern und Protoplasma in den Zellen der Vegetationspunkte und der Eizellen der Arten, mit anderen Worten den Charakter des Idioplasmas (= Genotypus) der Art aufzudecken, so wäre dies auch ein Stück anatomischer Methode." Dies ist eine Vorahnung der molekularen Taxonomie, allerdings wird der Begriff Anatomie hier doch zu weit gefaßt.

Was braucht man zur genauen anatomischen Untersuchung? Vor allem ein scharfes Messer und eine ruhige Hand, ein gutes Mikroskop und ein geschultes Auge. Die Stärke der mikroskopischen Vergrößerung ist nicht entscheidend, aber die Erfindung achromatischer Linsen war wichtig, ebenso die einiger weniger Färbereaktionen. Die anatomische Untersuchung und Bestimmung von Hölzern ist auch von wirtschaftlicher Bedeutung. Das hat zur Einrichtung besonderer Institute oder Abteilungen von Instituten auch außerhalb der Universitäten geführt und die Vereinheitlichung der Terminologie gefördert. Davon profitiert die Holzanatomie noch heute, und sie wird weiterhin systematisch fortgeführt.

Die **Pollenmorphologie**, ein Gebiet an der Grenze von Morphologie und Anatomie, wurde erst nach 1880 für die Systematik bedeutsam. Die Verschiedenheit der Pollenkörner war zwar schon früher aufgefallen, aber von einer Verwendung für die Systematik kann man erst seit RADLKOFER (1883b) sprechen. Einen wichtigen Überblick und damit auch Ausgangspunkt für weitere Arbeiten bedeutete die Dissertation von FISCHER (1890). Als ich bei meiner Doktorarbeit mit einiger Mühe lichtmikroskopisch den genauen Bau der Exine von *Centaurea*-Arten aufgeklärt hatte, kam mir diese Arbeit in die Hände. Ich war sehr erstaunt, daß FISCHER die Feinstruktur bei einzelnen Arten schon gesehen hatte. Er hatte aber 1890 bereits ein Zeiss-Mikroskop mit einer Ölimmersion (Apochromat) der numerischen Apertur von 1.3 zur Verfügung; das heißt die Lichtmikroskopie

Von der Gestalt zum Molekül – der Weg der Systematik ?

war schon fast an ihrer Grenze angelangt. Es gab in der Frühzeit einige klassische Fälle, in denen die Pollenmorphologie eine wichtige Rolle für die Systematik spielte: Acanthaceae (RADLKOFER 1883b, LINDAU 1894), Gentianaceae (KÖHLER 1905). Ein neuer Schub für diese Forschungsrichtung kam von den Anwendungen her. Einmal war es die Untersuchung der allergieerzeugenden Pollenkörner (WODEHOUSE 1935), zum anderen die Pollenanalyse (ERDTMAN 1943). Dadurch angeregt entstanden dann auch viele rein systematisch ausgerichtete Arbeiten. Methodisch wichtig wurde die Acetolyse, eine Aufbereitungsmethode, bei der die Exine erhalten bleibt. Zur Lichtmikroskopie kam später die Elektronenmikroskopie hinzu, besonders beliebt wurde die Rasterelektronenmikroskopie (REM), die allerdings nur die Oberfläche der Pollenkörner zeigt. Pollenmorphologische Untersuchungen sind auch an Herbarmaterial gut ausführbar, sie werden kontinuierlich fortgeführt.

Das Gebiet, das als nächstes für die Systematik erschlossen wurde, war die **Embryologie**. Erste Hinweise auf die Bedeutung für die Systematik gab es schon Mitte des 19. Jahrhunderts. Zunächst waren es aber nur wenige Merkmale, vor allem der Bau der Samenanlage und die Ausbildung des Endosperms, die berücksichtigt wurden. Für eine genaue Analyse vor allem der Entwicklung des Embryosackes waren zwei Dinge wichtig: die Möglichkeit, Serienschritte herzustellen und gute Färbungen der Schnitte, die erst nach Erfindung der Anilinfarben möglich waren. Es ist allerdings erstaunlich, was einige hervorragende Beobachter, allen voran HOFMEISTER (schon 1847), an ungefärbten herauspräparierten Samenanlagen bereits gesehen haben. Aber die Details der Embryosackentwicklung waren so nicht zu klären. Mit der Beschreibung des *Allium*-Typs durch STRASBURGER (1879) begann die Aufklärung der verschiedenen Typen des Embryosackes. Einen wesentlichen Beitrag zur Systematik lieferte die Embryologie etwa seit SAMUELSSON (1913), durch dessen Arbeit die Zuordnung der Empetraceae zu den Bicornes (Ericales) gesichert wurde. Von den Zusammenfassungen über die Bedeutung embryologischer Merkmale für die Systematik seien die von SCHNARF (1933), MAHESHWARI (1964) und HERR (1984) erwähnt. Charakteristischerweise halfen die embryologischen Merkmale oft dort, wo stark reduzierte Blüten eine Einordnung erschwerten (WAGENITZ 1975). Die Einordnung der Callitrichaceae, Hippuridaceae, Theligonaceae an verschiedenen Stellen bei den Asteridae ist hierfür ein gutes Beispiel.

Ein Problem war und ist dabei, daß gut fixiertes Material nötig ist, Herbarmaterial eignet sich nicht. Embryologische Untersuchungen sind aufwendig, da man viele Stadien schneiden muß. Sie waren immer auf relativ wenige Arbeitsgruppen oder Schulen beschränkt. Irrtümer bei der Beobachtung sind möglich. Die für andere Bereiche typische zeitweilige Überschätzung ist selten, aber die Aufstellung eines neuen Systems der "Gamopetalae" (= Sympetalae) nur aufgrund von embryologischen Merkmalen (YAMAZAKI 1974) zählt sicher dazu. Es mag aber am Rande erwähnt sein, daß eine Neuheit dieses Systems sich durch chemische und molekularbiologische Untersuchungen bestätigt hat. Dies ist die Einordnung der Menyanthaceae in die Nähe der Compositen (Asteraceae), ein Platz, der vorher noch von keinem Systematiker vorgeschlagen worden war. Dafür sprechen neben dem Vorkommen von Inulin als Speicherstoff (POLLARD & AMUTI 1981) molekulare Daten und zwar sowohl aus dem Kerngenom (OLMSTEAD et al. 1992) als auch aus dem der Chloroplasten (DOWNIE & PALMER 1992).

Etwas später als die Embryologie trat die Cytologie oder richtiger die **Karyologie** auf den Plan. Schon um 1880 wurde deutlich, daß eine Art im allgemeinen eine konstante Chromosomenzahl besitzt. ROSENBERG (1903) stellte fest, daß *Drosera rotundifolia* $2n = 20$ und *D. longifolia* die doppelte Zahl besitzt. Er untersuchte als erster die Chromosomenzahl eines Bastardes zwischen zwei Arten mit verschiedener Chromosomenzahl. Aber erst nach 1920 spielten Zahl und dann bald auch Bau der Chromosomen (Karyotyp) eine Rolle für die Systematik (BÖCHER 1961). Eine frühe herausragende Arbeit war die von AVDULOV (1931) über die Gräser. Die moderne Systematik der Gramineae benutzt daneben auch die Blattanatomie ausgiebig. Für die Karyologie gilt dieselbe Einschränkung wie für die Embryologie: man braucht Frischmaterial oder speziell für die Karyologie fixierte Proben. Vor allem bei Einjährigen ist es allerdings oft möglich, Samen, die man an Herbarmaterial findet, noch nach mehreren Jahren zum Keimen zu bringen, und daran dann die Untersuchungen durchzuführen. Methodisch bedeutsam war die Einführung der Quetschmethode mit Karminessigsäure (HEITZ 1926), die das Arbeiten sehr erleichterte. Die Schwierigkeiten dürfen aber nicht unterschätzt werden, eine hervorragende optische Ausrüstung und viel Übung und Geduld sind notwendig. Die Zahl der falschen Zählungen war in den ersten Jahrzehnten zum Teil sehr groß. Außerdem trat hier zuerst in größerem Umfang das Problem der richtigen Bestimmung und ihrer Dokumentation auf. Viele der frühen Cytologen waren keine Systematiker. Sie untersuchten als erstes Pflanzen aus den Botanischen Gärten und übernahmen deren Bestimmungen. Wenn dann keine Belegexemplare deponiert wurden, ist die Arbeit zumindest bei kritischen Gattungen wertlos. Hier kommt noch ein weiteres Phänomen hinzu, auf das FAVARGER (1978) besonders hingewiesen hat. Ist für eine Art ein- oder zweimal $2n = 24$ gezählt, so wird der nächste Beobachter dazu neigen, diese Zahl zu akzeptieren, auch wenn sein Präparat eher auf $2n = 22$ hinweist. Vor allem dann, wenn die Chromosomen sehr klein sind, kann es lange dauern, bis die richtigen Zahlen festgestellt sind.

Der Weg der Systematik von der äußeren Gestalt zum inneren Bau war nun bei einem Merkmal des Kernes angekommen, das besonderes Gewicht zu haben schien. Es kam hier zu ausgesprochenen Überschätzungen, zumal zunächst meist nur die Chromosomenzahlen festgestellt wurden. In einem Buch von DARLINGTON (1957) "Chromosomenbotanik" heißt es (S. 27): "Die Chromosomenzahl ist für sich allein eine Definition einer Pflanze - der einen Pflanze nämlich, deren Chromosomen wir untersucht haben." Diesen etwas kryptischen Satz habe ich schon, als ich dies vor fast vierzig Jahren las, mit einem großen Fragezeichen versehen. In einem Punkt schien die Chromosomenzahl entscheidend wichtig. Pflanzen mit verschiedener Chromosomenzahl sind im allgemeinen nicht fertil miteinander kreuzbar, und so hielt man eine unterschiedliche Chromosomenzahl, wie sie z.B. durch Polyploidie entsteht, eo ipso für ein Artkriterium. A. LÖVE hat diese These vehement vertreten (z.B. LÖVE 1960, S. 194/195), und er hat außerdem bei verschiedenen Chromosomengrundzahlen fast automatisch auf Gattungsunterschiede geschlossen. Es zeigte sich aber bald, daß dies nicht durchzuhalten war. Auch der Ausdruck Cyto- oder Karyosystematik verführt leicht zu Überschätzung.

Der nächste Bereich, der für die Systematik erschlossen wurde, war die Untersuchung der sekundären Inhaltsstoffe, die **Phytochemie**. Man wußte schon seit langem, daß verwandte Arten ähnliche Inhaltsstoffe hatten; schon LINNAEUS (1735) in seinem "Systema naturae" weist darauf hin. Man braucht nur an die ätherischen Öle der Umbelliferen und Labiaten oder an die Alkaloide

bei den Solanaceae zu denken. Erste Versuche zur Verwendung für die Systematik begannen schon im vorigen Jahrhundert (vgl. GIBBS 1974, S. 9-18), und schon 1928 schrieb JARETZKY über "Die Bedeutung der Phytochemie für die Systematik". Aber erst nach 1945 standen geeignete Methoden zur Isolierung und zur Analyse zur Verfügung, die eine Untersuchung auf breiter Basis ermöglichten. Es sind vor allem verschiedene chromatographische und spektroskopische Methoden, bis hin zur NMR- und Massenspektrometrie, die hier einen Durchbruch geschaffen haben. Dies wirkte sich auch entscheidend auf die Anforderungen an das Material aus. Zunächst wurden große Mengen an Frischmaterial benötigt, oft im Bereich von mehreren Kilogramm an Trockensubstanz, vor allem wenn es darum ging, Strukturen neuer Stoffe aufzuklären. Schritt für Schritt verringerten sich die notwendigen Mengen. Unterschiedlich ist die Stabilität der Inhaltsstoffe, manche sind flüchtig, andere lassen sich noch nach Jahrzehnten in Herbarmaterial nachweisen.

Verstärkt spielte hier die richtige Identifizierung der Pflanzen eine Rolle, zumal wenn die Analysen von Chemikern gemacht wurden, die meinten, der Name einer Pflanze, die sie erhielten (oder in einem Botanischen Garten sammelten), sei so eindeutig wie die Bezeichnung einer Chemikalie, die sie von Merck oder Schering bezogen. Hier ist viel Arbeit umsonst gemacht worden. Bei den Arbeiten zur Systematik der *Senecio nemorensis*-Gruppe nahm mein Mitarbeiter auch Kontakt mit einer Arbeitsgruppe auf, die sich seit langem mit den Alkaloiden dieser Arten beschäftigt hatte. Das Material war als Droge, vielfach aus dem Ausland, bezogen worden, Belege gab es nicht. Für die Zwecke der Systematik waren damit diese chemisch sicher sorgfältig durchgeführten Untersuchungen wertlos.

Allmählich kristallisierte sich heraus, daß es innerhalb einer Pflanzengruppe oft nicht um das Fehlen oder Vorhandensein einer Substanz ging, sondern nur um Unterschiede in der Konzentration bzw. der Akkumulation. Das erschwerte die Auswertung, die damit von der Genauigkeit der Nachweismethoden beeinflußt wurde. Für einfacher gebaute Substanzen muß man durchaus mit der Möglichkeit von Konvergenzen auch in diesem Bereich rechnen.

1965 wurde ein "Committee on Chemotaxonomy" begründet, und die Bezeichnung "Chemotaxonomie" bürgerte sich ein. Sie kann zur Überschätzung der chemischen Merkmale beitragen. Ein Beispiel dafür, daß einem chemischen Merkmal zuviel Gewicht beigemessen wurde, sehe ich in Teilen des sonst sehr verdienstvollen Systems von DAHLGREN (1980). Hier spielen die iridoiden Substanzen eine ganz herausragende Rolle, und die aufgrund dieses Merkmals vorgenommene "Zerschlagung" der Campanulales hat sich durch neuere Untersuchungen nicht als notwendig erwiesen. Noch ein zweiter Fall sei genannt. Nach 1945 wurde bekannt, daß die meisten Vertreter der Ordnung der Centrospermae (heute Caryophyllales) stickstoffhaltige Blütenfarbstoffe (jetzt Betalaine genannt) besitzen und daß diese nur in dieser Ordnung auftreten. Die Phytochemiker forderten nun, die Ordnung so zu begrenzen, daß sie nur Sippen einschloß, die diese Betalaine besaßen. Ein solcher Ausschluß war für einige Familien berechtigt, aber die Caryophyllaceae waren trotz des Fehlens von Betalainen in allen anderen Merkmalen so eng mit den übrigen Familien verbunden, daß sie schließlich trotzdem in der Ordnung verblieben (vgl. CRONQUIST & THORNE 1994). Es ist eines der vielen Beispiele dafür, daß ein einzelnes Merkmal nicht entscheidend sein kann.

Mit einer programmatischen Arbeit von ZUCKERKANDL & PAULING (1965) begann der Siegeszug der **molekularen Taxonomie**. Diese Autoren führten den Begriff der "semantischen Moleküle" ein, das sind die Nukleinsäuren und die davon abgeleiteten Proteine, Moleküle, die "Bedeutung tragen", d.h. die den Bau eines Organismus bestimmen, und gleichzeitig "Geschichte" enthalten. In der Praxis erschien zunächst nur die Aufklärung des Baues der Proteine möglich, mit denen sich schon die Serotaxonomie befaßt hatte. Nun wurde es möglich, allerdings nur in großen Labors und mit riesigem Arbeitsaufwand, die Aminosäuresequenzen von Proteinen (zunächst Hämoglobin und Cytochrom-c) aufzuklären und zu vergleichen (FITCH & MARGOLASH 1967). Die ersten "Stammbäume" für relativ wenige Pflanzen waren noch recht fragwürdig, und CRONQUIST (1976) hatte es leicht damit, sie zu kritisieren.

Erst mit der weiteren Entwicklung der Molekularbiologie erkannte man, daß man mit DNA und RNA viel leichter umgehen kann als mit Proteinen, wenn man sie nicht mit Methoden der klassischen Chemie untersucht, sondern mit den Enzymen, die die Natur selbst liefert. Die chromatographische Analyse der Fragmente, die durch die Einwirkung von Restriktionsenzymen entstehen, war eine frühe Methode, die vor allem beim Chloroplastengenom angewendet wurde. 1977 wurden zwei Methoden zur Sequenzierung der DNA beschrieben (Methode nach MAXAM & GILBERT und SANGER), und heute ist eine solche in kurzer Zeit auch in einem kleinen Labor möglich, zumal nach Einführung der PCR-Technik (1985), die es erlaubt, kleinste Mengen von DNA zu vermehren und das selbst aus mehr als hundert Jahre altem Herbarmaterial, ja aus Fossilien. Die Darstellung von HILLIS & CRAIG (1990) zeigt, wie vielfältig inzwischen die Methoden der molekularen Taxonomie sind und wie umfangreich ihre Ergebnisse.

Nachdem die methodischen Probleme weitgehend geklärt waren, war der Optimismus sehr groß. Man schien endlich vom Phänotypus zum Genotypus vorgestoßen zu sein und vergaß, welcher kleinen Teil eines Genoms ein oder zwei Gene ausmachen. Man meinte die Aufklärung eines Genes könnte bereits einen eindeutigen Stammbaum liefern. Aber es zeigte sich, daß es so einfach nicht ist. Von den vielen Problemen seien nur stichwortartig genannt: das keineswegs immer eindeutige Alignment (der Vergleich der Sequenzen), die Vielfalt der mathematischen Methoden und die Zahl der verschiedenen Stammbäume, die sie liefern, das Auftreten von Genfamilien, das Problem der Allopolyploidie und ihrer Auswirkung. Die Abhängigkeit des Systematikers von den Maschinen wird hier sehr groß: salopp gesprochen wirft man die Proben in einen Sequenzierer, bekommt die DNA-Sequenzen, und der Computer errechnet nach Programmen, die nur wenige durchschauen, ein Kladogramm.

Wenn man die Entwicklung der einzelnen Gebiete in ihrer Anwendung auf die Systematik genauer verfolgt, so kann man mehr oder weniger deutlich fünf Abschnitte erkennen:

- 1) Einübung und Skepsis: Methoden werden erprobt
- 2) Begeisterung und Überschätzung
- 3) Konsolidierung und kritische Einschätzung
- 4) Auftreten eines anderen Merkmalsbereichs und Mißachtung
- 5) Renaissance durch neue Methoden

Von der Gestalt zum Molekül – der Weg der Systematik ?

Dabei scheint mir heute z.B. die Karyologie etwa im fünften Abschnitt, die Phytochemie im vierten und die Molekulare Taxonomie erst zwischen dem zweiten und dritten zu sein.

Ist das nun das Ende der Systematik? Besteht das Ergebnis nur in einer ungeheuren Zahl von DNA-Sequenzen, die in einer Datenbank gespeichert sind und den daraus abgeleiteten Klado-grammen? Das kann nicht das Endziel sein. Da müßte man mit GOETHE, bzw. Mephisto vom Biologen sagen: "Dann hat er die Teile in seiner Hand, fehlt leider! nur das geistige Band." Entscheidend ist es jetzt, die Verbindung zwischen dem Klado-gramm (von dem wir einmal anneh-men, daß es im großen und ganzen die Wirklichkeit widerspiegelt) und den Pflanzen wiederherzustellen. Wo treten Konvergenzen auf? Gibt es verschiedene Evolutionsgeschwindig-keiten in verschiedenen Ästen? Läßt sich das mit Umweltbedingungen in Zusammenhang bringen? Welche Rolle spielt die Coevolution (z.B. mit Bestäubern)? Sind einzelne Merkmale in einer Gruppe stabiler als andere und läßt sich das deuten? Welche Wanderungen kann man erschließen und eventuell zeitlich einordnen? Kurz gesagt: Geben uns die Ergebnisse die Möglichkeit, tatsächlich dem Evolutionsprozeß auf die Spur zu kommen? Und es geht nicht nur um die großen Linien der Evolution, es geht auch um den ständigen Wandel der Ontogenien, um die entwicklungsgeschichtliche Ausprägung der Merkmale. Aber das ist das Thema eines anderen Vortrages. Wenn man aber das alles bedenkt, so sieht man, es geht nicht um das Ende, sondern um einen neuen Anfang für eine Systematik im weiten Sinn einer umfassenden Evolu-tionsforschung.

Literatur

- AVDULOW, N.P. (1931): Karyo-systematische Untersuchung der Familie Gramineen (Russ., deutsche Zusammenfassung). 428 pp. (=Bull. Appl. Bot., Suppl. 43). Leningrad.
- BAILEY, I.W. & W.W. TUPPER (1918): Size variations in tracheary cells: 1. A comparison between the secondary xylems of vascular cryptogams, gymnosperms and angiosperms. - Proc. Amer. Acad. Arts Sci. 54: 147-204.
- BÖCHER, T.W. (1961): The development of cytotaxonomy since Darwin's time. In: WANSTALL, P. J. (Edit.), A Darwin Centenary: 26-43. London. Botanical Society of the British Isles.
- CANDOLLE, A.P. DE (1827): Organographie végétale. 2 Bände. Paris.
- CARLQUIST, S. (1961): Comparative plant anatomy. A guide to the taxonomic and evolutionary application of anatomical data in angiosperms. New York. Holt, Rinehart & Winston.
- CRONQUIST, A. (1976): The taxonomic significance of the structure of plant proteins. A classical taxonomist's view. Brittonia 28: 1-27.
- CRONQUIST, A. & R.F. THORNE (1994): Nomenclatural and taxonomic history. In: BEHNKE, H.-D. & T.J. MABRY (Eds.), Caryophyllales. Evolution and Systematics. pp. 5-25.
- DAHLGREN, R. (1980): A revised system of classification of the angiosperms. Bot. J. Linn. Soc. 80: 91-124.
- DARLINGTON, C.D. (1957): Chromosomenbotanik. Deutsche Übersetzung von F. BRABEC. Stuttgart. Thieme.
- DOWNIE, S.R. & J.D. PALMER (1992): Restriction site mapping of the chloroplast DNA inverted

- repeat: a molecular phylogeny of the Asteridae. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 79: 266-283.
- DUVAL-JOUVE, J. (1870): Étude anatomique de quelques Graminées et en particulière des *Agropyrum* de l'Hérault. *Mém. Sect. Sci. Acad. Sci. Montpellier* 7: 309-406, 4 pl.
- ERDTMAN, G. (1943): An introduction to pollen analysis. Waltham, Mass.
- FAVARGER, C. (1978): Philosophie des comptages de chromosomes. *Taxon* 27: 441-448.
- FISCHER, H. (1890): Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Pollenkörner. Diss. phil. Breslau.
- FITCH, W.M. & E. MARGOLISH (1967): Construction of phylogenetic trees. *Science* 155: 279-284.
- GIBBS, R.D. (1974): Chemotaxonomy of flowering plants. Vol. 1. Montreal & London. S. 9-18: The history of chemotaxonomy.
- HEITZ, E. (1926): Der Nachweis der Chromosomen. Vergleichende Studien über ihre Zahl, Größe und Form im Pflanzenreiche. I. *Z. Bot.* 18: 625-681.
- HERR, J.M., J. (1984): Embryology and taxonomy. In: B.M. JOHRI (Ed.), *Embryology of angiosperms*: 647-696. Springer: Berlin etc.
- HILLIS, D.M. & M. CRAIG, (Edit.) 1990: *Molecular systematics*. Sinauer: Sunderland, Mass.
- HOFMEISTER, W. (1847): Untersuchungen des Vorganges bei der Befruchtung der Oenotheren. - *Bot. Zeitung* 5: 785-792.
- JARETZKY, R. (1928): Die Bedeutung der "Phytochemie" für die Systematik. *Arch. Pharm. Ber. Deutsch. Pharm. Ges.* 1928: 602-613.
- KÖHLER, A. (1905): Systematischer Wert der Pollenbeschaffenheit bei den Gentianaceae. Diss. phil. Zürich.
- LINDAU, G. (1894): Beiträge zur Systematik der Acanthaceae. *Bot. Jahrb. Syst.* 18: 36-64.
- LINNAEUS, C. (1735): *Systema Naturae*. Leiden.
- LÖVE, A. (1960): Taxonomy and chromosomes - a reiteration. *Feddes Repert.* 63: 192-202.
- MAHESHWARI, P. (1964): Embryology in relation to taxonomy. *Vistas in Botany* 4: 55-97.
- MAURITZON, J. (1939): Die Bedeutung der embryologischen Forschung für das natürliche System der Pflanzen. *Acta Univ. Lund. N.F. Avd.* 2. 35: 1-70.
- MILDE, J. (1865): *Monographia Equisetorum*. Dresden. *Nova Acta Acad. Caes. Leop.-Carol. German. Nat. Cur.* 32, II.
- OLMSTEAD, R.G., H.J. MICHAELS, K.M. SCOTT & J.D. PALMER (1992): Monophyly of the Asteridae and identification of their major lineages inferred from DNA sequences of *rbcL*. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 79: 249-265.
- POLLARD, C.J. & K.S. AMUTI (1981): Fructose oligosaccharides: possible markers of phylogenetic relationships among dicotyledonous plant families. - *Biochem. Syst. Ecol.* 9: 69-78.
- RADLKOFER, L. (1875): *Monographie der Sapindaceen-Gattung Serjania*. XVIII + 392 S. München: Königl. Bayer. Akademie.
- RADLKOFER, L. (1883 a): Ueber die Methoden in der botanischen Systematik, insbesondere die anatomische Methode. *Festrede*. 64 S. München: Königl. Bayer. Akademie.
- RADLKOFER, L. (1883 b): Über den systematischen Wert der Pollenbeschaffenheit bei den Acanthaceae. *Sitzungsber. Bayer. Akad. Wiss.* 13, 2: 256-314.
- ROSENBERG, O. (1903): Das Verhalten der Chromosomen in einer hybriden Pflanze. - *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* 21: 110-119.

Von der Gestalt zum Molekül – der Weg der Systematik ?

- SAMUELSSON, G. (1913): Studien über die Entwicklungsgeschichte einiger Bicornes-Typen. - Svensk Bot. Tidskr. 7: 98-188.
- SCHNARF, K. (1933) Die Bedeutung der embryologischen Forschung für das natürliche System der Pflanzen. Biol. Gen. 9: 271-288.
- SOLEREDER, H. (1899): Systematische Anatomie der Dicotyledonen. XII + 984 S., 189 Abb. - Stuttgart: Enke.
- STRASBURGER, E. (1879): Die Angiospermen und die Gymnospermen. Jena.
- TIEGHEM, Ph. van (1900): Sur les dicotylédones du groupe des Homoxylées. J. Bot. (Morot) 14: 259-297, 330-361.
- WAGENITZ, G. (1975): Blütenreduktion als ein zentrales Problem der Angiospermen-Systematik. Bot. Jahrb. Syst. 96: 448-470.
- WODEHOUSE, R.P. (1935): Pollen grains. New York & London.
- YAMAZAKI, T. (1974): A system of Gamopetalae based on the embryology. J. Fac. Sci. Univ. Tokyo sect. III. 11: 263-281.
- ZUCKERKANDL, E. & L. PAULING (1965). Molecules as documents of evolutionary history. J. Theor. Biol. 8: 357-366.

Moleküle und was dann? Zur Zukunft der Systematik

Beyond molecules – future developments in systematics

KONRAD BACHMANN¹

Zusammenfassung

DNA-Sequenzen aus dem Chloroplasten- und Kerngenom liefern die bestmöglichen Merkmale für die Rekonstruktion phylogenetischer Verwandtschaften. Dadurch, daß molekulare Daten jetzt auch für die Systematik zugänglich sind, haben sie die phylogenetische Rekonstruktion grundlegend beeinflusst und sie damit von anderen Aufgaben der Systematik, zum Beispiel dem Abgrenzen von Taxa oder deren morphologischer, physiologischer, ökologischer oder biogeographischer Wertung, getrennt. Diese anderen Aufgaben dürfen darüber nicht vernachlässigt werden. Morphologische Merkmale sind weiterhin grundlegend wichtig. Eine unabhängige (molekulare) Phylogenie kann aber viel dazu beitragen, die Evolution morphologischer Merkmale zu verstehen. Molekulare Methoden aus Züchtungsforschung und Entwicklungsbiologie können auch direkt zur genetischen Analyse morphologischer Merkmalsunterschiede eingesetzt werden. Kartieren von Merkmalsunterschieden bei Arthybriden und die Mutationsanalyse von Entwicklungsprozessen an Modellsystemen können bei der Interpretation morphologischer Diversität helfen. DNA-Methoden erlauben auch, wenigstens stichprobenweise, Ergebnisse von Modellsystemen an beliebigen anderen Systemen zu prüfen. Ein ausreichendes Verständnis der genetischen Steuerung von Entwicklungsvorgängen wird alle möglichen Evolutionsvorgänge voraussagbar machen und es ermöglichen, die wirklich vorhandene Formenfülle an der genetisch möglichen zu messen. Dazu ist allerdings ein viel genaueres Verständnis von Entwicklungsvorgängen einschließlich der dreidimensionalen Geometrie der Wachstumsprozesse nötig. Das erfordert Computersimulationen, mit denen experimentell gewonnene Resultate integriert und extrapoliert werden können.

Summary

DNA sequences in chloroplast and nuclear DNA supply the best possible characters for the reconstruction of phylogenetic relationships. Molecular data are now accessible for taxonomic research and have already had a profound influence on taxonomy by uncoupling phylogenetic reconstruction from other taxonomic tasks such as the circumscription of species and their morphological, physiological, ecological and biogeographic assessment. These tasks must not be neglected. Morphological characters are still essential. An independent (molecular) phylogeny can

¹ Institut für Pflanzengenetik und
Kulturpflanzenforschung (IPK)
Corrensstr. 3
06466 Gatersleben

contribute significantly to the analysis of the evolution of morphological characters. Molecular approaches from plant breeding research and developmental biology can be employed directly for the genetic analysis of morphological characters. Mapping character differences in species hybrids or the genetic dissection of developmental pathways with mutations in model species can aid in the interpretation of morphological diversity. DNA methods also permit a direct comparison of results from model systems with homologous processes in other species. An adequate understanding of the genetic regulation of plant development will allow to predict all possible evolutionary changes and thereby to measure the existing biological diversity in terms of the genetically possible forms. This requires a much more precise knowledge of developmental genetics including the three-dimensional geometry of growth processes. Computer simulation will be needed to integrate and extrapolate the experimental results.

1 Phylogenetische Rekonstruktion mit molekularen Merkmalen

Molekulare Methoden haben in den letzten zehn Jahren Einzug in der Pflanzentaxonomie gehalten, und die phylogenetische Analyse einer Pflanzengruppe an Hand von DNA-Polymorphismen ist inzwischen eine Routineaufgabe, für die eine Reihe Standardprotokolle zur Verfügung stehen (HILLIS und MORITZ 1990; CRAWFORD 1990). Dazu gehören Restriktions-Fragment-Längen-Polymorphismen (RFLPs), (HELENTJARIS et al. 1985) im Chloroplastengenom (PALMER und JANSEN 1988; BREMER und JANSEN 1991; JANSEN et al. 1992) und im Kerngenom (SONG et al. 1988), Sequenzvergleiche am Gen für die große Untereinheit der Ribulose Bisphosphat Carboxylase (*rbc L*), (CHASE et al. 1993; BAUM 1994) und an anderen Chloroplastengenomen (CLEGG und ZURAWSKI 1992), an den sehr konservativen Genen für ribosomale RNA im Zellkern (ZIMMER et al. 1989; HAMBY und ZIMMER 1992), am sehr variablen internen transkribierten Spacer (ITS), (BALDWIN 1992; BALDWIN et al. 1995) oder dem nicht-transkribierten intergenischen Spacer (IGS), (HEMLEBEN et al. 1988; GRÜNDLER et al. 1991; BORISJUK et al. 1994) zwischen den Kern-Genen für ribosomale RNA, oder an ähnlich variablen Spacern im Chloroplastgenom (TABERLET et al. 1991; BÖHLE 1994; MES 1995). Besonders die Einführung der Polymerase-Kettenreaktion (PCR), (SAIKI et al. 1985) hat die Anwendung von molekularen Methoden in der Taxonomie erleichtert und gefördert. Der technische Fortschritt läuft zur Zeit der finanziellen und personellen Flexibilität vieler Systematik-Institute voraus. Es ist daher besonders zu begrüßen, daß die Deutsche Forschungsgemeinschaft durch die Einrichtung des Schwerpunktprogrammes "Molekulare Grundlagen der Evolution der Pflanzen" essentiell dazu beigetragen hat, daß die deutsche Pflanzensystematik innerhalb weniger Jahre Anschluß an das internationale Niveau des Faches bekommen konnte (JENSEN 1994). Über die theoretischen und praktischen Konsequenzen der neuen Ergebnisse und der neuen technischen Möglichkeiten bahnt sich allerdings erst langsam ein Konsens an (CRAWFORD 1990; BACHMANN 1992; 1994). Hier möchte ich kurz ein paar Überlegungen zu dieser Diskussion beitragen, und dabei besonders darauf eingehen, welche Rolle nicht-molekulare Merkmale nach der Einführung molekularer Methoden in der Taxonomie spielen werden.

Es gibt verschiedene Argumente dafür, daß die DNA-Sequenzen des Genoms die denkbar besten Merkmale zur phylogenetischen Rekonstruktion liefern. Dazu gehört die Tatsache, daß die

phylogenetisch relevante erbliche Komponente aller möglichen Merkmale in der DNA verschlüsselt ist, auch wenn wir die morphologischen oder physiologischen Merkmalsunterschiede noch nicht aus DNA-Sequenzen erschließen können. Weiterhin liegt in der DNA weit mehr phylogenetisch relevante Sequenzinformation vor als je im Phänotyp zum Ausdruck kommt. Überdies hat diese Information in allen Organismen dieselbe chemische Struktur, so daß direkte Vergleiche auf jeder taxonomischen Ebene möglich sind. Wenn noch dazu kommt, daß DNA-Sequenzinformation heutzutage relativ einfach zu bestimmen und auszuwerten ist (HILLIS und MORITZ, 1990; HILLIS 1991), ist es nicht verwunderlich, daß phylogenetische Rekonstruktion in Zukunft weitgehend auf molekularen Merkmalen beruhen wird.

Das bedeutet allerdings ganz und gar nicht, daß die Taxonomie nun kein Interesse mehr an der Struktur und Funktion des Organismus hat (HANELT 1994). Nur ist die Rekonstruktion der phylogenetischen Verwandtschaft von Organismen jetzt aus praktischen Gründen von der biologischen Wertung abgekoppelt. Erst dadurch wird deutlich, daß taxonomische Forschung weit mehr leistet, als Organismen nach ihrer Verwandtschaft zu ordnen. Wir brauchen nur daran zu denken, daß die Arten, deren Verwandtschaft bestimmt werden soll, erst einmal erkannt und definiert werden müssen und daß phylogenetische Verzweigungsmuster nichts über die biologisch relevanten evolutionären Veränderungen aussagen.

2 Molekulare und morphologische Merkmale

Gelegentlich wird versucht, aus Astlängen phylogenetischer Bäume die Größe der evolutionären Veränderung auf diesem Ast abzulesen. Bei molekularen Bäumen sind Astlängen Abschätzungen der relativen Anzahl erblich fixierter Basensubstitutionen, bei der Benutzung morphologischer Merkmale sind es Abschätzungen über die Anzahl von Änderungen in arbiträr und subjektiv abgegrenzten Merkmalen. Es ist wahrscheinlich, daß diese subjektiv bestimmten Astlängen eher als die Basensubstitutionen die biologisch signifikante Evolution von adaptiven Merkmalen beschreiben. Da aber die subjektive Definition und die unsichere Bestimmung der Merkmalsidentität von morphologischen Merkmalen bei der phylogenetischen Rekonstruktion Probleme macht, sollten wir jetzt, wo das möglich geworden ist, morphologische und molekulare Merkmale getrennt auswerten und die Vorteile beider Datensätze nutzen, ohne die Nachteile zu kombinieren. Aus diesem Grunde bin ich gegen die derzeit modische Zusammenfügung beider Datensätze zu etwas, was etwas übereilt "total evidence" genannt wird. Immerhin enthalten die bisherigen molekularen Datensätze nur eine verschwindend geringe Menge der verfügbaren Sequenz-Information, und für die Analyse unklarer Details können gezielt weitere molekulare Daten gewonnen werden. Die Kombination von molekularen und morphologischen Merkmalen funktioniert, wenn überhaupt, dadurch, daß mit den morphologischen Merkmalen dem molekularen Datensatz subjektiv gewählte Fingerzeige beigegeben werden, wie er biologisch sinnvoll interpretiert werden soll.

Es ist meiner Ansicht nach besser, allein mit molekularen Daten einen möglichst verlässlichen Stammbaum zu berechnen und dann die Evolution der morphologischen Merkmale aus der Verteilung der Merkmalszustände abzulesen (SYTSMA 1990; KADEREIT 1994). Zum Beispiel kann ein solcher Vergleich deutlich zeigen, ob ein komplexes morphologisches Merkmal einmal oder verschiedene Male unabhängig entstanden ist. Die unabhängige Entstehung des Syndroms der

Carnivorie bei Pflanzen ist zum Beispiel auf diese Weise von ALBERT et al. (1992) demonstriert worden. Wie wichtig ein wirklich unabhängiger Datensatz für die Rekonstruktion der Phylogenie von adaptiven Merkmalen ist, zeigen zwei Analysen des evolutionären Verlustes der Tristylyie bei den Pontederiaceen. ECKENWALDER und BARRETT (1986) haben aus der phylogentischen Analyse mit morphologischen Merkmalen geschlossen, daß ein einmaliger Übergang von Tristylyie zu Homostylyie den Ursprung einer Gruppe homostyler selbstfertiler Arten eingeleitet hat. Dagegen schließen GRAHAM und BARRETT (1995) nach einer Analyse mit Sequenzdaten der Chloroplastengene *rbc L* und *ndh F*, daß Tristylyie bei den Pontederiaceen mindestens dreimal unabhängig verloren worden ist, wobei mindestens zweimal homostyle Arten entstanden sind. Wie schon ECKENWALDER und BARRETT (1986) vermutet haben, hat die konvergente Evolution von morphologischen Merkmalen bei der Ausbildung des Selbstungs-Syndroms eine monophyletische Entstehung der homostylen Arten vorgetäuscht.

Polymorphismen in der DNA haben als Merkmale den großen Vorteil, daß sie direkten methodischen Zugang zur variablen Stelle im Genom zulassen. Es ist dadurch möglich, auch anonyme DNA-Marker wie RFLPs oder noch weniger präzise definierte, wie RAPDs (random amplified polymorphic DNA: WELSH und MCCLELLAND 1990; WILLIAMS et al. 1990; 1993) bis auf die Sequenzunterschiede hin zu analysieren und die eventuelle Funktion des DNA-Abschnitts zu bestimmen, in dem der Polymorphismus liegt. Andererseits kann über die phylogenetische Korrelation und die genetische Koppelung zwischen molekularen Markern und morphologischen Merkmalen die genetische Basis der Merkmalsevolution beliebig genau untersucht werden. Damit bieten gerade die molekularen Methoden neue Ansätze zur Analyse der morphologischen und funktionellen Merkmale. Anstatt die biologisch relevanten Merkmale zu verdrängen, helfen molekulare Methoden, solche Merkmale viel verlässlicher und genauer zu untersuchen als das bisher der Fall war. Die Methoden dazu können wir aus der Züchtungsforschung und aus der Entwicklungsbiologie entlehnen (DOEBLEY 1993).

3 Markergestützte Kartierung von Genen für morphologische Merkmale

Künstliche Kreuzungen zwischen verschiedenen Arten sind bei Pflanzen oft erfolgreich, und die Hybriden sind oft, wenigstens teilweise, fertil. In der Züchtungsforschung werden "weite Kreuzungen" ausgenutzt, um Gene einer Art in das Genom einer anderen Art einzuschleusen. Molekulare Marker spielen dabei jetzt eine wichtige Rolle, denn DNA-Polymorphismen im fraglichen Gen oder so nahe dabei, daß sie gekoppelt vererbt werden, sind sehr viel leichter zu bestimmen als die phänotypischen Effekte des Gens. Es sind deshalb verschiedene Markersysteme entwickelt worden, mit denen Polymorphismen überall im Genom aufgespürt und als genetische Marker benutzt werden können (PHILLIPS und VASIL 1994). Damit wird es möglich, genetische Karten der beiden Elterngenome zu berechnen, die im Hybriden vereinigt sind. Die kartierten DNA-Polymorphismen haben meist selbst keinerlei funktionelle Bedeutung, aber sie sitzen wie Kilometersteine entlang der Chromosomen und markieren die Lage von Genen in ihrer Nähe. Dort, wo sich ein evolutionär ursprünglicher Merkmalszustand mit einem abgeleiteten Merkmalszustand in einem fertilen Hybriden vereinigen läßt, kann man mit dieser Methode die Gene lokalisieren, die an dem Evolutionsschritt beteiligt sind (PATERSON et al. 1988; DOEBLEY et al. 1990; BACHMANN und HOMBERGEN 1996). Bei Pflanzen ist das erstaunlich oft möglich.

BATTJES et al. (1994) haben Arten von *Microseris* (Asteraceae) gekreuzt, von denen die eine vier Mikrosporangien an jeder Anthere trägt, die andere den evolutionär abgeleiteten Zustand von zwei Mikrosporangien pro Anthere. Das Experiment hat gezeigt, daß dieser Evolutionsschritt auf einer rezessiven Mutation beruht, deren Effekt durch die passenden Allele anderer Gene stabilisiert wird. BRADSHAW et al. (1995) haben zwei Arten der Gattung *Mimulus* (Scrophulariaceae) miteinander gekreuzt, die in der Natur zwar sympatrisch vorkommen, aber genetisch voneinander isoliert sind, weil die eine, *Mimulus lewisii*, durch Hummeln, die andere, *M. cardinalis*, durch Kolibris bestäubt wird. Die Blüten beider Arten sind deutlich auf den jeweiligen Bestäuber eingestellt. Diese Merkmalskomplexe werden durch genetische Rekombination im Hybriden aufgebrochen, und die Effekte einzelner Gene können dann durch einen Vergleich mit der Mendel-Spaltung von molekularen Markern nachgewiesen werden. Es ist erstaunlich, wie wenig Genunterschiede einen großen Teil der verschiedenen adaptiven Merkmalskomplexe erklären. Methodisch interessant an diesem Versuch ist, daß HIESEY et al. (1971) die Genetik der gleichen Hybridkombination als Ausdruck von Serien multipler Gene interpretiert hatten, weil ihnen nicht die molekularen Marker zur Charakterisierung der Hauptgene zur Verfügung standen. Die Demonstration einzelner Geneffekte in polygen bedingten Merkmalen als "Quantitative Trait Loci" (QTLs), (EDWARDS et al. 1987; LANDER und BOTSTEIN 1989) und die Unterscheidung von primär verantwortlichen Hauptgenen und modifizierenden Nebengenen (VLOT et al. 1992) ist ein großer Fortschritt über die statistisch gleichwertige Behandlung der beteiligten Gene in der quantitativen Genetik. Molekulare Marker machen ihn möglich.

4 Mutationsanalyse bei Modellsystemen

Wir sind aber weder auf natürlich vorkommende genetische Varianten noch auf die Kreuzbarkeit der unterschiedlichen Pflanzen beschränkt. DNA-Sequenzinformation läßt sich zwischen verschiedenen Organismen vergleichen, homologe Sequenzen können gezielt gesucht werden, und die Methoden zur Übertragung von Genen einer Pflanzenart in eine andere werden immer weiter ausgebaut. Damit können genetische Resultate, die an irgendeiner Art gewonnen werden, an anderen Arten geprüft werden. Die methodisch einfache Feststellung der Homologie von Genen kann dann auf die viel kompliziertere Homologie zwischen den Strukturen und Prozessen erweitert werden, die von diesen Genen gesteuert werden.

Der kleine Kreuzblütler *Arabidopsis thaliana* ist derzeit das meistgenutzte Modellsystem in der Pflanzengenetik (MEYEROWITZ 1987). Zu den Arten die parallel dazu mit ähnlichen Methoden untersucht werden, gehört auch das Löwenmäulchen, *Antirrhinum majus* (COEN and MEYEROWITZ 1991, ENDRESS 1992). Der Wert dieser Art als genetisches Modellsystem geht auf die Arbeiten von ERWIN BAUR (1924) und HANS STUBBE zurück, und die klassische zusammenfassende Monographie (STUBBE 1966), die in Gatersleben verfaßt worden ist, krönt eine der bedeutendsten Leistungen der klassischen Genetik in Deutschland.

Inzwischen kennen wir eine Anzahl von Genen, die bei der Entwicklung der Blüte eine Rolle spielen, von der Umstellung des vegetativen Meristems auf ein Blütenmeristem bis hin zur Ausfärbung der fertigen Blütenorgane. Anders als bei den oben beschriebenen Kreuzungsexperimenten sind die Mutanten von *Arabidopsis* künstlich induziert und die meisten sind nie in der Natur gefunden worden. Während bei den Kreuzungsexperimenten Gene gefunden werden,

die an der Evolution von Arten teilgenommen haben, hofft man bei der Suche nach induzierten Mutanten alle Gene zu finden, die das Merkmal spezifisch beeinflussen. Der Ausdruck "genetic dissection" soll zeigen, daß das Merkmal dabei systematisch in seine genetischen Komponenten zerlegt wird. Dabei werden molekulare Marker eingesetzt, die schließlich die Isolation und Klonierung der Gene ermöglichen sollen. Und wenn ein Gen erst einmal bei einer Art isoliert worden ist, ist es ein kleines Problem, homologe Gene bei anderen Arten zu finden. Das ist eine geradezu selbstverständliche Anwendung von VAVILOVS "Gesetz der homologen Reihen" (VAVILOV 1922), dessen Grundlage in der Struktur und Evolution von Genomen inzwischen offensichtlich ist (vergl. HAMMER und SCHUBERT 1994).

Ein neueres Beispiel für die Übertragbarkeit molekulargenetischer Resultate und ihren Beitrag zum Verständnis morphologischer Evolution ist die Klonierung des Gens "*CAULIFLOWER*" ("Blumenkohl") von *Arabidopsis* (KEMPIN et al. 1995). Das Gen spielt eine Rolle bei der Unterdrückung der Wachstumsvorgänge, die nötig ist, damit eine Blüte ein abgeschlossenes terminales Organ wird und nicht interne Seitensprosse produziert. Der Ausfall des Gens *CAULIFLOWER* allein hat dabei wenig Effekt. Ein anderes Gen, *APETALA1*, kann für die richtige Ausbildung der Blüte sorgen (BOWMAN et al. 1993). Wenn *APETALA1* mutiert, entstehen blattartige Kelchblätter, in deren Achseln sekundäre Blüten entstehen. In Pflanzen, in denen zusätzlich zu *APETALA1* auch noch *CAULIFLOWER* ausfällt, fehlt beinahe jede Wachstumskontrolle, und es kommt zu einem wilden Wuchern von undifferenzierten Blütenanlagen in spiralförmiger Anordnung dort, wo eigentlich eine terminale Blüte entstehen sollte. *Arabidopsis* produziert dann einen abnormen Blütenstand, der wie ein winziger Blumenkohl aussieht, und diese Ähnlichkeit ist ein Beispiel für Mutationen in homologen Genen, denn in echtem Blumenkohl ist das Gen mutiert, das *CAULIFLOWER* von *Arabidopsis* entspricht. Die Präzision, mit der Homologie bestimmt werden kann, zeigt sich am Befund, daß dabei die jeweiligen Mutationen in den homologen Genen nicht identisch, sondern unabhängig voneinander an verschiedenen Stellen im Gen entstanden sind. Die phänotypischen Merkmale sind aber identische Abwandlungen homologer Organe: in beiden Fällen ist die selbe Funktion ausgefallen. Deutlicher kann nicht demonstriert werden, wie ein identischer Merkmalszustand eines strikt homologen Merkmals doch phylogenetisch unabhängig und damit "homoplastisch" entstanden sein kann. Auch das ist eine direkte Konsequenz aus der Existenz der "homologen Reihen".

Es ist deutlich, daß eine Kenntnis aller Gene, die ein Merkmal beeinflussen, die Kulturpflanzengenetik und die Züchtungsforschung von Grund auf verändern wird. Jahrtausende lang sind Kulturpflanzen mehr oder weniger durch Auswahl und Kreuzung geeigneter zufällig aufgetretener Mutanten gezüchtet worden. Seit einigen Jahrzehnten wissen wir, wie wir die Mutationsrate erhöhen können, um schneller an größere Zufallsvariabilität zu kommen. Nun sind wir bald so weit, daß wir Genotypen und Pflanzen vorab entwerfen und dann gezielt konstruieren können. Dazu brauchen wir mehr als formal-genetische Information. Der Entwicklungsvorgang, bei dem die Information von DNA-Sequenzen unter Benutzung von Umweltsignalen in die dreidimensionale Struktur der Pflanze umgesetzt wird, verlangt ein Verständnis der geometrischen Wachstumsvorgänge, während denen Genprodukte entstehen, transportiert und abgebaut werden.

Erkenntnisse aus der Züchtungsforschung sind spätestens seit DARWIN eine der wichtigsten Quellen zum Verständnis der natürlichen Evolution geworden. Entsprechend werden auch die neuen Methoden und Resultate für die Taxonomie relevant sein. Dabei können die Resultate an Modellsystemen und Kulturpflanzen weit mehr liefern als Analogien für theoretische Überlegun-

gen. Unser Bild der morphologischen Evolution als Umbau bestehender Muster und als Variation in gemeinsam ererbten Bauplänen kann jetzt im Detail genetisch belegt werden. Dabei kommt es darauf an, die Resultate, die an Modellsystemen gewonnen werden, effizient einem breit angelegten Vergleich zu unterziehen. Der Schritt vom genau analysierten Einzelfall zur Diversität kann experimentell vorgenommen werden. Das verlangt natürlich einen intensiven Dialog und eine enge Zusammenarbeit zwischen den experimentellen Fächern und der Taxonomie .

5 Vom Modellsystem zur Diversität

Wie soll man sich die Verallgemeinerung von sehr komplexen und detaillierten Resultaten aus Modellsystemen auf zehntausende von Pflanzenarten praktisch vorstellen?

Ein Weg ist sicher, mit der Kenntnis der Variation in den Modellsystemen Hypothesen über die genetische Grundlage von natürlichen Evolutionsvorgängen zu machen und diese dann an ausgewählten Beispielen zu prüfen. ENDRESS (1992) hat als erster systematisch die neueren Resultate an *Arabidopsis* und *Antirrhinum* auf verwandte Arten bei Brassicaceen und Scrophulariaceen extrapoliert. Lange vorher hat allerdings GOTTSCHALK (1971) die Resultate der Mutationsforschung systematisch auf ihre evolutionäre Bedeutung hin geprüft und damit eine Zusammenfassung der "klassischen" Arbeiten geliefert, die noch immer unentbehrlich ist.

Mit der wachsenden Einsicht in die Modellsysteme sollte aber eine viel umfassendere Verallgemeinerung möglich werden. Wenn wir die Beziehung zwischen Genom und Phänotyp so weit begreifen, daß wir die phänotypischen Konsequenzen von (beliebigen) genetischen Veränderungen voraussagen können, dann können wir die bestehende Diversität der Formen als Auswahl aus der genetisch möglichen Diversität betrachten. Das würde eine klare Trennung von historischem Zufall und genetischer Bedingtheit bei der Erklärung der Biodiversität erlauben. Anstatt zu untersuchen, wie, und vielleicht warum das entstanden ist, was wir finden, können wir dann auch sinnvoll fragen, warum wir anderes nicht finden, was genetisch genauso wahrscheinlich ist. Stichhaltige Argumente dieser Art verlangen mehr Einsicht in die Beziehung zwischen Genetik und Morphologie als wir sie haben, aber für einzelne Teilvorgänge, zum Beispiel die Entwicklung von vegetativen Wachstums- und Verzweigungsformen und von Blüten und Blütenständen können wir beginnen, die experimentellen Daten zu integrierten Modellvorstellungen zusammenzufassen. Das verlangt zwangsweise eine Modellierung der Vorgänge im Computer. Zusätzlich zur Molekularbiologie und ihren Anwendungen muß eine genetische Analyse der morphologischen Evolution und Diversität also auch Zugang zur Computer-Modellierung haben, ohne die die komplexen Interaktionen der verschiedenen Geneffekte in wachsenden dreidimensionalen Geweben mit einer ganz bestimmten geometrischen Struktur nicht durchdacht werden können (MEINHARDT 1982; PRUSINKIEWICZ und LINDENMAYER 1990; FOWLER et al. 1992).

Diese Zukunftsvorstellungen für die vergleichende Pflanzenmorphologie verlangen eine weite interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Fächern, die selbst noch in voller Entwicklung sind. All dies wird die klassischen Methoden der Taxonomie eher ergänzen und anfüllen als sie überflüssig machen. In einem Fach, das bisher besonders traditionell gearbeitet hat, werden diese Entwicklungen neue Initiativen und neue Einstellungen verlangen und sicher zeitweilig auch für Unruhe sorgen. Aber wie die Unruhe, die die Einführung der molekularen Methoden in die phylogenetische Analyse mit sich gebracht hat, wird auch diese Unruhe produktiv und nützlich

sein. Taxonomisch wertvolle Erkenntnisse werden in den kommenden Jahren in verschiedenen Gebieten der experimentellen Botanik gewonnen werden. Wir sollten uns darauf einstellen, die Bedeutung dieser Resultate zu erkennen und sie in unsere Arbeit zu integrieren. Nur so können wir unseren Anspruch auf eine zentrale und koordinierende Rolle der Taxonomie in der Biologie wahr machen.

6 Literatur

- ALBERT, V.A.; S.E. WILLIAMS and M.W. CHASE (1992): Carnivorous plants: phylogeny and structural evolution. *Science* 257: 1491- 1495.
- BACHMANN, K. (1992): Nuclear DNA markers in angiosperm taxonomy. *Acta Bot. Neerl.* 41: 369-384.
- BACHMANN, K. (1994): Molecular markers in plant ecology. *New Phytologist* 126: 403-418.
- BACHMANN, K. and E.J. HOMBERGEN (1996): Mapping genes for phenotypic variation in *Microseris* (Lactuceae) with molecular markers. In: L. HIND (ed.) *Compositae: Systematics, Biology, Utilization*. Kew Gardens, Richmond
- BALDWIN, B.G. (1992): Phylogenetic utility of the internal transcribed spacers of nuclear ribosomal DNA in plants: an example from the Compositae. *Mol. Phyl. Evol.* 1: 3-16.
- BALDWIN, B.G.; M.J. SANDERSON; J.M. PORTER; M.F. WOJCIECHOWSKI; C.S. CAMPBELL and M.J. DONOGHUE (1995): The ITS region of nuclear ribosomal DNA: a valuable source of evidence on angiosperm phylogeny. *Ann. Miss. Botanical Garden* 82: 247-277.
- BATTJES, J.; K.L. CHAMBERS and K. BACHMANN (1994): Evolution of microsporangium numbers in *Microseris* (Asteraceae: Lactuceae). *Amer. J. Bot.* 81: 641-647.
- BAUM, D. (1994): *rbc L* and seed plant phylogeny. *Trends in Ecol. Evol.* 9: 39-41.
- BAUR, E. (1924): Untersuchungen über das Wesen, die Entstehung und die Vererbung von Rassenunterschieden bei *Antirrhinum majus*. *Bibliotheca Genetica* 4.
- BÖHLE, U.-R., H. HILGER, R. CERFF and W.F. MARTIN (1994): Non-coding chloroplast DNA for plant molecular systematics at the infrageneric level. In: SCHIERWATER, B.; B. STREIT; G.P. WAGNER and R. DESALLE (eds.) *Molecular Ecology and Evolution: Approaches and Applications*. Birkhäuser, Basel.
- BORISJUK, N., L. BORISJUK, G. PETJUCH and V. HEMLEBEN (1994). Comparison of nuclear ribosomal RNA genes among *Solanum* species and other Solanaceae. *Genome* 37: 271-279.
- BOWMAN, J.L.; J. ALVAREZ; D. WEIGEL; E.M. MEYEROWITZ and D.R. SMYTH (1993): Control of flower development in *Arabidopsis thaliana* by *APETALA1* and interacting genes. *Development* 119: 721-743.
- BRADSHAW, H.D. JR; S.M. WILBERT; K.G. OTTO and D.W. SCHEMSKE (1995): Genetic mapping of floral traits associated with reproductive isolation in monkeyflowers. *Nature* 376: 762-765.
- BREMER, B. and R.K. JANSEN (1991): Comparative restriction site mapping of chloroplast DNA implies new phylogenetic relationships within Rubiaceae. *Amer. J. Bot.* 78: 198-213.
- CHASE, M.W.; D.E. SOLTIS; R.G. OLMSTEAD; D. MORGAN; D.H. LES; B.D. MISHLER; M.R. DUVALL; R.A. PRICE; H.G. HILLS; Y.-L. QIU; K.A. KRON; J.H. RETTIG; E. CONTI; J.D. PALMER; J.R. MANHART; K.J. SYTSMAN; H.J. MICHAELS; W.J. KRESS; K.G. KAROL; W.D. CLARK; M. HEDRÉN; B.S. GAUT; R.K. JANSEN; K.-J. KIM; C.F. WIMPEE; J.F. SMITH; G.R.

- FURNIER; S.H. STRAUSS; Q.-Y. XIANG; G.M. PLUNKETT; P.S. SOLTIS; S.M. SWENSEN; S.E. WILLIAMS; P.A. GADEK; C.J. QUINN; L.E. EGUIARTE; E. GOLENBERG; G.H. LEARN, JR.; S.W. GRAHAM; S.C.H. BARRETT; S. DAYANANDAN and V.A. ALBERT (1993): Phylogenetics of seed plants: an analysis of nucleotide sequences from the plastid gene *rbc L*. *Annals Miss. Bot. Garden* 80: 528-580.
- CLEGG, M.T. and G. ZURAWSKI (1992): Chloroplast DNA and the study of plant phylogeny. In: SOLTIS, P.S.; D.E. SOLTIS and J.J. DOYLE (eds.) *Molecular Systematics of Plants*. Chapman & Hall, New York, pp. 1-13.
- COEN, E.S. and E.M. MEYEROWITZ (1991): The war of the whorls: genetic interactions controlling flower development. *Nature* 353: 31-37.
- CRAWFORD, D.J. (1990): *Plant Molecular Systematics*. Wiley-Interscience, New York.
- DOEBLEY, J. (1993): Genetics, development and plant evolution. *Current Opinion in Genetics and Development* 3: 865-872.
- DOEBLEY, J.; A. STEC; J. WENDEL and M. EDWARDS (1990): Genetic and morphological analysis of a maize-teosinte F2 population: implications for the origin of maize. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 87: 9888-9892.
- ECKENWALDER, J.E. and S.C.H. BARRETT (1986): Phylogenetic systematics of the Pontederiaceae. *Syst. Bot.* 11: 373-391.
- EDWARDS, M.D.; C.W. STUBER and J.F. WENDEL (1987): Molecular-marker-facilitated investigations of quantitative trait loci in maize. I. Numbers, genomic distribution and types of gene action. *Genetics* 116: 113-125.
- ENDRESS, P.K. (1992): Evolution and floral diversity: the phylogenetic surroundings of *Arabidopsis* and *Antirrhinum*. *Int. J. Plant Sci.* 153: 106-123.
- FOWLER, D.R.; P. PRUSINKIEWICZ and J. BATTJES (1992): A collision-based model of spiral phyllotaxis. *Computer Graphics* 26: 361-368.
- GOTTSCHALK, W. (1971): *Die Bedeutung der Genmutation für die Evolution der Pflanzen*. Gustav Fischer, Stuttgart.
- GRAHAM, S.W. and S.C.H. BARRETT (1995): Phylogenetic systematics of the Pontederiales: implications for breeding-system evolution. In: RUDALL, P.J., P.J. CRIBB, D.F. CUTLER and C.J. HUMPHRIES (eds.) *Monocotyledons: Systematics and Evolution*. Royal Botanic Gardens Kew, U.K.
- GRÜNDLER, P.; I. UNFRIED; K. PASCHER and D. SCHWEIZER (1991): rDNA intergenic region from *Arabidopsis thaliana*. Structural analysis, intraspecific variation and functional implications. *J. Mol. Biol.* 221: 1209-1222.
- HAMBY, R.K. and E.A. ZIMMER (1992): Ribosomal RNA as phylogenetic tool in plant systematics. In: SOLTIS, P.S.; D.E. SOLTIS and J.J. DOYLE (eds.), *Molecular Systematics of Plants*. Chapman and Hall, New York; pp. 50-91.
- HAMMER, K. and I. SCHUBERT (1994): Are VAVILOV's law of homologous series and synteny related. *Genet. Resour. Crop Evol.* 41: 123-124.
- HANELT, P. (1994): Tradition and Fortschritt einer Forschungseinrichtung. *Biol. Zent.bl.* 113: 15-23.
- HELENTJARIS, T.; G. KING; M. SLOCUM; C. SIEDENSTRANG and S. WEGMAN (1985): Restriction fragment polymorphisms as probes for plant diversity and their development as tools for applied plant breeding. *Plant. Mol. Biol.* 5: 109-118.

- HEMLEBEN, V.; M. GANAL; J. GERSTNER; K. SCHIEBEL and R. A. TORRES (1988): Organization and length heterogeneity of plant ribosomal RNA genes. In: KAHL, G. (ed.) Architecture of Eucaryotic Genes. VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim.
- HIESEY, W.M.; M.A. NOBS and O. BJORKMAN (1971): Experimental studies on the nature of species. V. Biosystematics, genetics, and physiological ecology of the *Erythranthe* section of *Mimulus*. Carnegie Inst. Washington Publ. 628.
- HILLIS, D.M. (1991): Discriminating between phylogenetic signal and random noise in DNA sequences. In: MIYAMOTO, M.M. and J. CRACRAFT (eds.) Phylogenetic Analysis of DNA Sequences. Oxford University Press, Oxford; pp. 278-294.
- HILLIS, D.M. and C. MORITZ (1990): Molecular Systematics. Sinauer Associates, Sunderland, Mass.
- JANSEN, R.K.; H.J. MICHAELS; R.S. WALLACE; K.-J. KIM; S.C. KEELEY; L.E. WATSON and J.D. PALMER (1992): Chloroplast DNA variation in the Asteraceae: phylogenetic and evolutionary implications. In: SOLTIS, P.S.; D.E. SOLTIS and J.J. DOYLE (eds.) Molecular Systematics of Plants. Chapman and Hall, New York; pp. 252-279.
- JENSEN, U. (1994): Synopsis of progress for 1992-1993 in the DFG Schwerpunkt program "Molecular approaches in plant evolution". Plant Syst. Evol. 191: 127-130.
- KADEREIT, J.W. (1994): Molecules and morphology, phylogenetics and genetics. Bot. Acta 107: 369-373.
- KEMPIN, S.A.; B. SAVIDGE and M. F. YANOFSKY (1995): Molecular basis of the *cauliflower* phenotype in *Arabidopsis*. Science 267: 522-525.
- LANDER, E.S. and D. BOTSTEIN (1989): Mapping Mendelian factors underlying quantitative traits using RFLP linkage maps. Genetics 121: 185-199.
- MEINHARDT, H. (1982): Models of Biological Pattern Formation. Academic Press, London.
- MES, T.H.M (1995): Origin and evolution of the Macaronesian Sempervivoideae (Crassulaceae). Ph D Dissertation, University of Utrecht.
- MEYEROWITZ, E.M. (1987): *Arabidopsis thaliana*. Ann. Rev. Genet. 21: 93-111.
- PALMER, J.D.; R.K. JANSEN; H. J. MICHAELS; M.W. CHASE and J.R. MANHART (1988): Chloroplast DNA variation and plant phylogeny. Ann. Missouri Bot. Garden 75: 1180-1206.
- PATERSON, A.H.; E.S. LANDER; J.D. HEWITT; S. PETERSON; S.E. LINCOLN and S.D. TANKSLEY (1988): Resolution of quantitative traits into Mendelian factors by using a complete linkage map of restriction length polymorphisms. Nature 335: 721-726.
- PHILLIPS, R.L. and I.K. VASIL (eds.) (1994): DNA-based Markers in Plants. Kluwer, Dordrecht.
- PRUSINKIEWICZ, P. and A. LINDENMAYER (1990): The Algorithmic Beauty of Plants. Springer, New York.
- SAIKI, R.K.; S. SCHARF; F. FALOONA; K. . MULLIS; G. . HORN; H.A. ERLICH and N. ARNHEIM (1985): Enzymatic amplification of b-globin genomic sequences and restriction site analysis for diagnosis of sickle cell anemia. Science 230: 1350-1354.
- SONG, K.M.; T.C. OSBORN and P.H. WILLIAMS (1988): *Brassica* taxonomy based on nuclear restriction fragment length polymorphisms (RFLPs). 1. Genome evolution of diploid and amphidiploid species. Theor. Appl. Genet. 75: 784-794.
- STUBBE, H. (1966): Genetik und Zytologie von *Antirrhinum* L. sect. *Antirrhinum*. VEB Gustav Fischer, Jena.
- SYTSMA, K. J. (1990): DNA and morphology: inference of plant phylogeny. Trends Ecol. Evol.

5: 104-110.

- TABERLET, P.; L. GIELLY; G. PAUTOU and J. BOUVET (1991): Universal primers for amplification of three non-coding regions of chloroplast DNA. *Plant Mol. Biol.* 17: 1105-1109.
- VAVILOV, N. I. (1922): The law of homologous series in variation. *J. Genet.* 12: 47-89.
- VLOT, E.C.; W.H. VAN HOUTEN; S. MAUTHE and K. BACHMANN (1992): Genetic and nongenetic factors influencing deviations from five pappus parts in a hybrid between *Microseris douglasii* and *M. bigelovii* (Asteraceae, Lactuceae). *Int. J. Plant Sci.* 153: 89-97.
- WELSH, S.L. and M. MCCLELLAND (1990): Fingerprinting genomes using PCR with arbitrary primers. *Nucl. Acids Res.* 18: 7213-7218.
- WILLIAMS, J.G.K.; M.K. HANAFEY; J.A. RAFALSKI and S.V. TINGEY (1993): Genetic analysis using random amplified polymorphic DNA markers. *Methods in Enzymology* 218: 704-740.
- WILLIAMS, J.G.K.; A.R. KUBELIK; K.J. LIVAK; J.A. RAFALSKI and J.W. TINGEY (1990): DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucl. Acids Res.* 18: 6531- 6535.
- ZIMMER, E.A.; R.K. HAMBY; M.L. ARNOLD; D.A. LEBLANC and E.C. THERIOT (1989): Ribosomal RNA phylogenies and flowering plant evolution. In: FERNHOLM, M.; K. BREMER and H. JORNVALL (eds.) *Nobel Symposium 17: The Hierarchy of Life*. Elsevier, Amsterdam; pp. 205-214.

Ursprung und Evolution obligatorischer Unkräuter

Origins and evolution of obligatory weeds

HILDEMAR SCHOLZ¹

Zusammenfassung

Pflanzen, deren Populationen ausschließlich vom Menschen geschaffene oder stark menschlich gestörte Standorte besiedeln, sind die obligatorischen Segetalia und Ruderalia. Aus Mangel an stichhaltigen Beweisen für ihr gegenwärtiges und früheres Vorkommen in natürlicher Vegetation wird seit Anfang unseres Jahrhunderts zunehmend ihr anthropogener Ursprung von vielen Autoren anerkannt. Beispiele sind die mimetischen Unkräuter der Kulturpflanzen vom konvergenten Entwicklungstyp und die Unkräuter vom nicht-konvergenten Entwicklungstyp, die beide in prähistorischer Zeit entstanden und Archäophyten genannt werden, sowie die neuzeitlich obligatorischen Unkräuter. Sehr verschieden sind die Evolutionsmechanismen und -zeiten bei Unkräutern. Unter anderem sind schnelle genetische Änderungen in Artpopulationen (Parasaltation) und Artbildung von einer Generation zur anderen (Saltation) teilweise bestätigte Hypothesen der Unkrautevolutions-Forschung. In einigen Fällen ist die Entstehung von Unkräutern durch partiellen genetischen Rückschlag der Kulturpflanzen eine angemessene Erklärung für die bisher durch Hybridisierung von Wild- bzw. Unkrautpflanzen und Kulturpflanzen gedeuteten Formbildungen. Kulturpflanzen können auch unkrautartig auftreten oder Ursprung neuer Unkraut-Kulturpflanzen sein.

Summary

Plant populations which settle entirely on man-made habitats, or are restricted to sites strongly disturbed by human activities, are referred to as obligatory agrestals and obligatory ruderals. Many authors, since the beginning of our century increasingly, accept the anthropogenic origin of the respective taxa for lack of any sound evidence of their previous or present occurrence in natural vegetation. Examples are the crop mimetic weeds convergently evolved together with cultigenic taxa as well as the non-convergently originated weeds both arose in prehistoric periods and today called archaeophytes, and the obligatory weedy taxa evolved only recently. Very different are the *modes* and *tempi* in weed evolution processes. Among others, a rapid genetic change in a species population (parasaltation) and the instant speciation in one generation (saltation) are working hy-

¹ Freie Universität Berlin
Zentraleinrichtung Botanischer Garten
und Botanisches Museum Berlin-Dahlem
Königin-Luise-Str. 6- 8
14191 Berlin

potheses in weed science, in part verified by several researchers. In some cases the origin of weeds by a partly genetic reverse of cultigens reasonably accounts for phenomena hitherto interpreted as outcomes of domesticate-wild-weed hybridogenous interactions. Also unaltered cultigens can behave as weeds or generate new weedy cultigenic taxa.

1 Einleitung

Die planmäßige Landnutzung durch den Menschen vor etwa 10 000 Jahren in den verschiedenen Erdteilen markiert den Beginn noch heute fortdauernder Florenveränderungen. Erst seit diesen Zeiten gibt es Unkräuter. Jedoch ist "Unkraut" nicht gleich "Unkraut", in der Wissenschaft werden nach Biologie, Ökologie und Evolution der Unkrautpflanzen verschiedene Unkrauttypen unterschieden. Von ihnen handeln unter dem Konzept und dem Oberbegriff "Obligatorische Unkräuter" die nachfolgenden Zeilen, wobei Theorien der Artbildung besonders beachtet werden. ("Unkraut" ist wegen der negativen Konnotation des Wortes eine nicht sehr passende Bezeichnung - geeigneter wäre "Kulturbegleiter" - ; das Wort hat allerdings, ähnlich wie das englische "weed", den Vorteil der Kürze und Griffigkeit.)

Der Unkrautdefinition von BAKER (1965) einschränkend folgend, ist ein "obligatorisches Unkraut" (obligatory weed, obligate weed) eine Pflanze, deren Populationen gänzlich auf vom Menschen geschaffenen oder stark gestörten Standorten siedeln, mit Ausnahme der absichtlich kultivierten Pflanzen. Obligatorische Unkräuter, zu denen die "World's worst weeds" (HOLM et al. 1977) gehören, sind also die für die Ökosysteme des kultivierten Landes oder kulturbeeinflusster Böden spezifischen Segetalia (agrestals) und Ruderalia (ruderals) einschließlich der Begleiter des Gartenbaus (horticultural weeds), im Gegensatz zu den fakultativen Unkräutern ohne solche Standortsspezifitäten. (Spezifische, nicht absichtlich gesäte oder gepflanzte Gewächse des Wirtschaftsgrünlandes (SCHOLZ 1975), von Park- und Zierrasen, der Forste etc. bleiben der Einfachheit halber hier unberücksichtigt.)

Obligatorische Unkräuter gab es bereits in vor- und frühgeschichtlichen Zeiten und wurden in Europa seit RIKLI (1903) "Archäophyten" (archaeophytes) und später gelegentlich "Anökophyten" (anecophytes) d.h. heimatlose Pflanzen genannt (ZOHARY 1962, siehe auch THELLUNG 1925). Sie bilden in der Standortklassifikation der Synanthropen neben den Agriophyten ("Neophyten" einiger Autoren, neuzeitig in natürlicher oder naturnaher Vegetation etablierte fremdländische Pflanzen) und den Epökophyten (neuzeitig in vom Menschen gestörter Vegetation etablierte fremdländische Pflanzen) eine eigenständige, dritte Gruppe. Ihre vielfach über die ursprünglichen Verbreitungsgrenzen vollzogene Ausbreitung teilen sie mit den Unkräutern anderer Kontinente mit strenger Bindung an Kultur- und stark kulturbeeinflusste Biozönosen.

"Heimatlosigkeit" ist Spezifikum nicht nur der Archäophyten, sondern auch einiger gemeinhin als (fremdländische) Kenophyten bezeichneter obligatorischer Unkräuter eines Florengebietes, der Kenophyta anthropogena. Die Heimat der "heimatlosen", nirgends und zu keiner Zeit in natürlicher Vegetation vorhandenen Kräuter sind die mehr oder weniger künstlichen Standorte; die betreffenden Taxa sind anthropogen oder anthropo-neogen und heimische Glieder der Kulturlandschaft, autochthone oder allochthone Indigenophyta anthropogena der Flora (SCHOLZ 1991a, 1995 und dortige Literatur). McNEILL (1976) widmete der Evolution von "neuen Unkräutern"

(new weeds) ein eigenes Kapitel seines Aufsatzes und schon 1940 anerkannte KOMAROV (nach KORNAS 1983) Sippen-Anthropogenie bei Pflanzen und prägte den Ausdruck "Anthropophyta anthropogena" (denselben Terminus benutzte auch MIREK 1991). "Anthropogene Unkräuter" und "Heimatlose Unkräuter" sind Synonyma "Obligatorischer Unkräuter". "Kosmopolit" bei Unkräutern bezeichnet ähnliches, und "Archäophyten" steht für die historisch älteste Teilmenge der obligatorischen Unkräuter.

Für die weiter unten genannten Taxa kommt vornehmlich die in der Pflanzengeographie hauptsächlich berücksichtigte Kategorie der morphologisch definierten Art (species) unterschiedlicher genetisch-biologischer Dignität in Betracht (pluralistisches Artkonzept). Die meisten Angaben beziehen sich auf Arten, die in Europa siedeln, seltener auf außereuropäische Taxa (Nomenklatur der Namen, ohne abgekürztes Literaturzitat, nach gängigen Florenwerken bzw. nach den Angaben in neueren Arbeiten der zitierten Autoren). RIKLI (1903: 74) nennt *Capsella bursa-pastoris*, *Cardamine hirsuta* und *Descurainia sophia* Archäophyten, "deren Heimat kaum mehr mit Sicherheit festzustellen sein dürfte", die tatsächlich wie wir heute wissen ohne Heimat sind. Gut 40 Archäophyten-Arten wurden von THELLUNG (1915, 1918/19) aufgelistet. Von den ca. 150 Archäophyten Deutschlands (Liste im Anhang), nach SCHUBERT & VENT (1988: 17) "in vorgeschichtlicher oder frühgeschichtlicher Zeit eingeschleppt", wird der größte Teil ebenfalls heimatlos sein. Weltweit ist die Zahl der obligatorischen Unkräuter um ein Vielfaches größer.

2 Das Problem der Heimatlosigkeit von Unkräutern

Das Phänomen der Heimatlosigkeit von Unkräutern (im Sinne ihres Fehlens an Naturstandorten) und anderen unkrautartigen Pflanzen (Holzgewächse: außerhalb von Kulturen *Amelanchier lamarckii* u. *A. spicata*, SCHROEDER 1972, 1994; *Platanus hispanica*, siehe JONES 1968), Pilzen (obligat-phytoparasitäre Micromyceten: z.B. *Synchytrium endobioticum* auf *Solanum spp.* und *Hyoscyamus niger*, die altweltliche *Microsphaera pseudoacaciae* auf *Robinia pseudoacacia* in Europa, KREISEL & SCHOLLER 1994; Rostpilze auf Archäophyten, POELT 1985) und Moosen (*Marchantia polymorpha* subsp. *ruderalis*, BOISSELIER-DUBAYLE et al. 1995) war hinsichtlich der Samenpflanzen schon den älteren Pflanzengeographen bekannt (FRIES 1843). Jedoch nur selten wird "patria ignota" oder "Herkunft unbekannt" (OBERDORFER 1994 über *Amaranthus bouchonii*) geschrieben. Häufiger findet man in der Literatur vage oder unterschiedlichste Herkunfts- und Ursprungsvermutungen, immer von der Voraussetzung eines natürlichen, proanthropen Wildvorkommens ausgehend. Über das kosmopolitische Ruderal- und Gartenunkraut *Oxalis corniculata* bemerkt BAKER (1991), daß es nach seiner Meinung aus Australien und Neuseeland stamme, viele andere Autoren aber ein europäisches Indigenat annehmen und in Europa die Art vielfach als neuweltlich gilt (JÄGER und WEINERT in SCHUBERT & VENT 1988 halten ihre Heimat in West-Asien für möglich). Für *Oxalis fontana* (*O. europaea*) wird mit Fragezeichen Amerika als Heimatland angegeben (FISCHER 1994). Diesen Beispielen ließen sich noch viele andere anfügen.

Einige Autoren leugnen mehr oder weniger explizit die Heimatlosigkeit von Unkräutern, besonders die Existenz nitrophiler obligatorischer Ruderalia (LOHMEYER 1954, LOHMEYER & SUKOPP 1992), wie z.B. der Gattungen *Chenopodium*, *Atriplex* und *Polygonum* (*Persicaria*), oder allgemein aller Archäophyten, indem sie auf die in nahen und fernen Ländern natürlicherweise

bedingten Störstellen in der freien Natur, wie Flußufer, Küstenspülsäume, Windwurf- und Waldbrandflächen, Wildlagerplätze etc., hinweisen, die ihre natürlichen Habitate seien. Aber die heute beobachtete Besiedlung derartiger offener, keinesfalls menschlich unbeeinflusster Böden ist eher ein sekundäres Geschehen (SCHROEDER 1969: 229, Fußnote) und Folge eines ständigen und wiederholten Diasporeneintrags aus den Unkrautpopulationen der umgebenden Kulturlandschaft (dazu TREPL 1994), oder aber die Unkräuter besitzen dort sekundäre Verbreitungszentren. Heimische Pionierpflanzen, z.B. die in Mitteleuropa die periodisch trockenfallenden, sandig-kiesigen oder schlammigen Flußuferpartien kolonisierenden Arten der Zwergbinsen-, Strandlings-, Flutrasen-, und Schlammlingsgesellschaften (*Cyperus fuscus*, *Coleanthus*, *Spergularia echinosperma*, *Corrigiola litoralis*, *Lindernia*, *Limosella*; auch *Bidens cernua*) zeigen nicht die geringste Tendenz, auf Kulturland überzusiedeln (Apophytie). Für die Ruderalia und vergleichbaren Kulturbegleiter gibt es keinen streng wissenschaftlichen Beweis eines solchen jemals vollzogenen Standortwechsels, und daß sie einmal Elemente proanthroper Floren waren. Spezifische Ruderalia und Segetalia sind anders als die nichtspezifischen, fakultativen Unkräuter entgegen einer weithin (z.B. von DE WET 1981) geteilten Ansicht keine Pionierpflanzen (colonizers) i.e.S., auch nicht wenn sie deren direkte Abkömmlinge sind (DE WET & HARLAN 1975, ZEVEN & DE WET 1982).

Bei anderen obligatorischen Unkräutern gilt der Hinweis auf die ungenügenden Kenntnisse fremdländischer Floren und Vegetation - die Art könnte irgendwo an Naturstandorten noch gefunden werden - als Argument gegen Heimatlosigkeit (zuletzt noch bei HÜGIN & HÜGIN 1994 für den Archäophyten *Veronica opaca*). Oder es wird - eines der häufigsten Einwände - ihre zeitlich weit zurückliegende Ausrottung an natürlichen Standorten und ein Überleben nur auf anthropogenem Gelände, also Apophytie postuliert (ZOHARY 1950, p.p.; "Archaeophyta resistentia", ZAJAC 1983, 1988; Angaben aus der älteren Literatur bei SCHOLZ 1995) oder als angeblich gesicherte Tatsache genommen. Die Taxa wären demnach heute heimatlos, aber nicht von Anbeginn. Bei Allopolyploiden (z.B. *Eleusine africana*, WERTH et al. 1993; *Echinochloa crus-galli*, HILU 1994) wird Extinktion oder unentdeckte Existenz wenigstens einer (bei hochpolyploiden Arten mit mehreren Chromosomensätzen) Elternart für wahrscheinlich gehalten. Kritisch zu hinterfragen sind auch diese Ansichten. So sind beispielsweise die wenigen Nachweise einiger heutiger Segetal- und Ruderalpflanzen aus interglazialen oder nacheiszeitlichen Perioden Europas vor Ackerbau und menschlicher Siedlungstätigkeit (z.B. GODWIN 1956, WILLERDING 1986) oft stratigraphisch wenig überzeugend, auch vielfach nur mit einem einzigen Samen oder einer einzelnen Frucht belegt, oder die behauptete Identität mit gegenwärtigen Arten oder Sippen ist anfechtbar. Und *terra incognita* gibt es heute nicht mehr in größerem Umfang. Weltweit und nachhaltig ist das sich steigernd umgestaltende und verändernde (oft abträgliche) Wirken des Menschen auf die Flora und Vegetation: "Natural habitat has been displaced by human disturbance over nearly three-quarters of the habitable surface of the planet", in Europa 84,5 % der Fläche (HANNAH et al. 1994: 248; bezogen auf Biome HANNAH et al. 1995). Unter diesen globalen Auswirkungen wird erst in unserem Jahrhundert mit anthropogenen Sippen- und Artbildungsprozessen gerechnet, über deren Ausmaß allerdings geringe Klarheit herrscht und deren Relevanz oft weit unterschätzt wird. Bislang wird der Einfluß des Menschen auf Flora und Vegetation meist unter rein quantitativen Gesichtspunkten abgehandelt. Auf der Grundlage einer romantisch verklärten und trotz innerartlicher Dynamik (BROWN & MARSHALL 1981) letztlich statisch aufgefaßten Natur sind "Invasionen", "Einwanderung", "Überfremdung", "Verdrängung" beliebte Diskussionstopoi.

Zahlreiche neuere, genetisch-molekularbiologisch gestützte Hypothesen und Theorien, die das populationsgenetische Artbildungsmodell der darwinistischen Selektionstheorie vielfältig ergänzen (Quanten-Artbildung, peripatrische Artbildung, "catastrophic selection", "founder effect"; siehe GRANT 1976, KING 1993, KIM 1994) oder durch Fortentwicklung älteren saltationistischen Gedankenguts ersetzen (Stichworte: Homöotische Mutationen, "neo-Goldschmidtian synthesis", "development-gene-expression via terata and transposons", BATEMAN & DIMICHELE 1994, siehe auch SCHOLZ 1994; "major genes", KADEREIT 1994) bis hin zu wiederbelebten lamarckistischen Vorstellungen einer Erbllichkeit unmittelbar umweltinduzierter Veränderungen ("epigenetic inheritance", JABLONKA & LAMB 1995), könnten Forschungsprogrammen über anthropogene Artbildung neue Impulse geben und das Verständnis von Heimatlosigkeit und Evolution obligatorischer Unkräuter auf anthropogenen Standorten erleichtern.

Eine durch die menschliche Tätigkeit bewirkte Evolution als "non-evolutionary noise" zu disqualifizieren und deshalb nicht nur die cultigenen Kulturpflanzen (domesticates, cultigens) von einer Klassifizierung nach traditionell taxonomischen Methoden auszuschließen (HETTERSCHIED & BRANDENBURG 1995, u. a. in Polemik gegen HARLAN & DE WET 1971), sondern dann konsequenterweise auch die anthropogenen Unkräuter ("Halbkulturpflanzen", ROTHMALER 1950), wäre sehr fatal für einige Bereiche der pflanzengeographischen Forschungen. Solche Bestrebungen, so sie denn sich durchsetzten, würden im Effekt außerdem Lernprozesse bei allen an Evolutionsfragen Interessierten blockieren.

3 Evolution obligatorischer Unkräuter

3.1 Unkräuter vom konvergenten Entwicklungstyp

Erste Kenntnisse dieses Unkrauttyps (KUPZOW 1980 nach HAMMER 1988) gehen auf russische Autoren zurück, beginnend mit den Untersuchungen von ZINGER (1909) an einigen Unkräutern des Leins oder Flachses (*Linum usitatissimum*).

Taxa dieser Unkrautgruppe sind ausschließlich Segetalia. Sie haben sich im Prozeß der Domestikation bestimmter Kulturpflanzen eng assoziiert mit diesen entwickelt (associated weeds). Aus dem Genpool mutativ- oder hybridvariabler Populationen kolonisierender Arten mit anfänglich fakultativem Unkrautcharakter entstanden auf Ackerstandorten durch unbewußte, gerichtete und stabilisierende Selektion bei der Kultivierung und Ernte der genutzten Pflanzen mehr oder weniger große Ähnlichkeiten im Habitus, in der Phänologie und eventuell in Diasporeneigenschaften bei Kulturpflanzen und Unkräutern, ohne genetische Interaktionen. Gemeinsame Evolution (co-evolution) und gleichartig wirkende Selektionsdrücke führten zu partiell konvergenter Merkmalsausbildung, zu Unkräutern mit Kulturmerkmalen (THELLUNG 1925), so daß sich gleichsam durch "Nachahmung" von Kulturpflanzeigenschaften, durch Kulturpflanzen-Mimikry (crop mimicry) Schutzanpassungen gegenüber Unkrautbekämpfungsmaßnahmen des Menschen, mimetische Unkräuter (mimetic weeds) herausbildeten. Wurde ein Nutzungszweck der unfreiwillig kultivierten Unkräuter erkannt, konnte eine bewußte Selektion und Kultivierung erfolgen, die zur Steigerung der gewünschten Merkmalsausprägungen bei den dann sog. sekundären Kulturpflanzen führte (VAVILOV 1926). Heute sind viele mimetische Unkräuter durch technisierte und chemisierte agrotechnische Maßnahmen selten geworden oder schon ausgestorben.

BARRETT (1983) unterscheidet zwei Formen der Kulturpflanzen-Mimikry: "Samen-Mimikry" (seed mimicry) und "Vegetative Mimikry" (vegetative mimicry). Bei Samen-Mimikry besteht mehr oder weniger große Übereinstimmung in Größe, spezifischem Gewicht und Farbe der Samen oder Früchte zwischen Unkräutern und Kulturpflanzen. Bezogen auf das Ausbreitungsvermögen sind Unkräuter mit Samen-Mimikry "speirochore Unkräuter" (LEVINA 1957 nach KORNAS 1988); ihre Diasporen werden unerkannt und unbeabsichtigt mit denen der Kulturpflanzen Jahr für Jahr geerntet, aufbewahrt und wieder ausgesät, eine spontane Ausbreitung fehlt wie bei den Kulturpflanzen oder ist stark eingeschränkt. Bei den Unkräutern mit vegetativer Mimikry besteht eine starke, täuschende Ähnlichkeit mit den Kulturpflanzen im Keimlingsstadium und im Jugendzustand, die sehr wirksam gegen mechanische Bekämpfung (etwa durch Jäten) vor der Blühphase schützt.

Ob bei den im nachfolgenden genannten Arten und Sippen ausschließlich gradualistisch-zielgerichtete Selektionsprozesse bei der Mimikry-Evolution entscheidend waren und nicht vielleicht auch andere Ereignisse ("exaptations" im Sinne von GOULD & VRBA 1982; Syntenie, Genexprimierungen in homologen Genomen phänetisch entfernt verwandter Taxa, HAMMER & SCHUBERT 1994) erscheint etwas zweifelhaft. Über die Abstammungsverhältnisse der Arten ist im allgemeinen wenig Genaues bekannt, bei den Unterarten dürfte in der Regel die weiter verbreitete und als Art frühzeitiger bekannt gewordene und beschriebene sog. Typusunterart Ausgangssippe sein.

Mimetische Unkräuter des Leins (*Linum usitatissimum*; Referenzen HJELMQVIST 1950): u.a. *Polygonum lapathifolium* subsp. *leptocladum* (*P. linicolum*), *Silene linicola*, *Silene cretica*, *Spergula arvensis* subsp. *linicola*, *Agrostemma githago* subsp. *linicolum* (*A. linicolum*), *Sinapis arvensis* subsp. *allionii* und *S. alba* subsp. *dissecta* (vergl. auch BAILLARGEON 1986), *Camelina alyssum*, *Cuscuta epilinum*, *Lolium remotum* (Stammart *L. temulentum*?). Vorfahren des kultigenen *Lepidium sativum* waren früher Leinunkräuter (*L. sativum* sekundäre Kulturpflanze, THELLUNG 1930). - Mimetische Unkräuter der Getreide (*Triticum*, *Secale*, *Hordeum*; THELLUNG 1925, SCHOLZ 1970, HARLAN 1982, SMITH 1981, 1986, KORNAS 1988, SMITH & SALES 1993):

Agrostemma githago, *Rhinanthus angustifolius* subsp. *apterus*, *Rh. alectorolophus* subsp. *bucalis*, *Centaurea cyanus*, *Lolium temulentum*, *Bromus secalinus* (auch sekundäre Kulturpflanze, vergl. auch SUKOPP 1994; eventuell primäre Kulturpflanze, SCHOLZ & MOS 1994), *B. bromoideus*, *B. grossus*, *B. arvensis* subsp. *segetalis*; auch *Fallopia convolvulus* (BAILEY & STACE 1992, Stammart *F. dumetorum*). Außerdem *Avena brevis* (KORNAS 1988, früher hauptsächlich unter *A. sativa*) und *A. strigosa* (WERNECK 1954, wie *A. brevis* auch sekundäre Kulturpflanze; Stammart beider ?*A. hirtula*), *A. fatua* subsp. *aemulans* (Spezialunkraut des *Triticum dicoccon*, nach MALCEV 1930 Übergangsform *A. fatua* - *A. sativa*; siehe SCHOLZ 1991b) sowie einige Unkraut-Roggen mit teilweise nichtbrüchigen Ährenspindeln, Unterarten des *Secale cereale* (subsp. *cereale* sekundäre Kulturpflanze), in Kulturen des Weizens (*Triticum spp.*) (HAMMER et al. 1987). Wenig deutlich mimetisch ist das Getreideunkraut *Vicia angustifolia* subsp. *segetalis* (METTIN & HANELT 1964). Mimetische Unkräuter des Reis (*Oryza sativa*; BARRETT 1983, Vegetative Mimikry): *Echinochloa oryzicola* (*E. crus-galli* var. *oryzicola*), *E. oryzoides*, *E. phyllopogon*, Stammart aller *E. crus-galli* (obligatorisches Unkraut von nicht-konvergentem Entwicklungstyp). - Vielleicht eine mimetische Unkrautart in Feldern des Buchweizens (*Fagopyron esculentum*) ist *Fagopyrum tataricum* (örtlich sekundäre Kulturpflanze) (CAMPBELL 1995, ältere Literatur bei SCHOLZ 1983a). - Nach der Hypothese von ERSKINE et al. (1994) waren die heutigen Kulturtaxa *Vicia sativa* und *Lathyrus sativus* ursprünglich mimetische Unkräuter in Kulturen des *Pisum sativum* bzw. der *Vicia ervilia* und des *Pisum sativum* und sind demnach sekundäre Kulturpflanzen.

Bastard- und Introgressionsprodukte von Kulturarten und nahverwandten Wild- oder Unkrautarten oder mutative Kulturarten-Nachfahren mit Wildmerkmalen wurden vielfach ebenfalls zu den mimetischen Unkräutern gerechnet (siehe Kapitel "Unkraut-Kulturpflanzen-Komplex"). Ähnlichkeit beruht hier auf dem Besitz gleicher Gene und ist nicht Ergebnis konvergenter Evolution.

3.2 Unkräuter vom nicht-konvergenten Entwicklungstyp

Nicht das Ergebnis einer Coevolution von Kulturpflanze und Unkraut sind die meisten obligatorischen Segetalia und alle obligatorischen Ruderalia mit Spezifität hinsichtlich der Agroökosysteme und ruderaler Ökosysteme (beide durch Übergänge verbunden, nicht scharf getrennt). An die dortigen Standortbedingungen sind die dort spontan siedelnden Pflanzen im Vegetationsrhythmus, durch hohe Samenproduktion oder große vegetative Vermehrungsfähigkeit optimal und vollkommener als die pionierartigen ihrer Ursprungssippen oder die fakultativen Unkräuter angepaßt (vergl. HAMMER 1988), wobei die Differenzierungsprodukte nicht unbedingt Resultat streng adaptationistischer Prozesse sein müssen (DAVIS & GILMARTIN 1985). Viele hierzu zählende Samen-, Wurzel- und Rhizomunkräuter sind Diploide, andere erreichten ein polyploides Entwicklungsniveau. Beispiele altweltlicher und überwiegend annueller Arten dieses Entwicklungstyps bringt die Liste des "Anhangs" (Arten von nicht-konvergentem Typ dort nicht als solche gekennzeichnet), einige mediterran-nahöstliche verzeichnet SCHOLZ (1991a). Weitere Beispiele sind *Viola arvensis* und *Apera spica-venti* ("archaeophyta of unknown origin", ZAJAC 1988), *Senecio vulgaris* (KADEREIT 1984), *S. viscosus* (EMIG & KADEREIT 1993, KADEREIT et al. 1995) und *Elytrigia repens* s. str. (SCHOLZ 1993a), eventuell auch *Aegilops cylindrica* u.a. und *Papaver-*

Arten wie *P. rhoeas* (aus den Bemerkungen von VAN SLAGEREN 1994 und KADEREIT 1990 geschlußfolgert). Hier, an dieser Stelle erstmals als obligatorische Unkrautarten bezeichnete schließen sich an: Der europäische, sehr nitrophile *Rumex alpinus*, der kosmopolitische und polymorphe *R. crispus* sowie einige Taxa des *Polygonum aviculare*-Komplexes (vergl. RECHINGER 1958) und *Rumex longifolius* (RECHINGER 1990). Sie gelten in Europa zu Recht als einheimische Taxa, obwohl sie überall auf anthropogenen Standorten siedeln (*R. alpinus* wahrscheinlich sekundär auch auf Naturstandorten, siehe KLIMENT & JAROLIMEK 1995). Heimatlos mit nordamerikanischen Vorfahren sind viele neuzeitlich weltweit verbreitete *Amaranthus*-Taxa.

Die Abstammungsverhältnisse und Entstehungsmechanismen vieler Taxa sind z.Zt. noch unbekannt und unverstanden. Ältere Arbeiten über evolutionäre chromosomale und Genom-Differenzierungsprozesse von Unkräutern, die heute als obligatorische gelten (u. a. *Rumex thyrsiflorus*), bespricht unter der Annahme des Beginns der Unkrautevolution auf natürlichen Pionierstandorten EHRENDORFER (1970a,b). Heute wird man Artbildungsvorgänge unter dem Gesichtspunkt der "disorganization - reorganization theory" (CARSON 1982, siehe auch CARSON 1985) und anderer Theorien (siehe Kapitel "Schlußbemerkung") zu diskutieren haben. Die Evolution von wilden perennenen *Adonis*-Arten zu segetalen Annuellen ist ursächlich mit Inversionen von DNA-Abschnitten ringförmiger Chloroplasten-DNA (cpDNA) verknüpft (Untersuchungen von Dr. JOHANNSON/L und nach Mitteilung von Prof. JENSEN/Bayreuth 1993).

Besser verstanden sind die Artbildungsvorgänge bei den Polyploiden, heute vor allem durch den Einsatz molekulargenetischer Methoden. Auch Kreuzungsexperimente und vergleichende Meiosestudien gestatten oft eine Rekonstruktion vergangener Evolutionsabläufe und führten schon relativ frühzeitig zu den Konzepten der Allopolyploidie bzw. Segmentallopolyploidie und der Komplexheterozygotie bei *Oenothera* (mit ihren vielen obligaten Ruderalarten). In Nordamerika entstand das erst in neuerer Zeit beschriebene *Tragopogon mirus* ($2n = 24$) aus der Verbindung des aus Europa eingeschleppten obligat-ruderalen *T. dubius* ($2n = 12$) und des *T. porrifolius* ($2n = 12$) als allopolyploide Art (Näheres bei URBANSKA 1987, SOLTIS et al. 1995). In der Alten Welt sind *Stellaria neglecta* und *St. pallida* diploide Elternsippen des tetraploiden, obligatorischen Garten- und Ackerunkrauts *St. media* (FISCHER 1994; Referenzen bei EHRENDORFER 1970a,b; dortselbst Hinweise auf andere, zytologisch weniger genau studierte obligat unkrautartige Sippen wie *Aphanes arvensis*, *Capsella bursa-pastoris* s.str. und Arten der Gattung *Bromus* sect. *Bromus*). Es besteht der Verdacht, daß die Artbildungen, vielleicht auch bei *Poa annua*, durch anthropogene Standortsveränderungen initiiert wurden. Für einen indirekten Beweis von Heimatlosigkeit allopolyploider Unkräuter darf das obligatorische Unkrautdasein einer postulierten Elternart gelten, oder wenn das vermutete Elterntaxon niemals gefunden wurde (*Echinochloa crus-galli*, $2n = 54$, HILU 1994; *Avena sterilis*, $2n = 42$, LADIZINSKY 1995 über *A. sativa*, des direkten Nachfahren der *A. sterilis*; SCHOLZ 1994, p. 94: "... wild parental progenitor does not at all exist and has never existed at all as a separate individual taxon"). Umstritten sind Vorkommen und Bedeutung von somatischer Polyploidie (Autopolyploidie) bei Art- und Sippenbildungen. Die nur außerhalb Japans sehr hochwüchsige, ausbreitungsdynamische und hochpolyploide *Reynoutria japonica* ($2n = 88$; BAILEY & STACE 1992, ALBERTERNST et al. 1995) könnte eine eigenständige, neogene obligatorische Ruderalsippe sein. Anthro-po-neogen ist vielleicht auch die allerdings diploide "*Solidago canadensis*" in Europa (SCHOLZ 1993b).

Ungeklärt ist die Abkunft der ruderal-segetalen *Setaria verticilliformis* (*S. decipiens*):

Kreuzungsprodukt der *S. viridis* und *S. verticillata*, oder Mutante der *S. verticillata*?

4 Unkraut-Kulturpflanzen-Komplex

Unmittelbar einsichtig ist der obligatorische Unkrautcharakter bei Hybridderivaten von Wild- und Kulturpflanzen. Seit der Arbeit von ANDERSON (1949) über Introgressionen und dem Bericht von ANDERSON & STEBBINS (1954) ist das Thema oft abgehandelt worden (Biographisches über ANDERSON bei HEISER 1995) und umfaßt ein umfangreiches Schrifttum (zusammenfassende Beiträge z.B. von DE WET 1981, HARLAN 1982 und SMALL 1984, vergl. auch HARLAN 1965 und ARNOLD 1992). Viele Kulturpflanzen besitzen ihnen systematisch nahestehende Unkräuter hybriden Ursprungs. Der Ausdruck "wild" für eine der beiden Komponenten wird dabei von Autoren sehr lax benutzt und bezieht sich auf obligatorische Unkräuter und auf ursprüngliche Pionierpflanzen, die oft unmittelbaren Vorfahren der Kulturpflanzen. Bei Beteiligung des einen oder anderen "Wild"krautes entstehen gemäß dieser Hybridhypothese (neue) heimatlose Unkräuter, die trotz fertiler Nachkommenschaft und ausgiebiger Reproduktion wegen eines ererbten Anteils kulturpflanzenspezifischer Konstitution und einer dadurch eingeschränkten Konkurrenzfähigkeit an Wildstandorten keine Bestandteile der natürlichen oder naturnahen Vegetation sind oder werden können - ein Umstand, auf den bei der Erörterung einer möglichen "Verwilderung" genmanipulierter (transgener) Kulturpflanzen immer wieder hingewiesen wurde (SUKOPP & SUKOPP 1993, 1994), zumal dem widersprechende Befunde nicht vorliegen (DE VRIES et al. 1992, RAYBOULD & GRAY 1993).

Die obligatorischen Segetalunkräuter *Oryza sativa* subsp. *fatua* (Unkraut in Kulturen von *O. sativa*) in tropischen und außertropischen Reisanbaugebieten, *Setaria viridis* subsp. *pycnocoma* in Eurasien, Ostasien und Nordamerika, *Pennisetum glaucum* (*americanum*, *typhoides*) subsp. *stenostachyum* in Afrika, u.a., sind nach der Hybridhypothese Hybridderivate von Kultur- und "Wild"arten (OKA & CHANG 1959, DE WET et al. 1979, KOBAYASHI & SAKAMOTO 1990, BRUNKEN 1977, BRUNKEN et al. 1977). Ausgehend von einer gemeinsamen ancestralen Population wird disruptive Selektion in Verbindung mit mehr oder weniger kontinuierlichem Genaustausch (Introgressionen) vorausgesetzt (siehe auch PICKERSGILL 1981: Entstehung artgleicher, aber infraspezifisch verschiedener Begleitunkräuter cultigener *Chenopodium*-Arten in Mittelamerika und den Anden). Kritisches zur Hybridhypothese im folgenden Kapitel.

5 Von der Kulturpflanze zum Unkraut

Die Tatsache des gelegentlichen "Verwilderns" von Kulturpflanzen wurde nur sehr zögernd von der modernen Evolutionsforschung anerkannt. Unkräuter können "evolve from abandoned domesticates through selection towards a less intimate association with man", und "natural selection may introduce new seed dispersal mechanisms" schreiben DE WET & HARLAN (1975: 100, 102) unter Bezugnahme auf die Entdeckung von verwildertem Körner- und Futtergetreide *Sorghum bicolor*, aus Afrika als Kulturpflanze eingeführt, in den USA. Schon früher postulierten COFFMAN et al. (1925) den direkten Ursprung der Unkrautart *Avena fatua* (Ährchenzerfall am Grunde der Fruchtspelzen) aus der Kulturpflanze *A. sativa* (mit festsitzenden Ährchen, bei der Stammart *A. sterilis* Ährchen oberhalb der Hüllspelzen als Ganzes abfallend), nicht den umge-

kehrten Weg nach älteren Autoren (vergl. SCHOLZ 1991b). Nicht unbedingt notwendige Voraussetzungen einer solchen Unkrautgenese sind dabei (siehe die obigen Zitate) Aufgabe der Kultivation und natürliche Selektion (d.h. ein langzeitiges Geschehen). Auch müssen die entstandenen (und entstehenden) Unkrautmerkmale im Vergleich zu den Merkmalen der wilden Ausgangsformen der cultigenen Taxa nicht immer "neu" sein. Ein genetischer Rückschlag ("Verwilderung") ist bei hochgezüchteten Kulturpflanzen immer nur partiell, niemals total (Gesetz der evolutionären Irreversibilität). Durch ihre, oft polytope, Herkunft sind die Rückschlagsprodukte deshalb obligatorische Unkräuter, die sich u.U. auf Kulturland weit ausbreiten können.

Die Rückschlagshypothese erklärt das Auftreten von kulturpflanzennahen Unkräutern außerhalb der Regionen des sympatrischen Vorkommens von Kulturpflanze und verwandter Wild- oder Unkrautsippe, so daß Kreuzungen und Rückkreuzungen zwischen beiden, wie sie die Hybridhypothese zur Erklärung fordert, ausgeschlossen sind; ein Ferntransport von Propagulen und nachfolgende Verunkrautung des Kulturlandes ist äußerst unwahrscheinlich: *Hordeum vulgare* subsp. *agriocrithon* in Marokko und Teilen des Mittelmeergebietes (die wilde Ursprungssippe subsp. *spontaneum* des Kulturgetreides subsp. *vulgare* im Vorderen Orient; SCHOLZ 1986), *Pennisetum glaucum* (*typhoides*) subsp. *stenostachyum* in Südafrika (BRÜCHER 1977, "*P. typhoides*-offtypes") und Indien (SCHOLZ 1979; Ursprungssippe *P. glaucum* subsp. *monodii*, *P. violaceum*, in der Sahelzone Nordafrikas, wo sie mit der Kultursippe in Kontakt steht), *Oryza sativa* subsp. *fatua* (*O. rufipogon*) in China und Korea, aber auch in Europa und Nordamerika als Feldunkraut des Kulturreis *O. sativa* subsp. *japonica* außerhalb des Verbreitungsgebietes der Wildsippen im tropischen Süd- und Südostasien (OKA 1988, p. 110: "Their origin is unknown"; HEJNY 1953, LANGEVIN et al. 1990) und, ohne genau bekannte Stammarten der Kulturtaxa, *Panicum miliaceum* subsp. *ruderales* und subsp. *agricolum* (SCHOLZ 1983b, SCHOLZ & MIKOLAS 1991) sowie *Cannabis sativa* var. *spontanea* (*C. ruderalis*) (SMALL & CRONQUIST 1976). HAMMER et al. (1985) berichten aus Italien von der vermutlichen Neuentstehung des *Triticum dicoccoides* als Unkraut durch Mutation aus dem Kulturgetreide *T. dicoccon*.

Wenn MARCHAIS (1994: 243) schreibt, daß in Nordafrika die als *Pennisetum glaucum* subsp. *stenostachyum* klassifizierten Feldunkräuter "did not seem to be cultivated x wild hybrid plants", und OKA & CHANG (1959) beim Kulturreis (*Oryza sativa*) von der überaus schnellen Ausbreitung des zur leichten Unterscheidung gegenüber konspezifischen Unkrautsippen und damit zu deren leichteren Bekämpfung künstlich selektierten Merkmals (marker) der dunklen Blattfärbung in Populationen der begleitenden "wilden" *O. sativa* subsp. *fatua* berichten, so kann das als indirekte Bestätigung der Rückschlagshypothese aufgefaßt werden und die auf Genfluß und Genintrogressionen basierende Hybridhypothese widerlegen. Zweifel an den oft behaupteten Introgressionen zwischen dem Kulturmais (*Zea mays* subsp. *mays*) und seinen wilden oder unkrautartigen verwandten Sippen wurden zugunsten einer divergierenden Evolution von DOEBLEY (1984) geäußert.

WHYTE (1984) gibt zu bedenken, ob nicht einige Formen des obligatorischen Ruderal- und Segetalunkrauts *Setaria viridis* (*S. viridis* subsp. *pyncocoma*) direkt von Cultivaren der *S. italica* herzuleiten wären. (Über die sehr nahen genetischen Beziehungen zwischen *S. viridis* und *S. italica* berichten aufgrund von Isozym-Studien WANG et al. 1995.) Plausibel ist auch die mutative Entstehung von Wildtypen der *Echinochloa esculenta* (*E. utilis*) in Japan; die Rückschlagshypothese wird nicht falsifiziert durch die Beobachtungen und Deutungen von KOBAYASHI & SAKAMOTO (1990); dort weitere Beispiele für angeblich aus sexuellen Verbindungen entstandener

Unkräuter, "mimic weeds", bei Kulturformen der *Setaria pumila*, "*S. glauca*", und *Brachiaria sp.*.

Von Unkräutern vom konvergenten Entwicklungstyp mit Kulturpflanzenmerkmalen, den echt mimetischen Unkräutern, liegen keine Meldungen von Rückschlagsbildungen (Verlust der Kulturpflanzeigenschaften) vor, sind aber zu erwarten, und die in Frage kommenden Taxa (u.a. einige Formen des vielgestaltigen *Bromus secalinus*) blieben bis jetzt als solche unerkannt.

6 Kulturpflanzen als Unkräuter

Kulturpflanzen (Pflanzen mit Domestikationssyndrom, HAMMER 1984), die als sog. Durchwuchs z.B. aus bodenbürtigen Samenbeständen eines früheren Anbaus unerwünscht und schädlich in anders-artigen Kulturpflanzenbeständen auftreten (z. B. die Gerste *Hordeum vulgare* unter Feldfrüchten wie Winterraps, *Brassica napus*; RAUBER 1984) entsprechen der Definition eines Unkrauts (siehe "Einleitung"), da sie nicht absichtlich kultiviert werden, sind für evolutionäre Fragestellungen aber unergiebig. Generieren jedoch Kulturpflanzen bei Bewahrung des Domestikationsniveaus abweichende, den Nutzungszweck mindernde Formtypen handelt es sich um Deckfrucht-spezifische Unkraut-Beimischungen. Die Kulturpflanze wächst nicht nur (wie beim Durchwuchs) unbeabsichtigt, sondern erhält neue Merkmale, die sie zum lästigen Unkraut werden läßt. Solche aberranten Kulturpflanzen werden als "rogues" bezeichnet und sind bekannt u. a. von Zuchtrassen des *Phaseolus vulgaris*, *Pisum sativum* und von Inzuchtrassen des Mais (*Zea mays*) und sind Folgen von Genmutationen oder chromosomalen Abänderungen (BURR & BURR 1981). Diese Vorgänge sind zu unterscheiden von den Rückschlagsbildungen zu mehr oder wenig deutlich ausgeprägten Wildmerkmalen (Kapitel "Von Kulturpflanze zum Unkraut"), auch wenn mitunter schwer zu differenzieren ist.

Bei der cultigenen Saat-Wicke *Vicia sativa* gibt es Pflanzen, deren Samen nicht wie gewöhnlich rundlich-kugelig, sondern flach, linsenähnlich sind (*V. sativa* convar. *platysperma*). Einmal in Kulturen der Linse (*Lens esculenta*) geraten, sind sie dort als speirochore Unkräuter schwer zu entfernen. Es wird ihr spontaner, mutativer Ursprung von der Normalform vermutet (ROWLANDS 1959, METTIN 1960, im Gegensatz zu den Autoren der LYSENKO-Schule, die die Bildung der flachen *Vicia sativa*-Samen in Hülsen der Linse glaubten beweisen zu können; vergl. zu den Transformationsvorstellungen der LYSENKO-Schule DITTRICH 1959). Gleichwohl und leicht mißverständlich, da Kulturpflanzenmutation und kein Selektionsprodukt, wird bei den Autoren von "Samen-Mimikry" gesprochen.

Bei den Getreiden war in verschiedenen europäischen Ländern (Deutschland, Schweden, Rußland) mindesten 150 Jahre lang *Triticum aestivum* var. *villosum* eine obligatorische Unkraut-Kulturpflanze. FLAKSBERGER (1930: 248) stellte die Frage, weshalb die Varietät als Beimischung so hartnäckig verharrte und nicht ausgerottet werden konnte. Bekannter sind die Mutationen von *Triticum aestivum* zu *T. spelta*, dem Spelz, der nicht nur eine europäische Kulturpflanze ist, sondern weiträumig in den Anbaugebieten des *T. aestivum* immer wieder aufs Neue aus *T. aestivum* entsteht ("Sekundärer Spelz") und als Feldunkraut vorkommt. Die zugrunde liegenden genetischen Mechanismen dieser Artentstehung sind gut verstanden und wurden oft referiert (KISLEV 1984, KÖRBER-GROHNE 1987, HANCOCK 1992).

Diskussionswürdig ist schließlich auch das Problem der primären Herkunft der in den Mittel-

meerländern seit Jahrhunderten in den Kulturen des Hart-Weizens (*Triticum durum*, $2n = 28$) beständigen und praktisch nicht zu eliminierenden Beimischungen des Weich-Weizens (*T. aestivum*, $2n = 42$). ZEVEN & WANINGE (1989) und ZEVEN (1992) widmeten diesem Thema Spezialuntersuchungen. Sie unterscheiden zwei Formengruppen des Unkraut-Weich-Weizens, von denen die eine ($2n = 42$, aber auch $2n = 28$) dem *T. durum* zum Verwechseln ähnelt. Indem letzte Gruppe als Kreuzungs- und Rückkreuzungsprodukt von *T. aestivum* und *T. durum* ("... since time immemorial", ZEVEN & WANINGE 1989: 117) interpretiert wird, ist damit ein unmittelbarer, sehr enger genetischer Konnex beider Arten postuliert, der in den vorliegenden Fällen ein zirkuläres Auseinanderhervorgehen beider Kulturarten möglich erscheinen läßt.

7 Schlußbemerkung

Eine Art- und Sippenentstehung bei Pflanzen in prähistorischer und historischer Zeit folgert aus der Anerkennung der Existenz obligatorischer Unkräuter. Für den Evolutionstheoretiker sind derartig kurzzeitige Ereignisse eher die Ausnahme (Hybridisierung, Polyploidisierung) denn die Regel. Da überdies die Genese obligatorischer Unkräuter unter dem dominierenden Einfluß des Menschen geschieht, ist sie nach Meinung vieler Autoren auch kein naturgesetzlich ablaufender Prozeß (nicht vergleichbar z.B. mit geographischer Artbildung) und deshalb ohne theoretische Bedeutung.

Berechtigt ist aber auch eine Gegenposition, die nicht scharf zwischen anthropogener und nicht-anthropogener Sippengeneese unterscheidet und die Gemeinsamkeiten beider herausstellt. Abgesehen von den Sonderfällen der Unkrautentstehung durch Kulturpflanzen-Mimikry oder direkt aus Kulturpflanzentaxa (mit oder ohne genetischen Rückschlag) ist die Artbildung bei Wildpflanzen und Unkräutern durchaus identisch. Für Wildpflanzen werden heute vielfach neuere Evolutionsszenarien diskutiert, die zum Verständnis der Evolution z. B. der Archäophyten unverzichtbar sind. Kurzgefaßt lassen sie sich in folgenden Punkten zusammenfassen: (1.) Die von auswärts auf neue Standorte invadierenden und kolonisierenden Pflanzen sind einem verminderten Konkurrenzdruck ausgesetzt. (2.) Verminderter Konkurrenzdruck gibt spontan neu auftretenden Morpho- und Phänotypen Überlebenschancen. (3.) Einige dieser neuen Formen vermehren sich unter den veränderten Selektionsbedingungen und bilden Populationen (taxonomische Arten). BATEMAN & DIMICHELE (1994) prägen den Begriff "Parasaltation", um ihn von "Saltation" abzugrenzen. "Parasaltation" steht als Kürzel für einen stark beschleunigten Artbildungsprozeß, ausgehend z.B. von einer Gründerpopulation ("founder effect"), wohingegen "saltation" "is expressed as a profound phenotypic change across a single generation and results in a potentially independent evolutionary lineage", entweder "driven by allopolyploidy and thus incorporating genes of two ancestral lineage" oder "driven by mutation within a single ancestral lineage" (BATEMAN & DIMICHELE 1994: 66). Sprunghafte Artbildung durch Mutation (Saltation) ist empirisch gut belegt und keineswegs ein nur gedankliches Konstrukt. Jeder Taxonom weiß, daß viele Arten nur von dem Typusexemplar (oder von der Typuslokalität) bekannt sind, von denen vielleicht 1% keine Populationen bilden und ohne historische Kontinuität sind und deswegen nach BATEMAN & DIMICHELE (1994: 67) als "Prospezies" (prospecies) zu bezeichnen wären. Ein Beispiel einer Prospezies aus Mitteleuropa ist *Bromus oostachys* (SCHOLZ 1981, p. 118: "Eine Art ohne distinkte Raum-Zeit-Struktur"). Andere, anfängliche Prospezies sind heute mehr oder

weniger weit verbreitet, u. a. viele Archäophyten und die Kenophyta anthropogena ferner Länder Herkunft.

Der früher gelegentlich gegebene Hinweis auf die Unmöglichkeit oder Unwahrscheinlichkeit einer schnellen oder sogar abrupten Art- und Sippenentstehung bei den Unkräutern vom nicht-konvergenten Entwicklungstyp (u. a. große Teile der Archäophyten) ist heute kein Argument mehr, die Existenz derselben als obligatorische Unkräuter zu bestreiten.

8 Literatur

- ALBERTERNST, B., M. BAUER, R. BÖCKER und W. KONOLD (1995): *Reynoutria*-Arten in Baden-Württemberg - Schlüssel zur Bestimmung und ihre Verbreitung entlang von Fließgewässern. Flor. Rundbr. 29: 113 - 124.
- ANDERSON, E. (1949): *Introgressive Hybridization*. John Wiley & Sons, New York.
- ANDERSON, E. and G.L. STEBBINS (1954): Hybridization as an evolutionary stimulus. *Evolution* 8: 378 - 388.
- ARNOLD, M. L. (1992): Natural hybridization as an evolutionary process. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 23: 237 - 261.
- BAILEY, J.P. and C.A. STACE (1992): Chromosome number, morphology, pairing, and DNA values of species and hybrids in the genus *Fallopia* (*Polygonaceae*). *Pl. Syst. Evol.* 180: 29-52.
- BAILLARGEON, G. (1986): Eine taxonomische Revision der Gattung *Sinapis* (*Cruciferae: Brassiceae*). Diss. Freie Universität Berlin.
- BAKER, H.G. (1965): Characteristics and modes of origin of weeds. In: BAKER, H. G. and G. L. STEBBINS (eds.). *The Genetics of Colonizing Species*: 147 - 172. Academic Press, New York.
- BAKER, H.G. (1991): The continuing evolution of weeds. *Econ. Bot.* 45: 445 - 449.
- BARRETT, S.C.H. (1983): Crop mimicry in weeds. *Econ. Bot.* 37: 255 - 282.
- BATEMAN, R.M. and W.A. DIMICHELE (1994): Saltational evolution of form in vascular plants: a neoGoldschmidtian synthesis. In: INGRAM, D. S. and A. HUDSON (eds.). *Shape and Form in Plants and Fungi*. Linn. Soc. Symposium Ser. 16: 61 - 100.
- BOISSELIER-DUBAYLE, M.C., M.F. JUBIER, B. LEJEUNE and H. BISCHLER (1995): Genetic variability in the three subspecies of *Marchantia polymorpha* (*Hepaticae*): isozymes, RFLP and RAPD markers. *Taxon* 44: 363 - 376.
- BROWN, A.H.D. and D.R. MARSHALL (1981): Evolutionary changes accompanying colonization in plants. In: SCUDDER, G. G. E. and J. L. REVEAL (eds.). *Evolution Today, Proc. Second Intern. Congress Syst. Evol. Biology*: 351 - 363.
- BRÜCHER, H. (1977): *Tropische Nutzpflanzen. Ursprung, Evolution und Domestikation*. Springer, Berlin.
- BRUNKEN, J.M. (1977): A systematic study of *Pennisetum* sect. *Pennisetum* (*Gramineae*). *Amer. J. Bot.* 64: 161 - 176.
- BRUNKEN, J. M., J. M. J. DE WET and J. R. HARLAN (1977): The morphology and domestication of pearl millet. *Econ. Bot.* 31: 163 - 174.
- BURR, B. and F. BURR (1981): Transposable elements and genetic instabilities in crop plants.

- Stadler Symp. 13: 115 - 128.
- CAMPBELL, C. G. (1995): Buckwheat. *Fagopyrum esculentum* (*Polygonaceae*). In: SMARTT J. and N. W. SIMMONDS (eds.). Evolution of Crop Plants: 409 - 412. Longman Scientific & Technical, Essex.
- CARSON, H. L. (1982): Speciation as a major reorganization of polygenic balance. In: BARGOZZI, C. (ed.). Mechanisms of Speciation: 411 - 433. Alan R. Liss, New York.
- CARSON, H. L. (1985): Unification of speciation theory in plants and animals. Syst. Bot. 10: 380 - 390.
- COFFMAN, F. A., J. H. PARKER and K. S. QUISSENBERRY (1925): A study of variability in the Burr oat. J. Agric. Res. 30: 1 - 64.
- DAVIS, J. I. and A. J. GILMARTIN (1985): Morphological variation and speciation. Syst. Bot. 10: 417 - 425.
- DE VRIES, F. T., R. VAN DER MEIJDEN and W. A. BRANDENBURG (1992): Botanical Files. A study of the real chances for spontaneous gene flow from cultivated plants to the wild flora of the Netherlands. Gorteria Suppl. 1.
- DE WET, J. M. J. (1981): Species concepts and systematics of domesticated cereals. Kulturpflanze 29: 177 - 198.
- DE WET, J. M. J., and J. R. HARLAN (1975): Weeds and domesticates: Evolution in the man-made habitat. Econ. Bot. 29: 99 - 107.
- DE WET, J. M. J., L. L. OESTRY-STIDD and J. I. CUBERO (1979): Origins and evolution of foxtail millets. J. Agric. Trad. Bot. Appl. 26: 53 - 64.
- DITTRICH, M. (1959): Getreideumwandlung und Artproblem. Eine kritische Orientierung. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- DOEBLEY, J. F. (1984): Maize introgression into teosinte - a reappraisal. Ann. Missouri Bot. Gard. 71: 1100 - 1113.
- EHRENDORFER, F. (1970a): Evolutionary patterns and strategies in seed plants. Taxon 19: 185 - 195.
- EHRENDORFER, F. (1970b): Mediterran-mitteleuropäische Florenbeziehungen im Lichte cytotaxonomischer Befunde. Feddes Rep. 81: 3 - 32.
- EMIG, W. and J. W. KADEREIT (1993): The comparative biology of the closely related *Senecio nebrodensis* and *S. viscosus*, a narrow endemic and a widespread ruderal. Nord. J. Bot. 13: 369 - 375.
- ERSKINE, W., J. SMARTT and F. J. MUEHLENBAUER (1994): Mimicry of lentil and the domestication of common vetch and grass pea. Econ. Bot. 48: 326 - 332.
- FISCHER, M. A. (Hrsg.) (1994): Exkursionsflora von Österreich. Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart & Wien.
- FLAKSBERGER, C. (1930): *Eutriticum* verschiedener Länder in Herbarien und Kollektionen von Deutschland, Österreich, Frankreich, Dänemark und Schweden. Feddes Rep. 27: 167 - 177, 241 - 253.
- FRIES, E. (1843): Das Vaterland der Gewächse. Bot. Udflygter 1: 299 - 328. 1845 aus dem Schwedischen übersetzt von C. F. HORNSCHUCH. Arch. Skand. Beitr. Naturgesch. 1. Teil: 319 - 343.
- GODWIN, H. (1956): The History of the British Flora. University Press, Cambridge.

- GOULD, S. J. and E.S. VRBA (1982): Exaptations - a missing term in the science of form. *Paleobiol.* 8: 4 - 15.
- GRANT, V. (1976): *Artbildung bei Pflanzen*, Paul Parey, Berlin & Hamburg.
- HAMMER, K. (1984): Das Domestikationssyndrom. *Kulturpflanze* 32: 11 - 34.
- HAMMER, K. (1988): Präadaptationen und die Domestikation von Kulturpflanzen und Unkräutern. *Biol. Zentralbl.* 107: 631 - 636.
- HAMMER, K., Ch. O. LEHMANN und P. PERRINO (1985): Die in den Jahren 1980, 1981 und 1982 in Südtalien gesammelten Getreide-Landsorten - botanische Ergebnisse. *Kulturpflanze* 33: 237 - 267.
- HAMMER, K. and I. SCHUBERT (1994): Are Vavilov's law of homologous series and synteny related? *Gen. Resources Crop Evol.* 41: 123 - 124.
- HAMMER, K., E. SKOLIMOWSKA und H. KNÜPFER (1987): Vorarbeiten zur monographischen Darstellung von Wildpflanzensortimenten: *Secale* L. *Kulturpflanze* 35: 135 - 177.
- HANCOCK, J. F. (1992): *Plant Evolution and the Origin of Crop Species*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- HANNAH, L., J. L. CARR and A. LANKERANI (1995): Human disturbance and natural habitat: a biome level analysis of global data set. *Biodiv. Conserv.* 4: 128 - 155.
- HANNAH, L., D. LOHSE, CH. HUTCHINSON, J. L. CARR and A. LANKERANI (1994): A preliminary inventory of human disturbance of world ecosystems. *Ambio* 23: 246 - 150.
- HARLAN, J.R. (1965): The possible role of weed races in the evolution of cultivated plants. *Euphytica* 14: 173 - 176.
- HARLAN, J.R. (1982): Relationships between weeds and crops. In: HOLZNER, W. and M. NUMATA (eds.). *Biology and Ecology of Weeds*: 91 - 96. Dr. W. Junk Publishers, The Hague.
- HARLAN, J.R. and J.M.J. DE WET (1971): Toward a rational classification of cultivated plants. *Taxon* 20: 509 - 517.
- HEISER, CH. B. (1995): EDGAR ANDERSON, botanist and curator of useful plants. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 82: 54 - 60.
- HEJNY, S. (1953): O predpokladech vzniku plevelne ryže (*Oryza fatua*) z ryže seté (*O. sativa*). *Cesk. Biologie* 2, c.2: 105 - 109.
- HETTERSCHIED, W.L.A. and W.A. BRANDENBURG (1995): Culton versus taxon: conceptual issues in cultivated plant systematics. *Taxon* 44: 161 - 175.
- HILU, K.W. (1994): Evidence from RAPD markers in the evolution of *Echinochloa* millets (*Poaceae*). *Pl. Syst. Evol.* 189: 247 - 257.
- HJELMQVIST, H. (1950): The flax weeds and the origin of cultivated flax. *Bot. Notiser* 1950: 257 - 298.
- HOLM, L.G., D.L. PLUCKNETT, J.V. PANCHO and J. P. HERBERGER (1977): *The World's Worst Weeds*. University Press of Hawaii, Honolulu.
- HÜGIN, H. und G. HÜGIN (1994): *Veronica opaca* in Mitteleuropa - Erkennungsmerkmale, Verbreitung und standörtliches Verhalten. *Flora* 189: 7 - 36.
- JABLONKA, E. and M. LAMB (1995): *Epigenetic Inheritance. The Lamarckian Dimension*. University Press, Oxford.
- JONES, B.M.G. (1968): The origin of the London Plane. *Proc. Bot. Soc. British Isles* 7: 507 - 508.
- KADEREIT, J.W. (1984): The origin of *Senecio vulgaris* (*Asteraceae*). *Pl. Syst. Evol.* 145: 135 -

- KADEREIT, J. W. (1990): Some suggestions on the geographical origin of the Central, West and North European synanthropic species of *Papaver* L. Bot. J. Linn. Soc. 103: 221 - 231.
- KADEREIT, J. W. (1994): Molecules and morphology, phylogenetics and genetics. Bot. Acta 107: 369 - 373.
- KADEREIT, J. W., H.P. COMES, D. J. CURNOW, J. A. IRWIN and R. J. ABBOTT (1995): Chloroplast DNA and isozyme analysis of the progenitor-derivative species relationship between *Senecio nebrodensis* and *S. viscosus* (Asteraceae). Amer. J. Bot. 82: 1179 - 1185.
- KIM, I. (1994): Aneuploidy in flowering plants: Asteraceae and Onagraceae. Kor. J. Pl. Tax. 24: 265 - 278.
- KING, M. (1993): Species Evolution: The Role of Chromosome Change. Cambridge University Press, New York.
- KISLEV, E. (1984): Emergence of wheat agriculture. Paleorient. 10: 61 - 70.
- KLIMENT, J. and I. JAROLIMEK (1995): *Rumex alpinus* communities in Slovakia. Biologia (Bratislava) 50: 349 - 365.
- KOBAYASHI, H. and S. SAKAMOTO (1990): Weed-crop complex in cereal cultivation. In: KAWANO, S. (ed.). Biological Approaches and Evolutionary Trends in Plants: 67 - 80. Academic Press, London.
- KÖRBER-GROHNE, U. (1987): Nutzpflanzen in Deutschland. Kulturgeschichte und Biologie. Konrad Theiss, Stuttgart.
- KORNAS, J. (1983): Man's impact upon the flora and vegetation in Central Europe. In: HOLZNER, W., M. J. A. WERGER and I. IKUSIMA (eds.). Man's Impact on Vegetation: 277 - 286. Dr. W. Junk Publishers, The Hague.
- KORNAS, J. (1988): Speirochore Ackerwildkräuter: von ökologischer Spezialisierung zum Aussterben. Flora 180: 83 - 91.
- KREISEL, H. and M. SCHOLLER (1994): Chronology of phytoparasitic Fungi introduced to Germany and adjacent countries. Bot. Acta 107: 387 - 392.
- LADIZINSKY, G. (1995): Characterization of the missing diploid progenitors of the common oat. Gen. Resources Crop Evol. 42: 49 - 55.
- LANGEVIN, S.A., K. CLAY and J. B. GRACE (1990): The incidence and effects of hybridization between cultivated rice and its related weed rice (*Oryza sativa* L.). Evolution 44: 1000 - 1008.
- LOHMEYER, W. (1954): Ueber die Herkunft einiger nitrophiler Unkräuter Mitteleuropas. Vegetatio 5-6: 63 - 65.
- LOHMEYER, W. und H. SUKOPP (1992): Agriophyten in der Vegetation Mitteleuropas. Schriftenreihe Vegetationsk. 25: 1 - 185.
- MALCEV, A. I. (1930): Ovsjugi i ovsy section *Euavena* GRISEB. Trudy Prikl. Bot. Suppl. 38.
- MARCHAIS, L. (1994): Wild pearl millet population (*Pennisetum glaucum*, Poaceae) integrity in agricultural Sahelian areas. An example from Keita (Niger). Pl. Syst. Evol. 189: 233 - 245.
- MCNEILL, J. (1976): The taxonomy and evolution of weeds. Weed Res. 16: 399 - 413.
- METTIN, D. (1960): Über das Wesen des angeblichen Linsen-Wicken-Bastards. Biol. Zentralbl. 79: 701 - 718.
- METTIN, D. und P. HANELT (1964): Cytosystematische Untersuchungen in der Artengruppe um

- Vicia sativa* L. I. Kulturpflanze 12: 163 - 225.
- MIREK, Z. (1991): Classification of synanthropic plants in relation to vegetation changes during the Holocene. Veröff. Geobot. Inst. ETH Stiftung Rübel Zürich 106: 122 - 132.
- OBERDORFER, E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora, 7. Auflg. Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart.
- OKA, H. I. (1988): Origin of Cultivated Rice. Japan Scientific Societies Press, Tokyo.
- OKA, H. I. and W.-T. CHANG (1959): The impact of cultivation on populations of wild rice, *Oryza sativa* f. *spontanea*. Phytion 13: 105 - 117.
- PICKERSGILL, B. (1981): Biosystematics of crop-weed complexes. Kulturpflanze 29: 377 - 388.
- POELT, J. (1985): *Uredinales*. In: EHRENDORFER, F. (Hrsg.). Catalogus Florae Austriae III. Teil, Heft 1. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien.

- RAUBER, R. (1984): Woher kommt die Unkrautgerste? DLG-Mitteilungen 5: 244 - 246.
- RAYBOULD, A. F. and A. J. GRAY (1993): Genetically modified crops and hybridization with wild relatives: an UK perspective. J. Appl. Ecol. 30: 199 - 219.
- RECHINGER, K. H. (1958): *Polygonaceae*. In: RECHINGER, K. H. (Hrsg.), HEGI, Ill. Fl. Mitteleuropa 3 (5), 2. Aufl.: 352 - 436. Carl Hanser, München.
- RECHINGER, K. H. 1990. Zwei kritische *Rumex*-Arten, *R. longifolius* DC. und *R. aquitanicus* Rech. f., und ihre Verbreitung. Bot. Jahrb. Syst. 111: 347 - 364.
- RIKLI, M. (1903): Die Anthropochoren und der Formenkreis des *Nasturtium palustre* DC. Ber. Zürcher. Bot. Ges. 8: 71 - 82.
- ROTHMALER, W. (1950): Allgemeine Taxonomie und Chorologie der Pflanzen. Wilhelm Gronau, Jena.
- ROWLANDS, D. G. (1959): A case of mimicry in plants - *Vicia sativa* L. in lentil crops. Genetica 30: 435 - 446.
- SCHOLZ, H. (1970): Zur Systematik der Gattung *Bromus* L. Subgenus *Bromus* (*Gramineae*). Willdenowia 6: 139 - 159.
- SCHOLZ, H. (1975): Grassland evolution in Europe. Taxon 24: 81 - 90.
- SCHOLZ, H. (1979): The phenomenon of mimetic weeds in the African *Pennisetum americanum* - a critique, In: KUNKEL, G. (ed.). Taxonomic Aspects of African Economic Botany, Proc. IX Plenary Meeting A.E.T.F.A.T. Las Palmas Gran Canaria, 18-23 March, 1978: 230 - 233.
- SCHOLZ, H. (1981): *Bromus oostachys* Bornm. (*Gramineae*) - erneute Untersuchung des Typus-exemplars. Willdenowia 11: 115 - 118.
- SCHOLZ, H. (1983a): *Fagopyrum tataricum* als Problempflanze. Göttinger Flor. Rundbr. 17: 164 - 167.
- SCHOLZ, H. (1983b): Die Unkraut-Hirse (*Panicum miliaceum* subsp. *ruderales*) - neue Tatsachen und Befunde. Pl. Syst. Evol. 143: 233 - 244.
- SCHOLZ, H. (1986): Die Entstehung der Unkraut-Gerste *Hordeum vulgare* subsp. *agriocrithon* emend. Bot. Jahrb. Syst. 106: 419 - 426.
- SCHOLZ, H. (1991a): Einheimische Unkräuter ohne Naturstandorte ("Heimatlose" oder obligatorische Unkräuter). Fl. Veg. Mundi 9: 105 - 112.
- SCHOLZ, H. (1991b): Die Systematik der *Avena sterilis* und *A. fatua* (*Gramineae*). Eine kritische Studie. Willdenowia 20: 103 - 112.
- SCHOLZ, H. (1993a): *Elytrigia arenosa* (*Gramineae*) - ein mitteleuropäischer Reliktendemit. Bot. Jahrb. Syst. 115: 351 - 366.
- SCHOLZ, H. (1993b): Eine unbeschriebene anthropogene Goldrute (*Solidago*) aus Mitteleuropa. Flor. Rundbr. 27: 7 - 12.
- SCHOLZ, H. (1994): Saltation theory and grass speciation in polyploids on man-made habitats. In: SKVORTSOV, A. K. and V. F. SEMIKHOV (eds.). Sistematika i evoljucija zlakov. Materialy mezdunarodnogo sovescanija 13. - 17. 9. 1994 g., Krasnodar: 94 - 95. Scientific Press, Moskva.
- SCHOLZ, H. (1995): Das Archäophytenproblem in neuer Sicht. Schriftenreihe Vegetationsk. 27: 431 - 439.
- SCHOLZ, H. and V. MIKOLAS (1991): The weedy representatives of Proso Millet (*Panicum miliaceum*, *Poaceae*) in Central Europe. Thaiszia 1: 31 - 41.

- SCHOLZ, H. und U. MOS (1994): Status und kurze Geschichte des ausgestorbenen Kulturgetreides *Bromus mango* E. Desv. - und die Genese des *Bromus secalinus* L. Flora 189: 215 - 222.
- SCHROEDER, F.-G. (1969): Zur Klassifizierung der Anthropochoren. Vegetatio 16: 225 - 238.
- SCHROEDER, F.-G. (1972): *Amelanchier*-Arten als Neophyten in Europa. Abh. Naturw. Ver. Bremen 37: 287 - 419.
- SCHROEDER, F.-G. (1994): *Amelanchier*. In: CONERT, H. J. et al. (Hrsg.). GUSTAV HEGI, Ill. Fl. Mitteleuropa 4, 2B: 385 - 404. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin.
- SCHUBERT, R. und W. VENT (Hrsg.) (1988): Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD 4, Kritischer Band, 7. Auflg. Volk und Wissen, Berlin.
- SLAGEREN, M. W. VAN (1994): Wild Wheats: A Monograph of *Aegilops* L. and *Amblyopyrum* (JAUB. & SPACH) EIG (*Poaceae*). Agricultural University, Wageningen & ICARDA, Aleppo. (Wageningen Agricultural Papers 94-7).
- SMALL, E. (1984): Hybridization in the domesticated-weed-wild complex. In: GRANT, F. W. (ed.). Plant Biosystematics. Academic Press Canada, Toronto.
- SMALL, E. and A. CRONQUIST (1976): A practical and natural taxonomy for *Cannabis*. Taxon 25: 405 - 435.
- SMITH, P.M. (1981): Ecotypes and subspecies in annual brome-grasses (*Bromus*, *Gramineae*). Bot. Jahrb. Syst. 102: 497 - 509.
- SMITH, P.M. (1986): Native or introduced? Problems in the taxonomy and plant geography of some widely introduced annual brome-grasses. Proc. Royal Soc. Edinb. 89B: 273 - 281.
- SMITH, P.M. and F. SALES (1993): *Bromus* L. sect. *Bromus*: Taxonomy and relationship of some species with small spikelets. Edinb. J. Bot. 5: 149 - 171.
- SOLTIS, P. S., G. P. PLUNKETT, S. J. NOVAK and D. E. SOLTIS: Genetic variation in *Tragopogon* species: Additional origins of the allotetraploids *T. mirus* and *T. miscellus* (*Compositae*). Amer. J. Bot. 82: 1329 - 1341.
- SUKOPP, H. and U. SUKOPP (1993): Ecological long-term effects of cultigens becoming feral and of naturalization of non-native species. Experimentia 49: 210 - 218.
- SUKOPP, U. (1994): *Bromus secalinus* L. - Roggentrespe. In: SCHNEIDER, CH., U. SUKOPP und H. SUKOPP (Hrsg.). Biologisch-ökologische Grundlagen des Schutzes gefährdeter Segetalarten. Schriftenreihe Vegetationsk. 26: 69 - 105.
- SUKOPP, U. und H. SUKOPP (1994): Ökologische Lang-Zeiteffekte der Verwilderung von Kulturpflanzen. In: DEELE, W. VAN DEN, A. PÜHLER und H. SUKOPP (Hrsg.), Verfahren zur Technikfolgenabschätzung des Anbaus von Kulturpflanzen mit gentechnisch erzeugter Herbizidresistenz, Heft 4. Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung, Berlin.
- THELLUNG, A. (1915): Pflanzenwanderungen unter dem Einfluß des Menschen. Bot. Jahrb. Syst. 53, Beibl. 116: 37 - 66.
- THELLUNG, A. (1918/19): Zur Terminologie der Adventiv- und Ruderalfloristik. Allg. Bot. Z. Syst. 24/25: 36 - 42.
- THELLUNG, A. (1925): Kulturpflanzen-Eigenschaften bei Unkräutern. Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich, 3. Heft (Festschrift Carl Schröter): 745 - 762.
- THELLUNG, A. (1930): Die Entstehung der Kulturpflanzen. Dr. F. P. Datterer & Cie., Freising-München.
- TREPL, L. (1994): Zur Rolle interspezifischer Konkurrenz bei der Einbürgerung von Pflanzenarten.

- Arch. Nat.- Lands. 33: 61 - 84.
- URBANSKA, K. M. (1987): Disturbance, hybridization and hybrid speciation. In: ANDEL, J. VAN et al. (eds.). Disturbance in Grassland: 285 - 301. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht.
- VAVILOV, N. I. (1926): Centers of origin of cultivated plants. 1992 engl. (translated by D. LÖVE) in: DOROFEYEV, V.F. (ed.), N. I. VAVILOV. Origin and Geography of Cultivated Plants: 22 - 135. Cambridge University Press, New York.
- WANG, R.-L., J. F. WENDEL and J. H. DEKKER (1995): Weedy adaptation in *Setaria* spp. I. Isozyme analysis of genetic diversity and population genetic structure in *Setaria viridis*. Amer. J. Bot. 82: 308 - 317.
- WERNECKE, H. L. (1954): Der Formenkreis des Sandhafers (*Avena strigosa* SCHREB.) in Oberösterreich. Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien 94: 97 - 113.
- WERTH, CH. R., K.W. HILU and C.A. LANGNER (1993): Evidence from isozymes and RAPD markers bearing on the ancestry of finger millet, *Eleusine coracana* subsp. *coracana* and its wild relative *E. coracana* subsp. *africana*. Amer. J. Bot. 80, Suppl. (Abstracts): 181.
- WHYTE, R.O. (1984): The *Gramineae* in the palaeoenvironment of East Asia. In: WHYTE, R. O. (ed.). The Evolution of the East Asian Environment II. University, Centre of Asian Studies, Hong Kong.
- WILLERDING, U. (1986): Zur Geschichte der Unkräuter Mitteleuropas. K. Wachholtz, Neumünster.
- ZAJAC, A. (1983): Studies on the origin of archaeophytes in Poland. Part I. Methodical considerations. Zesz. Nauk. Uniw. Jagiellon., Prace Bot. 11: 87 - 107.
- ZAJAC, A. (1988): Studies on the origin of archaeophytes in Poland. Part IV. Taxa of pontic-pannonian, mediterraneo-South Asiatic and middle European origin. Archaeophyta anthropogena. Archaeophyta resistentia. Archaeophyta of unknown origin. Zesz. Nauk. Uniw. Jagiellon., Prace Bot. 17: 23 - 51.
- ZEVEN, A.C. (1992): Variation observed among bread wheat plants found in *durum* fields on Rhodes in 1987. Gen. Resources Crop Evol. 39: 3 - 7.
- ZEVEN, A.C. and J.M. J. DE WET (1982): Dictionary of Cultivated Plants and their Regions of Diversity. Pudoc, Wageningen.
- ZEVEN, A.C. and J. WANINGE (1989): The presence of three groups of Scalavatis and other hexaploid bread wheat plants contaminating *durum* wheat fields in Cyprus. Euphytica 43: 117 - 124.
- ZINGER, N. (1909): Über die im Lein auftretenden *Camelina*- und *Spergula*-Arten. Trav. Mus. Bot. Acad. Imp. Sci. St.-Pétersbourg (54) 6: 1 - 303 (russ.).
- ZOHARY, M. (1950): The segetal plant communities of Palestine. Vegetatio 2: 387 - 411.
- ZOHARY, M. (1962): Plant Life of Palestine. Israel and Jordan. The Ronald Press, New York.

9 Anhang: Alt-obligatorische Unkräuter (Archäophyten: SCHUBERT & VENT 1988)

Dicotyledoneae:

Nigella arvensis, *Consolida regalis*, *Ranunculus arvensis*, *Ceratocephala falcata*, *Myosurus minimus*, *Adonis flamma*, *A. aestivalis*, *Papaver argemone*, *P. hybridum*, *P. dubium*, *Fumaria rostellata*, *F. officinalis*, *F. wirtgenii*, *F. parviflora*, *F. schleicheri*, *F. vaillantii*, *F. schrammii*, *Urtica urens*, *Parietaria officinalis*, *P. judaica*, *Sagina ciliata*, *Scleranthus annuus*, *Vaccaria hispanica*, *Silene noctiflora*, *S. cretica*, *S. linicola*, *Agrostemma githago*, *Spergula arvensis*, *Amaranthus blitum*, *Polycnemum majus*, *P. arvense*, *Atriplex nitens*, *Portulaca oleracea*, *Fallopia convolvulus*, *Sisymbrium officinale*, *Descurainia sophia*, *Neslia paniculata*, *Capsella bursa-pastoris*, *Thlaspi arvense*, *Lepidium campestre*, *L. ruderale*, *Conringia orientalis*, *Sinapis arvensis*, *Rapistrum rugosum*, *Raphanus raphanistrum*, *Reseda lutea*, *Althaea hirsuta*, *Malva alcea*, *M. sylvestris*, *M. neglecta*, *M. pusilla*, *Euphorbia helioscopia*, *E. peplus*, *E. exigua*, *E. falcata*, *Anagallis arvensis*, *Androsace elongata*, *Aphanes arvensis*, *A. microcarpa*, *Melilotus alba*, *M. officinalis*, *Vicia angustifolia* subsp. *segetalis*, *Lathyrus aphaca*, *L. tuberosus*, *Geranium divaricatum*, *G. molle*, *Erodium cicutarium*, *Scandix pecten-veneris*, *Torilis arvensis*, *Turgenia latifolia*, *Caucalis platycarpus*, *Orlaya grandiflora*, *Conium maculatum*, *Bupleurum rotundifolium*, *Tordylium maximum*, *Asperula arvensis*, *Galium parisiense*, *G. verrucosum*, *G. spurium*, *Valerianella locusta*, *Dipsacus sylvestris*, *Cuscuta epilinum*, *Heliotropium europaeum*, *Cerinthum minor*, *Echium vulgare*, *Lithospermum arvense*, *Myosotis ramosissima*, *Asperugo procumbens*, *Lappula squarrosa*, *Anchusa arvensis*, *A. officinalis*, *Hyoscyamus niger*, *Solanum nigrum*, *Kickxia elatine*, *K. spuria*, *Linaria arvensis*, *Veronica arvensis*, *V. triphyllos*, *V. agrestis*, *V. polita*, *V. opaca*, *Orobanche minor*, *Plantago major*, *P. lanceolata*, *Verbena officinalis*, *Teucrium botrys*, *Marrubium vulgare*, *M. peregrinum*, *Galeopsis angustifolia*, *Lamium album*, *L. amplexicaule*, *Ballota nigra*, *Stachys arvensis*, *S. annua*, *Legousia speculum-veneris*, *L. hybrida*, *Anthemis arvensis*, *Chamomilla recutita*, *Matricaria maritima*, *Chrysanthemum segetum*, *Artemisia absinthium*, *Calendula arvensis*, *Arctium lappa*, *Carduus acanthoides*, *Onopordon acanthium*, *Centaurea cyanus*, *Cichorium intybus*, *Crepis capillaris*.

Monocotyledoneae:

Gagea arvensis, *Muscari comosum*, *Asparagus officinalis*, *Bromus sterilis*, *B. tectorum*, *B. arvensis*, *B. secalinus*, *Lolium remotum*, *L. temulentum*, *Hordeum murinum* subsp. *murinum*, *Avena fatua*, *Echinochloa crus-galli*, *Digitaria sanguinalis*, *D. ischaemum*, *Setaria pumila*, *S. verticillata*, *S. viridis*, *S. decipiens*.

Ethnobiobiodiversity: human diversity and plant genetic diversity in the evolution of crop plants. Part 1

Ethnobiobiodiversität: Die Bedeutung der Diversität des Menschen und der genetischen Diversität der Pflanze für die Evolution der Kulturpflanzen

A. T. SZABÓ¹

Zusammenfassung

Die Ethnobiobiodiversität (biologische Diversität in Beziehung zu und beeinflusst durch die ökologische Erfahrung und die Kulturtraditionen verschiedener menschlicher Gemeinschaften sowie das Studium dieser Phänomene) wird seit alten Zeiten durch nahezu alle Autoren beschrieben, die die territoriale Variabilität von Kulturpflanzen untersucht haben. Auch A. DE CANDOLLE (1883) und N. I. VAVILOV (1922/29) haben die Wichtigkeit dieser Phänomene erkannt, jedoch keine spezielle konzeptionelle Definition dafür benutzt. Der Paradigmenwechsel in der Biologie wurde im Jahre 1992 durch die Konvention von Rio offensichtlich (Biodiversität mit Ausschluß des Menschen), durch die Fortschritte des Projektes zur Erforschung des menschlichen Genoms (genetische Diversität des Menschen, 1990-1995) weiterentwickelt und erreichte - vielleicht erstmalig - praktische politische Bedeutung während der Friedensverhandlungen im Nahen Osten und in Bosnien (AL GORE ap. STRAUSS 1995).

Ethnobiobiodiversität schließt Ethnobotanik, Ethnozoologie, Ethnoökologie (Nutzung erneuerbarer Ressourcen) und Umweltcharakteristik ein, die mit den traditionellen menschlichen Gemeinschaften verknüpft sind. Ihr Konzept wurde in der Vorbereitungsphase der Konvention von Rio in Budapest (POLUNIN et BURNETT 1992) sowie auf dem Ethnobotanischen (Welt-) Kongress in Còrdoba (BORHIDI 1992, SZABÓ et al 1992a, b) diskutiert und während der Hundertjahrfeier des VAVILOV Institutes in St. Petersburg sowie in einem Vortrag vor der Ungarischen Akademie der Wissenschaften in Budapest (SZABÓ 1995a) weiterentwickelt.

Die Evolution der ursprünglichen Weizensippen und deren mögliche Beeinflussung durch das Auftreten der indo-europäischen, der ural-altaischen und der finno-ugrischen Bevölkerungsgruppen wird kurz diskutiert und dabei die Meinung artikuliert, daß *In-situ*-Erhaltung von genetischen Ressourcen, kulturelle Diversität und erneuerbare Entwicklung miteinander verknüpft sind. Ein semi-konservatives Modell für die Evolution der Ethnobiobiodiversität wird vorgeschlagen.

¹ Universities of Western Hungary * Berzsenyi College
Laboratory of Ecological Genetics and Evolution of Crop-Plants
Pf. 170
9701 Szombathely
Hungary

Summary

Ethnobiodyersity (i.e. biological dyersity related with and influenced by the ecological experiences and cultural traditions of different human communities and the study of these phenomena) was observed beginning with ancient times by almost every author interested in territorial variability of cultivated plants. Among the modern scientists A. DE CANDOLLE (1883) and N. I. VAVILOV (1922/29) also were aware of the importance of these phenomena, without using a special conceptual definition for it. The paradigm shift in biology became clear in 1992 due to the *Rio Convention* (biodiversity except *Homo sapiens*), the advancement of the *Human Genome Project* (the genetic dyersity of *Homo sapiens*, 1990-1995) and reached perhaps first the practical political sphere during the peace treaties in the Near East and Bosnia (AL GORE ap. STRAUSS 1995).

Ethnobiodyersity covers the ethnobotany, ethnozoology, ethnoecology (sustainable resource utilisation) and environmental characteristics connected with traditional human communities. The concept has been discussed in the preparatory phase of Rio Convention in Budapest (POLUNIN et BURNETT 1992), on the Ethnobotanical (World) Congress in Córdoba (BORHIDI 1992, SZABÓ et al. 1992a, b), further developed during the Centennial Celebrations of the VAVILOV Institute in St. Petersburg and in a lecture held in the Hungarian Academy of Sciences in Budapest (SZABÓ 1995a).

The evolution of ancient wheats and their possible interference with the emergence of the Indo-Europeans, the Ural-Altaic, and the Finno-Ugric ethnic groups is briefly discussed. The opinion is formulated that *in situ* genetic resources conservation, cultural dyersity, and sustainable development are interrelated. A semiconservative model for the evolution of ethnobiodyersity is proposed.

Grußworte

Sehr geehrter Herr HANELT!
Sehr geehrte Damen und Herren!

Zuerst möchte ich recht herzlich und persönlich danken für die Einladung zu diesem Kolloquium. Es sei mir erlaubt, im Namen der ungarischen Agrobotaniker, und selbstverständlich in meinem eigenen Namen, Herrn Dr. PETER HANELT (obwohl er eigentlich ein überzeugter Demokrat ist), zu seinem 65. Geburtstag, als "*rex agrobotanicorum*" zu begrüßen.

Weil ich dieses Mal nicht als Botaniker, weder Genetiker noch Evolutionsforscher, sondern als Ethnobotaniker eingeladen worden bin, möchte ich Ihnen das Konzept der Ethnobiodyersität kurz präsentieren. Ich werde meinen Vortrag in englischer Sprache halten.

1 Introduction

It happens quite rare in the life of a scientist that his conclusions presented in a scientific conference are echoed later in an important international political agreement. So I was really surprised, when in the very last phase of the preparation of this paper I read again the proposals of a paper presented in 1990 in Budapest in a World Conference intended to prepare the environmental World Conference from Rio de Janeiro (1992). There are no signs, that the following three statements have been studied by those editing the text of the Rio Declaration. But the author of these statements was convinced about the originality of this ideas. The time was surely also ripe in 1990 for similar proposals, worldwide (see also ANON. in the references of this paper). So, based on the discussions which followed the presentation of my lecture in Budapest, especially on opinions of Prof. Dr. G. VIDA (Hungary, cf. VIDA 1992) and Prof. P. S. RAMAKRISHNAN (India) a text for a common declaration has been prepared and presented to the Organizing Committee of the Budapest Conference 1990, as a proposal for the Rio Conference 1992, as follows:

- 1) It is ecologically important to protect not only the animal and plant diversity but also the cultural diversity of the mankind, the diversity preserved especially by different ethnic groups. Special attention merit in this respect those traditional communities, those traditional cultures which proved to be successful in conserving biological diversity in their environment and, consequently, contributed to the emergence of ecologically balanced situations.
- 2) There is an urgent need to protect and study these communities, especially in politically affected regions. A more effective knowledge of the structure and function of such balanced agroecosystems, the effective and proactive (i.e. the early but not late, reactive) protection of their values, including the genetic information and know-how accumulated around them is of considerable environmental importance for the future.
- 3) The ultimate scope of this proactive protection is not to conserve an eventually contingent underdevelopment of an area or of a community, but the integration of the traditional knowledge and values in the newly emerging technical possibilities and cultural situations, to promote the maintenance and propagation of traditional methods of the sustainable agriculture (see also: POLUNIN et BURNETT eds. 1990/1992).

Two years later, in the Rio Declaration these ideas have been formulated as follows: „Indigenous people and their communities, and other local communities, have a vital role in environmental management and development because of their knowledge and traditional practices. States should recognize and duly support their identity, culture and interests and enable their effective participation in the achievement of sustainable development“. Principle 22 of the Rio Declaration.

„It is necessary to develop methods to link the findings of the established sciences with the indigenous knowledge of different cultures, to put the rhetoric of the Rio Declaration in practice.“ (Agenda 21, Chapter 35.7/h, Rio Convention) (INGLIS 1994).

In the last decades of the XXth century two major paradigm shifts connected with genetic diversity occurred in biology:

- 1) the importance of biodiversity preservation became globally recognized,
- 2) the human genome has been mapped on the level of the most important expressed sequence tags.

The first (rather controversial) issue culminated after a long preparatory phase in a political agreement, *The Rio Convention* (1992). This Convention created a scientific fashion. A huge number of publications of very different sophistication, value and impact has been produced in the subject. The end effect of the Convention is still obscure, but hopeful. One of these hopes was the international acceptance of *in situ agricultural biodiversity conservation program* and that of the importance of the traditional (ethnobotanical) knowledge, the ethnocultural know-how, connected with the *in situ* conservation.

The Human Genome project revealed a large number of Expressed Sequences (ES TAGs) in different human organs. Our brain has a leading position in the list with about 68.000 different expressed sequences, working here in an unknown allelic diversity, quite simultaneously. We can just speculate about the role of the neuronal ES-TAGs on different levels (cell, organ, individuum, family, population) on the human behaviour. The study of these ESTs in different human populations is a major future task of the science, taking in mind the words of L. CAVALLI-SFORZA: "*I have become used to being called a planner of genocide and of being accused of economic interest ... My main aim is to defend ... science*" (cf. also BUTLER 1995)

1.1 Goals

The main goal of this paper is to evaluate the present situation, to sample a part of the more or less relevant literature and to help the evolution of the paradigm shift regarding the conservation (or even enrichment) of quasi-equilibrium biodiversity emerged due to the environmental experience of the traditional human communities.

Our goals are complementary with that of some new scientific projects started in 1990 the West Hungarian Universities regarding the diversity of small languages and cultures in some Central-European and Eurasian contact zones: a.) the *study of Ural-Altai languages*, b.) the study of nations living in the zone of interference between the Baltic and Adriatic Sea (*The Amber Road Project*) and c.) the problems related generally with the small ethnic groups of the world (*Minorities Mundi*) (PUSZTAY 1994a, b, 1995).

1.2 Definitions

Ethnobiobiodiversity is the term used to designate biological diversity related with, and influenced by the ecological experiences and cultural traditions of different human communities in their impact on natural and artificial ecosystems, and the study of these phenomena.

Ethnobotany is a traditional part of the study of ethnobiobiodiversity dealing mostly with the traditional folk classification, nomenclature (ethnotaxonomy), the use of different plant species as direct human resources (ethnopharmacology, human nutrition etc.), the denomination and exploitation of different plant communities (ethnogeobotany). The evolutionary roots of ethnobotany are in some cases so deep that even the scientists take it as granted.

1.3 The emergence of the concept

Ethnobiobiodiversity was observed beginning with antiquity by almost every author interested in territorial variability of cultivated plants. The first botanist working quite consciously and systematically with problems related to ethnobiobiodiversity on local, regional, continental and global level was CAROLUS CLUSIUS writing about useful plants of France (1554), Spain (1571), Pannonia (Austria, Hungary, Slovenia, 1583, 1584). Perhaps the first small but completely independent, self supporting ethnobotanical book about Pannonian traditional knowledge on plants was edited by Stephanus BEYTHE based on the collections performed with CLUSIUS in Pannonia (1583). CLUSIUS compiled one of the first global synthesis of this type of diversity, as well (AUMÜLLER 1973, SZABÓ et al. 1992c).

This traditional approach of the study of crop plant diversity and evolution is reflected also in the works of modern Hungarian authors (SURÁNYI 1985, VÁRKONYI and KÓSA 1993).

Among the modern scientists A. VON HUMBOLDT (1807), A. DE CANDOLLE (1883) and N. I. VAVILOV (e.g. 1930) also were aware of the importance of these phenomena, without using a special conceptual definition for it. The study of relations between (bio)diversity and cultural ecology (BOSCAIU et TATOLE 1991, DOWDESWELL 1995) belong also to the field of ethnobiobiodiversity.

1.3.1 The idea of ethnobiobiodiversity by VAVILOV

The idea of correlation between the human genetic, ethnic and cultural diversity and that of crop plant diversity were formulated first in the early works of VAVILOV (1922).

It is worth to note here that the gene pool concept was first formulated in the same period by Russian geneticists involved in modern (eugenic) human population studies (cf. DOBZHANSKY 1973, SZABÓ 1985, FLITNER 1995), and this concept was transferred later to the United States.

The "ethnobiobiodiversity approach" is more frequent in the early period of VAVILOV. Later he surely realized the complexity of the phenomenon and became more cautious, perhaps not only for scientific reasons. It is perhaps worth to cite here some of the VAVILOVian views regarding the correlation between the biological and ethnic components of the crop genetic diversity.

"... In general, ... basic major civilisations as were associated with major water basins or major rivers were believed to set the scene for the development of cultivated plants. LEV MECHNIKOV expressed this idea very nicely in his book 'Civilisations and the Great Rivers'." (VAVILOV 1922, p. 11. Note: All English translations from VAVILOV, cited in this paper are based on LÖVE ed. 1992). "... the mountain area are not only the centre of variation in respect to the cultivated species of plants but also of the variation of human tribes. The diversity of ethnographical societies still favour a differentiation of races." (Idem, p. 12).

"The autonomy of different phytogeographical centres of cultivated plants, established on the basis of specific associations and detailed studies of species, can, to a great extent, solve the problems concerning the autonomy of the different foci of human civilisations as well." (VAVILOV 1926).

"Already, in his *Historia Naturalis*, PLINIUS stated that millet (*Panicum* sp.) was an important crop among the Slavic tribes (the Sarmatians). COLUMELLA (in his *De re rustica*, vol. II) mentioned the preparation of bread backed with millet flour and consumed while still hot.

Italian (or foxtail) millet *P. italicum* (now *Setaria italica*), has a very unfortunate epithet since this millet has little in common with Italy. It is grown in large quantities in the mountain area of southwestern Asia, in Afghanistan, Bokhara and Uzbekistan." (VAVILOV 1926a, pp. 61).

"Oats appear to be common weeds also among einkorn (*Triticum monococcum*), the cultivation of which is preserved by the Tatars on small plots in the Crimea, in Asia Minor, Bulgaria and in the northern Caucasus. We are able to confirm the presence of weedy oats in samples of einkorn from Bulgaria, Transcaucasia, N. Caucasus and Crimea studied in our laboratory." (Idem, ibidem, pp. 96). ... "In the Crimea, einkorn (*Triticum monococcum*) infests, together with oats, the crop of emmer (BARULINA 1925). It is also found in France (SCHULZ 1913)" (Ibidem, pp. 103).

In 1927 VAVILOV introduced in his new book the subtitle "*Dominant characteristics of animals and humans*". Writing about the general picture of different races of cultivated plants, domesticated animals and humans he went surely too far when he stated: "... the general picture of the colonisation of the different areas by humans and their races of domesticated animals and plants can be understood as a decrease of dominant from the centre toward the periphery of a distribution area.... we arrive by different route to the same hypothesis as launched by my teacher, W. BATESON, i.e. the process of evolution must be regarded as a process of simplification, as an untangling of a complicated set of original genes" ... "from the point of view of general civilisation and history, this process was positive, leading initially to the great northern civilisation. Being genetically recessive according to the composition of genes of the original populations which were residing in the original centres of human civilisation."

In any case, an agricultural know-how, an exploitation system is produced by the available germplasm, but also produces its own genetic resources. It is perhaps not a mere chance that in the Pannonian agroecosystems based greatly on grazing and mowing, the plant species of "Hungarian origin" (at least in their names) are represented by two well known fodder plants *Vicia pannonica*, the Hungarian vetch and *Bromus inermis*, the Hungarian brome grass.

In 1931 VAVILOV wrote "... it is necessary to speak of at least seven basic crops or, more exactly, seven basic groups of crops. These are typical of different ethnic and linguistic groups of people. Different kinds of agricultural tools and domestic animals are also typical of these groups" (pp. 181).

The major problem in the study of ethnobiodiversity is that in the case of human communities living in more or less close contact, more are in common, and less are specific in knowledge and in genetic diversity as well. As a consequence the homogeneity and the continuum are more striking.

1.3.2 The paradigm shift

The paradigm shift in biology regarding biodiversity became clear in the last decade (PRANCE 1991, 1995). In 1992 the *Rio Convention* (biodiversity except *Homo sapiens*) has been politically accepted by the majority of states. But the interest toward the ethnic components of biodiversity remained generally low for various, mostly historical, political and also scientific reasons (FEKETE et al. 1993, 1994, LÁNG et al. 1993, 1994, DÁNOS et al. 1994, HOLLY et al. 1994, HARASZTHY 1995, just to cite the trend in Hungary).

An almost parallel event was the advancement of the *Human Genome Project* regarding the study of the genetic diversity of *Homo sapiens*, 1990 - ongoing, with interim reports published in our decade yearly in the *Nature*, London (cf. GILBERT 1991).

The paradigm shift reached the practical political sphere during the peace treaties in Near East and Bosnia (AL GORE ap. STRAUSS 1995).

The emerging concept of ethnobiodiversity included the study of ethno(geo)botany, ethnozoo-logy and generally the sustainable resource utilisation of the traditional human communities. The genetic resources collections from Gatersleben and our professional contacts with Dr. PETER HANELT played an important role in its formulation. The program has been largely discussed during the preparatory phase of the Rio Convention in Budapest (VIDA 1991/1993 in POLUNIN et BURNETT eds. 1992), further on the Ethnobotanical (World) Congress in Córdoba (BORHIDI 1992, SZABÓ et al. 1992a, b), and developed during the Centennial Celebrations of the Vavilov Institute in St. Petersburg and in a lecture held in the Hungarian Academy of Sciences in Budapest (SZABÓ 1994, 1995a).

2 An evolutionary approach to the emergence of ethnobotany

2.1 Prehuman and (proto)human evolution

One of the main features of the prehuman and human evolution is the tendency to explore new niches in order to avoid deadly resource competition. The first and perhaps the last large man made niche is the agroecosystem. Agroecosystems were considered, more or less safe until MALTHUS (1798/1799).

Our prehuman ancestors living for millions of years in a tropical forest environment became strongly dependent from plants. This dependence is harboured even in deep, instinctive levels of our brain. If this behaviour is inherited or not, is still unclear. If yes, the membrane proteins and neuronal nets of our brain preserve this "ecological memory" certainly very similarly to that of other primates. This is fascinating if we consider the brain as the end result of the human evolution (taking as final result the human brain as we used it in the last 10 millennia). There is no doubt that our ancestors used for crop plant selection the same brain structures as ours, or perhaps even better ones, which were not aided by (stone-carved, written or electronic) artificial memory.

The major driving force of evolution, selection and survival was that of the amount of available resources. In the very beginnings of human evolution this was directed perhaps by the adversity of a new niche toward the "human intruder", later the problems were caused by the intruder itself.

Even a quick review of the process is impossible in this survey. We will discuss very briefly only two major aspects related with ethnobiobiodiversity:

- 1) theories regarding the emergence of the Indo-Europeans,
- 2) the story of the "late-comers": that of the Hungarians.

2.2 Ethnogenesis, cultural evolution and genetic resources

Some neglected cereals of our days possibly have had a quite strong interference with the emergence of the Indo-Europeans. The same is true for the Ural-Altai and Finno-Ugrian ethnic groups.

Ethnogenesis and cultural evolution followed (at least from an ethnobotanist's point of view) a semiconservative model in which the "conservative strand" is represented by more defensive and protective, the "evolutive strand" by more inventive, but sometimes also more aggressive and destructive groups of people. This is a very attempting model, but quite weak and the theory is not yet ripe for discussion. But the fact is that a strange correlation can be observed between the habitats of ethnic groups conserving ancient germplasm and the focal points of conflicts, just to mention here for example Afghanistan, Ethiopia, Near East, Middle East, Caucasus, or much more closely the Krainas, Bosnia and even Transsylvania. Carefully avoiding any generalisation: is it possible to look on the problem of tropical forests destruction as a conflict between a conserva-

tive, environment-sustainable (indigenous) ethnobiodiversity and the aggressive and destructive behaviour of the intruders?

It is worth to keep in mind in this respect that the simplest questions are sometimes most difficult to answer. The phenomena behind these are too colloquial. We are inclined to take them granted, as the oxygen around us (cf. also BOYDEN 1987).

The semiconservative nature of ethnobiodiversity seems to be a fact. The phenomenon has a general significance: the conservation of cultural traditions is a prerequisite for the survival of genetic diversity in the, and around of a traditional human system. This is one of the main reasons why the importance of ethnobiodiversity studies for environmental conservation, *in situ* genetic resource (germplasm) preservation and sustainable development is steadily growing.

2.2.1 The case of the Indo-Europeans

The role of botanical and zoological knowledge in the emergence of the Indo-European ethnic groups and languages is a hen and egg problem. Fact is that the emergence of the plant cultivation (the agri-culture) in Europe has a strikingly similar time scale with Indo-European ethnogenesis (Fig. 1).

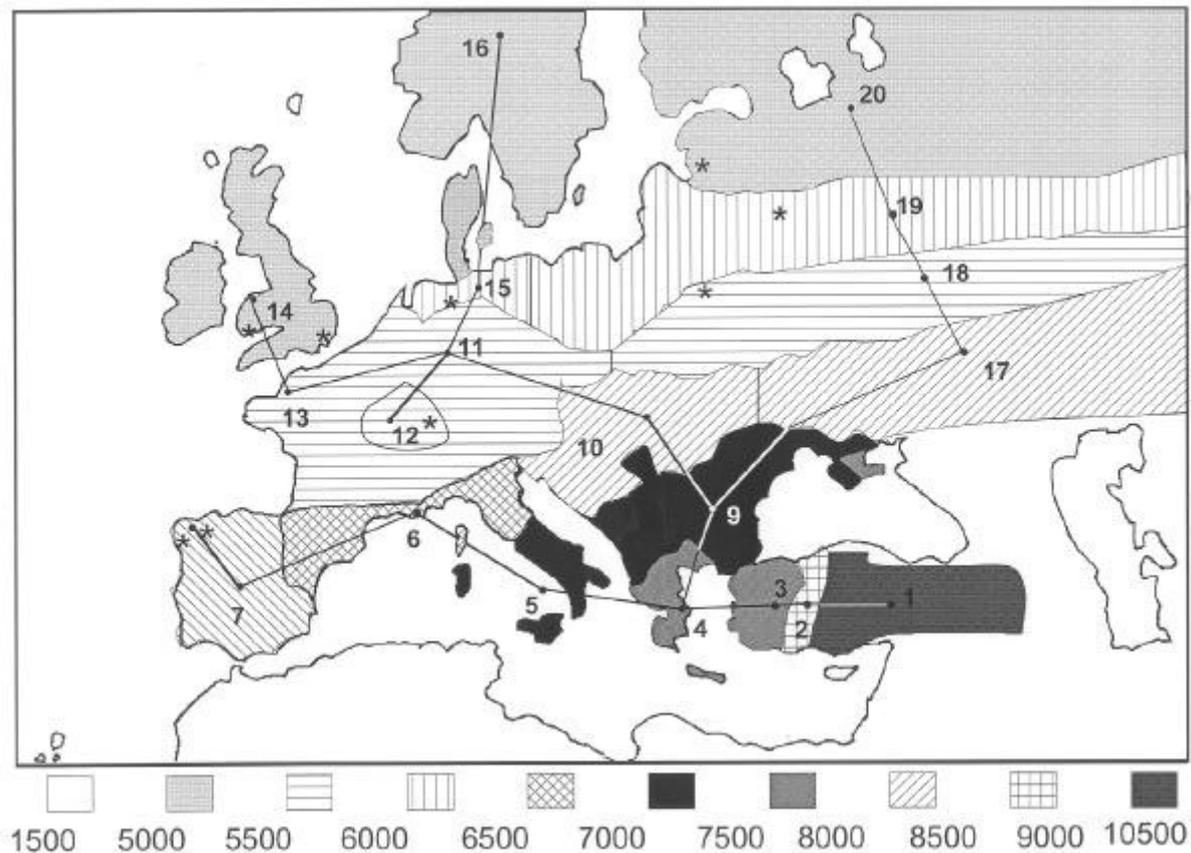


Fig. 1: Spreading of agriculture in Europe and collection sites of the Laboratory of Ecological Genetics and Evolution of Crop Plants (UWH, BDTF) in the Alp - Balkan - Carpath - Danube (ABCD) Area. In the box the sequence of spreading of agriculture in the area is represented (according to SOKAL)

Proto-IndoEuropeans starting from their supposed homeland about 6000 years ago moved westward in one, in two or more different directions (MALLORY 1989, RENFREW 1987). The gradual acquisition of customs and knowledge connected with the exploitation of a completely new type of ecosystem in the Biosphere (the *agroecosystem*) went in parallel with the emergence of new ethnic groups and new plant genetic resources (Fig. 2).

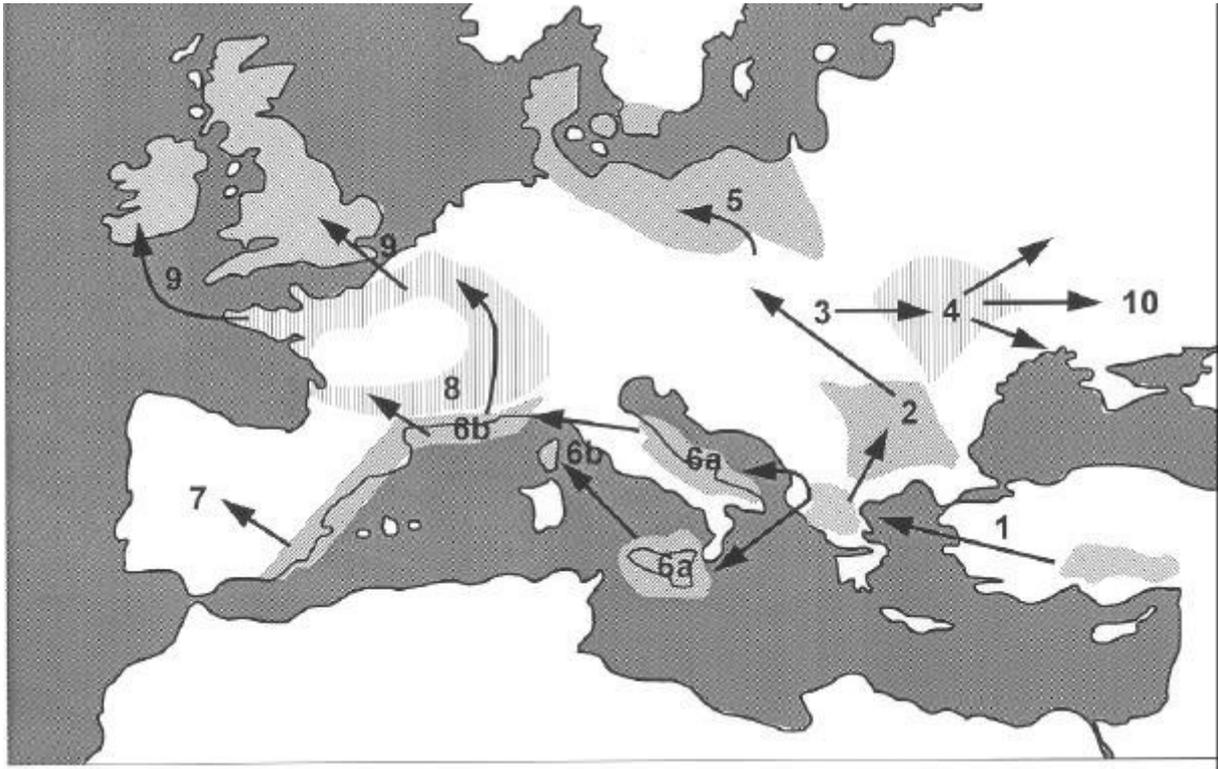


Fig. 2: The evolution of the Indo-European languages in Europe according to the theory based on the spreading of the agriculture in the area.

The other theory regarding the emergence of Indo-Europeans is also connected with ethnobiology, but more with ethnozoology as with ethnobotany. This is the theory of "Curgan Invasions". This theory developed by MARIA GIMBUTAS and published also in *Scientific American* is focused on the role of the Asian nomadic people in the formation of the Indo-European languages beginning with about 5 500 years ago (Fig. 3).

The driving force in Curgan Invasions is not clear, but the invasion itself was surely supported by the accumulation of a strong empirical, ethnozoological knowledge regarding the use of horses (UCKO et al. 1969).

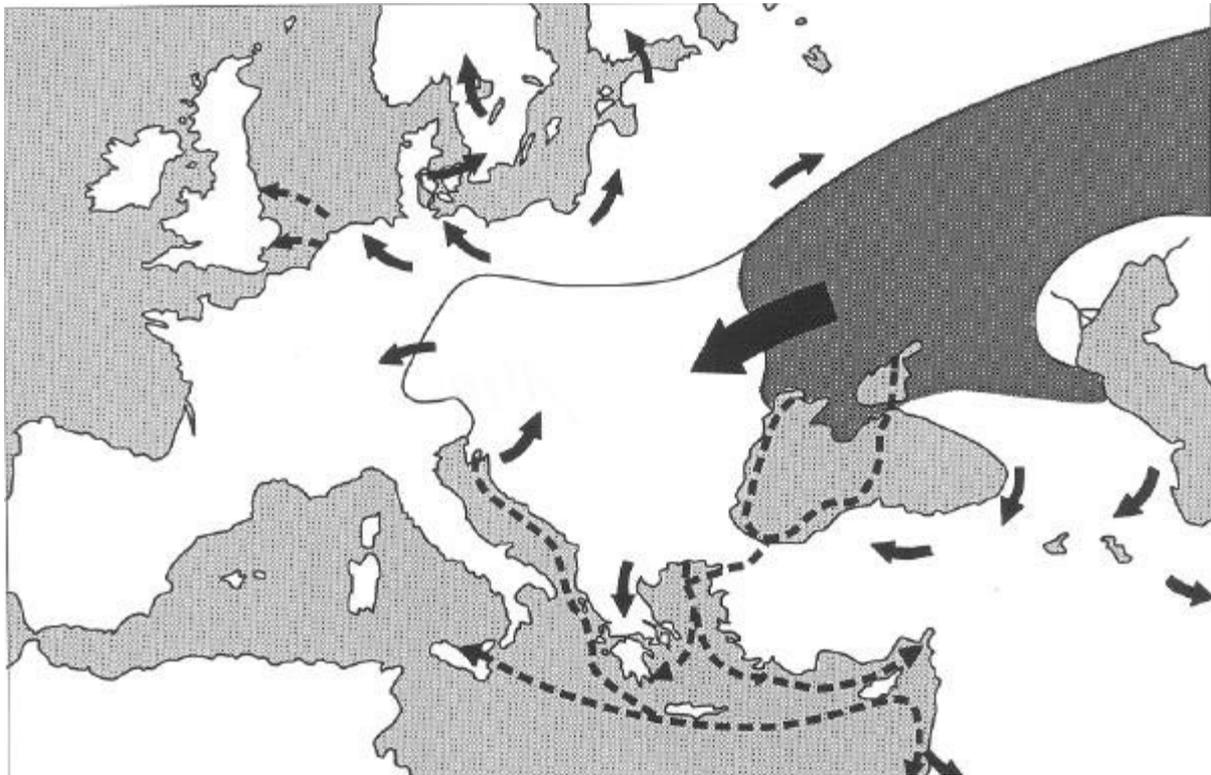


Fig. 3: The schematic representation of the theory of "Curgan Invasions" and the role of Asian nomadic people in the emergence of Indo-European languages and ethnic groups beginning with about 3500 years B.C. (M. GIMBUTAS, Univ. California)

2.2.2 The story of the „late-comers“

The last nomadic wave settled successfully in Europe as an ethnic group (the "late-comers" of the Curgan Invasions) were represented by the Hungarians. This case is worth of attention for ethnobiobiodiversity studies not for some quite suspicious (nationalistic) reasons, but because it describes a process quite well documented in written sources of the groups arrived earlier in Europe (Fig. 4).

The Finno-Ugric origin of the Hungarian language was scientifically demonstrated for the first time in a book written by the Transsylvanian SÁMUEL GYARMATHY and published not far from Gatersleben, in Göttingen (1799).

The shift prepared by the book of GYARMATHY with finding the "fish-smelling" new relatives produced firstly a general indignation in XIXth century Hungary. Before the publication of this book the Hungarians were linguistically quite isolated and exotic. According to medieval traditions the Hungarians were traced in relationship with the Scyths, the Huns or even with people of the Near East (Sumerians, Assyrians, Hebrews). Looking on the evolution of ancient Hungarian (Székely) runic script, at least some indirect cultural contacts were possible.

Now it is quite clear that the study of Finno-Ugric ethnobiodiversity is perhaps one of the significant omissions of the modern Hungarian, but also that of the European science. Ural-Altaic and Finno-Ugric groups are scattered in large East-European West-Asiatic (Siberian) territories. Some of them became extinct in late XIXth, early XXth century, or are actually on the edge of ethnocultural extinction. The remarkable exceptions are some major groups as the (ethnically very mixed) Hungarians, the Finnish, the Estonians, but also the Komies, Mordwins, Udmurts and Maris.



Fig. 4: The schematic representation of Hungarian migrations before settling the Carpathian Basin between VIth and IXth centuries. The conventional date of the final conquest of Hungary by the group of tribes led by ÁRPÁD is 896. It is perhaps not a mere coincidence, that the name of ÁRPÁD is derived from barley (*Hordeum vulgare*), indicating surely a respect of Hungarians toward this crop (FODOR in GLATZ 1989)

The importance of the study of these groups in understanding the spreading of agriculture and that of the crop evolution was realised early by VAVILOV (1922). Discussing the genetic (plant, human), and cultural diversity he writes: "In all the world only a few centres remain for the cultivation of emmer in mountain area (eg. in Abyssinia, the Pyrenees, the Balkans, and in the Caucasus) as well as in the Pri-Kama regions among the Chuvaks, the Mordvinians and the Tatars. The cultivation of emmer occurs in small fields in isolated areas and among the backward people, such as the Basques, the Chuvaks, the Mordvinians, the Ossetians, the Armenians and the tribes populating Abyssinia, who have preserved the ancient crops up to the present" (VAVILOV 1922, p. 10.).

The same is true for the periphery of the actual Hungarian language area, especially for Transsylvania and Moldova (BALASSA 1989, KOCSIS et al. 1991, SZABÓ 1981).

Ethnobotanical and ethnozoological (nomenclatural) arguments play a major role in different theories of the early Hungarian ethnogenesis, but the comparative study of ethnobiobiodiversity of Finno-Ugric groups of peoples are almost completely neglected. Looking on the traditional characters related with ethnobiobiodiversity in Hungarians (*csikós, juhász, gulyás, csárdás, paprika, puszta* etc. clearly related with ethnoecology) or the similar skills developed by the Lapps a comparative study seems to be promising.

The events moulding Finno-Ugric ethnobiobiodiversity were related to forestry, to agriculture, to domesticated plants and animals, on Hungarian line especially to horses. One group of the proto-Hungarians remained (or more probably moved) in Transcaucasia. An other large group was explored by pater Julianus in Magna Hungaria on the south-western part of the Urals (on the very border of Europe) but this group was completely destroyed by the Tatar invasion in (1235/1237). A small group of proto-Hungarians, the "ancient-Csángós" still persists in an "ethnically very diluted" form outside the Carpathians, in Moldova.

After a series of quite undocumented waves of settlings, the Hungarian tribes became definitively inhabited in the Carpathian Basin exactly 1100 years ago, in 896. This settlement was followed by a series of robbery-rides ("looking for free niches") in Europe. Hungarians clearly intended to move further westward, as the tribes of the Curgan Invasions acted before. But there were no more large free places in Europe. After a series of lost battels mostly against Germans, "the era of raids" was definitely over, and the Hungarian state was constitutionally organized as a Christian Kingdom, exactly in 1000.

During the past millennia the Hungarian ethnobiobiodiversity pattern developed dynamically assimilating and being assimilated, accepting new migrating groups (*Kún, Jász, Besenyő, Saxon*, etc.) and being accepted. The genetic distance calculated for the present populations of the most ancient Hungarian groups is now sometimes as closed to the Slavs and Germans as to the Finish (CZEIZEL 1990).

As opposed to the human genetic diversity components, the comparative ethnobiobiodiversity inside and around the different Hungarian groups were not effectively studied until now.

3 Material and methods

To evaluate the level of interest in traditional knowledge (ethnobotany, environment use, *in situ* genetic resource conservation etc.) books and serial publications dealing with genetic resources (*Diversity, Plant Genetic Resources Newsletter, MAB Digest, People and Plants Handbooks*) have been sampled quite randomly. (A more systematic review including other publications on genetic resources is surely needed in the future.)

In order to present case studies supporting the ethnobiobiodiversity concept, some conclusions of the field research carried out in Transsylvania in the period 1973-1985 (SZABÓ in PÉNTÉK et

SZABÓ 1985) and in the Alp - Balkan - Carpath - Danube (ABCD) area in the period 1990-1995 have been also considered (SZABÓ 1995, mnsr.).

From taxonomical point of view the case of the ancient wheat species *Triticum monococcum* (einkorn) and that of the emergence of clovers (*Trifolium repens*, *Trifolium pratense*, *Trifolium pannonicum*) as crop plants developed under specific environment management regimes will be very briefly discussed.

4 Results

4.1 Literature review

No methodologically consistent research results regarding the interrelations between ethnocultural diversity and the biodiversity have been found in the sampled publications. The published results dealing with landraces or topics related with genetic resources were just occasionally completed with classical qualitative, and much rarely with more distinctive quantitative ethnobotanical data. In the majority of cases only the plant side was considered, the human factor was completely neglected.

4.1.1 Ethnobotany, archaeobotany and general subjects

Literature in ethnobotany is steadily growing. Ethnobotanical dictionaries, encyclopedias, monographs and guide books have been published (BORZA 1968, BOSCAIU et al. 1991, BUTURA 1979, HAMMER et al. 1992-1994, MARTIN 1995, SZABÓ et PÉNTÉK 1975), biblical botany is of growing public interest (HAREUVENI, 1980, 1981, HEPPER 1993, LÖV 1922), North American ethnobotany is reconsidered from an historical phytogeographic perspective (FORD 1981, FRENCH 1981), the ethnobotany of sugar by people of tropical forest have been reviewed (HLADIK et HLADIK 1988), Mexican ethnobotany was recently enriched by a new volume (PACZKA 1994). Ethnobotanical aspects of the crop evolution (SZABÓ 1983, 1995a), problems related with the botanical environment of the traditional rural buildings (SZABÓ 1995b), *in situ* biodiversity conservation strategies (POLUNIN et BURNETT 1992), research regarding rural vegetation and skansens (ZIPPELIUS 1981), on botanic gardens (DU PUY et al. 1995), or that of the agroecotones in Switzerland (HEGG et al. 1992) are further examples of the raising interest. But in the volume *Perspectives on Biological Complexity* (SOLBRIG et NICOLIS 1991) the ethnic ethnobiodiversity component is not considered.

Palaeoethnobotany, archaeobotany (SCHULTZE-MOTEL 1986, SCHULTZE-MOTEL et al. 1994 etc.) is just indirectly related with present day ethnobiodiversity. The Biodiversity Convention (PUTTERMANN 1994), sustainable development (SRIVASTAVA et al. 1994), the centres of Mediterranean crop diversity (HAWKES 1995, JANA 1995), the centres of diversity and problems of genetic conservation (PLARRE 1995), the domestication of tropical trees (LEAKEY et al. 1994), compa-

rative studies of agrico-pastoral peoples of Eurasia (TANI ed. 1978), and secondary crop cultivation in New World (HERNÁNDEZ et al. 1992) are discussed in papers of interest for ethnobiobiodiversity, but generally not dealing to much with the human factor.

Scientists writing different papers of the reviewed sample, such as HAWKES, JÁNOSY, LEHMANN, SINSKAYA, VAVILOV, were interested mostly in the crop plant component ethnobiobiodiversity (FILATENKO 1990, HAMMER and HANELT 1992, PACZKA 1994, VAVILOV ap. HAWKES 1987/1988, 1994, 1995). There were also remarkable exceptions, such as HLADICK et al. (1988), or STEVE BRUSH who is primarily interested in ethnobiology (BRUSH 1995) or on the farmer-based approach toward genetic resources (BRUSH 1991, 1995), still without special emphasis on ethnicity.

4.1.2 Studies on different taxa

Papers dealing with genetic resources in different taxa have generally weak or no ethnobiobiodiversity component, e.g. in the case of *Abelmoschus* in Africa a cultural polymorphism was detected (HAMON et al. 1991); *Allium* species in Central Asia (KOTLINSKA et al. 1991), or in local markets of Nigeria (VAN STOLEN 1980, 1982), respectively the review of the genus with emphasis on taxonomy and genetic resources (HANELT et al. 1992, 1994 etc.); *Camelina* in India (SINGH 1980); *Capsicum* in Bolivia (HARDY ESHBAUGH W. 1980); *Cicer* in Syria (cf. Syria); *Diploaxis*, *Eruca* (PADULOSI comp. 1995) *Ginkgo*, fruit trees, *Lilium* and *Prunus* in China (MING et YUN-WEI 1988); *Gossypium*, different collections (ANO et SCHWENDIMAN, 1983); *Hordeum*, *Sorghum* and *Pisum* in Ethiopia (TOLL 1980); *Lathyrus*, *Lens*, *Vicia* in eastern Mediterranean (MAXTED et al. 1989); *Lilium* cf. *Ginkgo*; *Lupinus* in Greece and Yugoslavia (SIMPSON, MCGIBBON 1982b, COWLING 1986); *Papaver* for opium in Rajasthan (GUPTA et al. 1980); *Pennisetum* in southern Africa (KATIVE et MITHEN, 1988); *Phaseolus* in Mexico (RODRÍGUEZ CABRERA et al. 1987), crop variability in Korea (HAMMER et MUN CHAN 1986); *Pisum* (AMBROSE 1995), *Pisum*, *Hordeum* and *Sorghum* in Ethiopia (TOLL 1980); *Prunus* variability (ALDWINCKLE et al. 1986), *Prunus domestica*, *P. spinosa* in Turkey (GÖNÜLSEN et GÜLCAN 1987), *Prunus* landraces in the former Czechoslovakia (BLAZEK 1987), *Prunus domestica* landraces around Damascus (THOMPSON, 1986); *Solanum* spp., Bolivia (VAN SOEST et al. 1980), *Solanum melongena* regional variability in E. Africa (LESTER 1990); *Sorghum*, *Pisum* and *Hordeum* in Ethiopia (TOLL 1980); *Triticum dicoccoides* in Jordan (JARADAT et JANA 1987); *Vicia* in eastern Mediterranean (MAXTED 1995, MAXTED et al. 1989); *Vitis* spp. in N. America and genetic erosion caused by environment use i.e. loss of woods (REMAILY 1987); weeds, biology, culture and conservation (DOUILLET 1995); *Zea*, gene evolution by gene mutations (CULOTTA 1991), *Zea* in Yugoslavia (RADOVIC and ZIVKOVIC 1983).

In some cases the ethnobiobiodiversity components have been recognized, but not really explored, as in the case of *Amaranthus* diversity, culture and cultivation in India (JOSHI 1982); *Hordeum* landraces in Near East (CECCARELLI et al. 1995); *Lupinus* use by different human communities in

Iberian Peninsula (SIMPSON, MCGIBBON 1982a); *Medicago* germplasm distribution in Spain and Portugal including differences observed in different ethnic regions (PROSPERI et al. 1989); *Oryza* tribal harvesting of wild germplasm in India (ANON.1982), *Oryza* variability in the area of ethnic conflicts between India, China and Pakistan etc. (SHARMA 1982); *Prunus* and local people in Greece (TSIPOURIDIS et al. 1987); *Vicia faba*, traditional crop, ethnic groups, Cyprus (DELLA 1980); *Zea* in prehistoric Indian cultures (JOHANNESSEN et HASTROF 1989) or in Korea with specific drying on stem (CHOE 1986).

The best explored case of interrelation between ethnicity, food customs and allelic frequencies of crop plants is perhaps the occurrence of waxy alleles in different cereals presented by Sadao SAKAMOTO.

4.1.3 Geographical approach

The situation is essentially the same among the papers focused on different geographical zones eg. on Africa (cf. *Solanum melongena*, *Pennisetum*); Alpine plants (SZABÓ 1990); Andean root tubers (ZANDSTRA 1994); Asia cf. *Allium*; Bolivia cf. *Solanum*, *Capsicum*; Brazilian Amazonian extractivism (CLÜSNER-GODT 1994); Burkina-Faso pearl millet cultivation (BURTON 1994); China cf. *Ginkgo*, *Oryza*; Cyprus cf. *Vicia*; Eastern Africa cf. *Solanum melongena*; Ethiopia cf. *Hordeum*, *Pisum*, *Sorghum*; Europe: biodiversity actions, European programme on crop diversity (PERRET 1984, LORENZEN 1995, ANON. 1981), European Cooperative Programme (FRISON et AGER 1995), European Union in peace actions in Middle East (PORCEDDU 1995); Greece cf. *Lupinus*, Greece, Romania and Turkey (SAKAMOTO, KOBAYASHI 1982); Greek gene banks (ZAMANIS et al. 1995); Himalaya (ARORA 1981, ARORA et al. 1982); Iberian Peninsula cf. *Lupinus*; India cf. *Oryza*, *Camelia*, *Amaranthus*; Italian genetic conservation (PERRINO 1995); Jordan: cereals, food legumes (VAN SLAGEREN et al. 1990); Korea cf. *Phaseolus*; Latin America (LISTMAN 1994); Mediterranean biodiversity (DOWDENSWELL 1995, MCNEELY et al. 1995, SKOURI et al. 1995, MAXTED et al. 1989, ANISHETTY et al. 1995); Mexico cf. *Phaseolus*, New World crops (PACZKA 1994); Middle East: peace and biological resources (ANON. 1995); N. America cf. *Vitis*; Near East (AMBROSE 1995, VAN SLAGEREN et al. 1990), Pakistan, Baltistan (BHATTI et al. 1982); Portugal, VAVILOV-mission (BETTENCOURT et al. 1995); Romania, Turkey, Greece (SAKAMOTO ET KOBAYASHI, 1982); Slovenia (BARICEVIC et al. 1995); Spain cf. *Medicago*, horticultural species (NUEY et al. 1986); Switzerland, agroecotones (HEGG et al. 1992), Syria: cereals, food legumes (VAN SLAGEREN et al. 1990, JARADAT 1995, EHRMAN et MAXTED 1989); Turkey, Greece, Romania (SAKAMOTO ET KOBAYASHI, 1982), cf. also *Prunus*; West Asia, North Africa (ADHAM et al. 1995); Yugoslavia cf. *Lupinus*, genetic conservation (PANCIC 1995).

Similarly to the taxonomical papers, in some geographically oriented studies the ethnobiodiversity component has been more or less recognized, as in the case of Andean crop varieties in local markets (ESQUINAS-ALCAZAR 1982); Andean prehistoric corn and cultures (JOHANNESSEN

et HASTROF 1989); Asia: local rules on medicinal plants (CHOMCHALOW 1980); Cuba: East Asian ethnic influences on cultivated flora (HAMMER et ESQUIVEL 1990, HAMMER et al. 1991); Georgia, Ossetia, plant germplasm (BERIDZE, HANELT et al. 1992); Himalayan farming systems in different communities and problems of genetic conservation (MAIKHURI et al. 1991); India: tribal harvesting of wild *Oryza* (ANON. 1982); Kenya - genetic resources in different cultural and/or tribal area (ATTERE 1986); Mediterranean ethnobiobiodiversity (STRAUSS 1995).

A special case is that of France, where the ethnocultural component is very strong and the regional treasures of French ethnobiobiodiversity, connected with a specific zone, specific dialect and specific plant and/or animal genetic resource is constantly monitored, as for example the communal management of natural resources (NAPOLEONE et al. 1995), the regional genetic treasures (BÉRARD et al. 1993), the ethnobiobiodiversity studies of PAGE-Provence (BARRET et al. 1995) and that of the ALIMENTEC (MARCHENAY et al. 1986, 1987).

4.1.4 Animal genetic diversity

The ethnobiobiodiversity component was rather weak or was completely lacking also in papers dealing with animal genetic diversity in Italy (PAGNACCO et al. 1995, SCHERF et al. 1995), or generally in Mediterranean region (GEORGUDIS 1995). This side of the problem is just mentioned here.

4.1.5 Traditional know-how

Traditional knowledge connected with the use of natural resources of the environment by different ethnic groups are becoming frequent in the UNESCO journal *Nature and Resources* (cf. INGLIS 1994, THOMAS 1994, LALONDE et AKHATAR 1994), in the volumes of the *Man and Biosphere* Series of UNESCO (cf. e.g. PRICE 1995) and some other newly emerged publications (e.g. *Indigenous Knowledge and Development Monitor*, produced by the Centre for Indigenous Knowledge for Agriculture and Rural Development CIKARD in Iowa, USA). New research projects also emerged in the subject (e.g. the *Leiden Ethnosystem and Development Programme*).

5 Case studies

5.1 Territorial studies

5.1.1 Transsylvania

Transsylvania, quite erroneously, has a bad (ethnobiobiodiversity related?) reputation of "Drakula Land", a misbelief deeply rooted in western countries. Research carried out in different ethnobotanical projects yielded also a small side result (not really related with ethnobotany): the complete

lack of documentary evidence in Hungarian and Romanian ethnic traditions of Transsylvania regarding Drakula (SZABÓ 1989).

The ethnobotanical survey has been carried out here in two phases. In the first period (1972-1975) the traditional ethnobotanical knowledge and the diversity of genetic resources has been sampled on a relatively large area (the whole Transsylvania, Partium and Banat) with the aid of local collectors. Results have been published in an ethnobotanical guide book (SZABÓ et PÉNTEK 1976).

In the second period (1973-1983) a research project has been carried out on a more restricted sample territory in Transsylvania, the Calata Area (Rom.), that is in Kalotaszeg (Hung.) inhabited by Hungarian and Romanian population mixed in every possible percent combination. The monographical results were published in a book including ethnogeobotanical and ethnobiodiversity issues as well (PÉNTEK et SZABÓ 1985). Some of these results (eg. regarding the genetic erosion of *Triticum* species) have been published in the journal *Die Kulturpflanze* (SZABÓ 1981). A comprehensive picture emerged during this research regarding the genetic resources in a territory and the local knowledge on useful plant germplasm (both wild and cultivated) in different ethnic groups.

Differences between and inside the ethnic groups regarding for example the ethnotaxonomy of *Solanum tuberosum*, the landraces of *Phaseolus vulgaris*, the semidomesticated or weedy autochthonous plants used in complementary nutrition (especially by poor and by children), the aromatic medicinal and cultivated species revealed a lot of similarities, but also differences among the groups. Unfortunately the study of preferences and ranking was completely omitted from this project.

Even so, the quantitative evaluation was possible of the species diversity preserved for example in, around and in the surrounding larger area of the family houses.

5.1.2 Alp - Balkan - Carpath - Danube (ABCD) - Area

An ethnobiodiversity project has been started by the Laboratory of Ecological Genetics and Evolution of Crop Plants (Universities of Western Hungary, Berzsenyi College, Szombathely) in 1990 in the ABCD-area. The ethnic conflicts and the war in Balkan accentuated the necessity of a better understanding of interrelations among ethnicity, environment and genetic resources.

The ABCD project demonstrated the advantages and disadvantages of a study performed on large territories: territorial differences are quite clear during the itinerary research, but the subtle differences so important in ethnobiodiversity remain mostly undiscovered.

5.2 Taxonomical case studies

5.2.1 Studies on ancient wheats (*Triticeae*)

This case study raised interest on international scale due to the new perspectives emerged in breeding by gene technologies.

Triticeae grasses were preadapted perhaps to cultivation about 100.000 years ago. Domestication and conscious human selection acts on wheat for about 10.000 years. Hungarian wheat selection in Carpathian basin is about 1 000 years old. Wheat genetic cDNS libraries emerged about 10 years ago. This quite arbitrary time scale is mentioned here just to illustrate the necessity of a submissive approach in genetic resource research. What we intend to find, are the genetic differences between the ancient wheat populations preserved by different ethnic groups and the correlation of this differences with different selection criteria. This is a controversial subject, which yielded polemics regarding ethnic priorities in the *in situ* preservation of einkorn in Transsylvania (BORZA 1945).

The ethnobiobiodiversity component of this research is relatively small. It is concentrated on field research of landraces and the collection of traditional knowledge connected with the identified sites.

Based of the collection of the historical and actual ethnobotanical records regarding the distribution of *Triticum monococcum* in Transsylvania the preserved populations have been sampled both among Hungarian and Rumanian farmers. Transylvanian Germans could not been sampled because after about 700 years of ethnic isolation German farmers almost completely emigrated from Transsylvania in the last decades. Their ethnobotanical knowledge was quite rich (KRAUSS 1943). Some of the einkorn germplasm once cultivated perhaps also by Germans from northern Transsylvania was recovered by SAKAMOTO.

While discussing with the farmers about einkorn cultivation a strong ethnobiobiodiversity component was detected both among men and women in every ethnic group. They preserved their germplasm in hidden places during the forced communist collectivisation, and different ethnic groups used this resource with different motivation, Romanians mostly for feed (SZABÓ 1981, PISTRICK et al. 1995). Hungarians preserved einkorn germplasm also for feed remembering on uses as food, too. Hungarian farmers from Sic or from Székelyföld cultivated einkorn only for straw-hat fabrication. The distribution of relic cultures of einkorn in Transsylvania is represented on the map (Fig. 5).

During the Hulled Wheat workshop of the IPGRI in 1995 very particular ethnobiobiodiversity components have been mentioned in the preservation of einkorn relic cultures throughout Europe (NESBITT et al. 1995, mnsr.).

Reinforcing the traditional value judgements of different traditional human communities (e.g. by recognition of economical and cultural autonomy of different European ethnic groups) is perhaps a possibility of not just a more effective *in situ* conservation of an endangered crop, but also for a better environment management, a more sustainable agricultural environment.

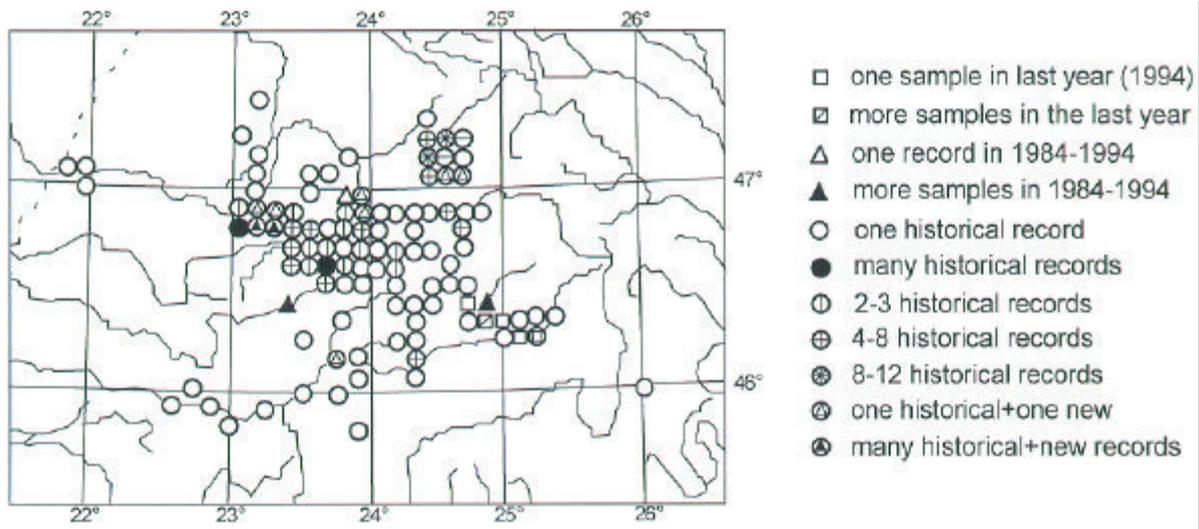


Fig. 5: The distribution of historical and actual relic cultures of *Triticum monococcum* in Transsylvania. This distribution is somewhat correlated with the historical distribution of different ethnic groups in the same territory (SZABÓ 1995).

5.2.2 Modern clovers (*Trifoliae*)

Einkorn is an allochthonous crop in Europe, a genetic resource introduced here consequently with the spreading of agriculture and that of the Indo-Europeans (cf. SCHULTZE-MOTEL et GALL 1994 and previous publications). The majority of fodder legumes, especially the clovers (*Trifolium* spp.) evolved autochthonously, or even as endemic-subendemic wild taxa (species, subspecies) from wild to cultivated (Fig. 6).

Some clover species (*Trifolium pratense*, *T. repens*, *T. pannonicum*), evolved from spontaneous to cultivated under the selection pressure of European ethnocultural ecological practice: grazing and mowing or, more recently, ornamental gardening.

Results regarding the taxonomical reflection of this selection have been published earlier (PUJA et SZABÓ 1978, SZABÓ 1988) and some of these results have been accepted even as a schoolbook's example of teaching interrelations between evolution of cultivated plants and plant taxonomy and nomenclature (FICK 1991, FICK et al. 1991).

The ethnobiodiversity component of clover evolution was recognized in XVIth century by MELIUS (1578) for the importance of *Trifolium pratense* in Hungary. The Ladino white clover (*Trifolium repens* convar. *giganteum*) is connected tightly with the ecological practice of a specific ethnic group and language of Northern Italy, that of the Ladinos. In the case of *T. repens* convar. *hollandicum* the ethnobiodiversity component is even more striking.

Trifolium pannonicum is a highly polyploid clover species preadapted for cultivation. The emergence of the Pannonian clover as a fodder species was not really successful, but as a

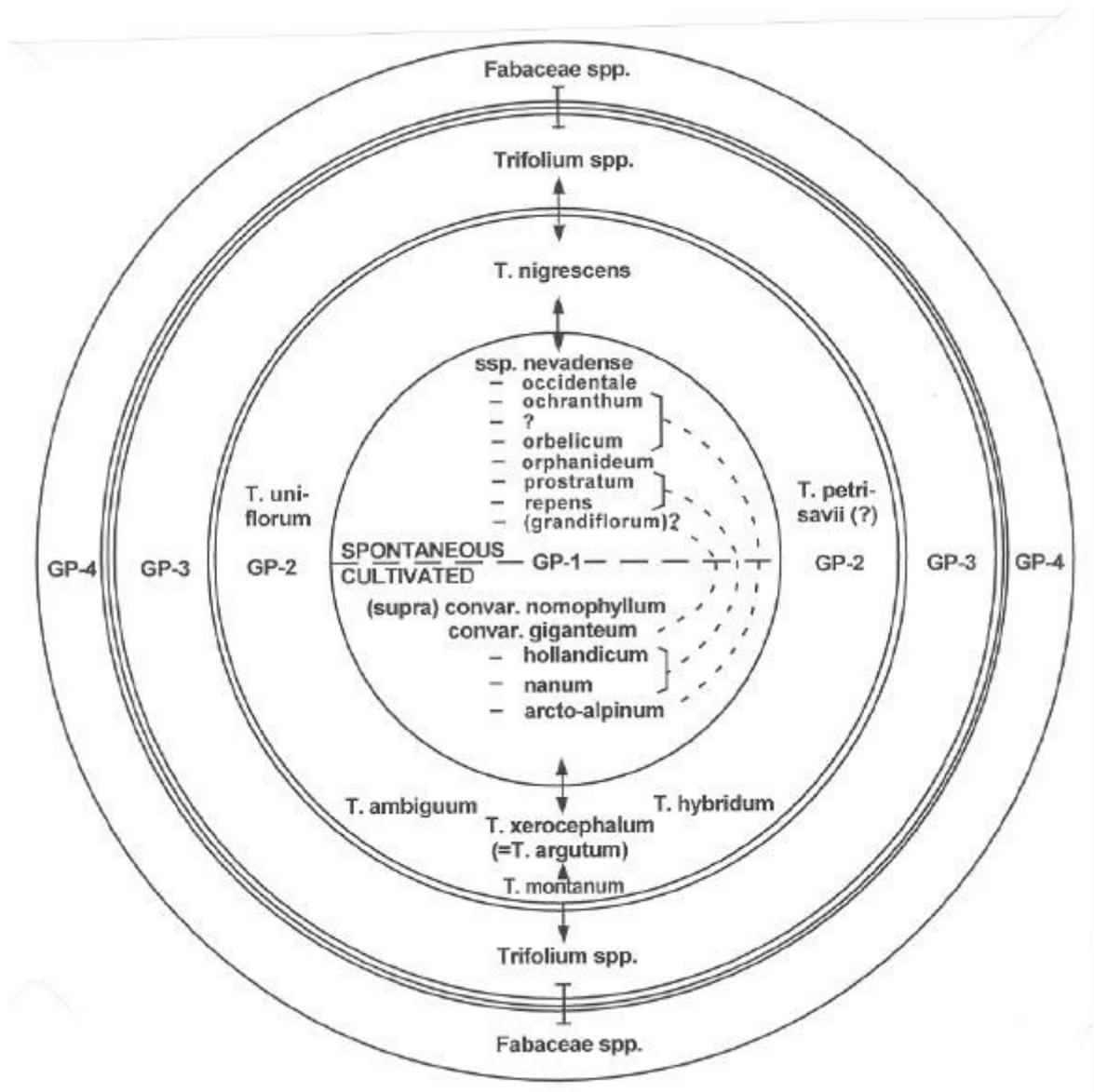


Fig. 6: The ethnobiology component in white clover gene pool: convar. *giganteum* (Ladino white clover) emerged under a mowing-and-grazing practice of an isolated Northern-Italian ethnic group, the Ladinos, convar. *hollandicum* (the Dutch white clover) has been selected in historical times in the Netherlands, ssp. *nanum* (the "English" white clover) is adapted to the sheep grazing practice of the ethnically quite mixed British Isles (SZABÓ 1988).

Pannonian breed ornamental species it is promising (SZABÓ 1987, 1996 mnsr.). The breeding is hindered by the high genetic diversity of an open pollinating, outcrossing high polyploid plant and the prescriptions of plant breeding (cultivar) standards emerged first in Western Europe and acting against genetic diversity in accepted cultivars (FLITNER 1995). This and similar phenomena of ethnobiodiversity will be discussed in the second part of the paper.

6 Conclusions

- 1) Ethnobiodiversity is an interface between accepted scientific fields, such as biology, agronomy, the science of genetic resources, linguistics, archaeology and anthropology.
- 2) There is no proved direct connection between the frequencies of different specific alleles among human, animal and plant populations, as VAVILOV expected in the early period of his scientific career.
- 3) Correlation seems to exist between the conservative, protective human individual and ethnic behaviour and the *in situ* genetic resource preservation ability of the individual or of the group.
- 4) Similar correlation is expected between aggressive, destructive human behaviour and genetic erosion in plants, animals and humans as well.
- 5) The genetic background of human behaviour is far from being known. Science is just beginning to reveal the large number of expressed sequences acting in an unknown allelic diversity on taste and other selection criteria in different groups.
- 6) The *Human Genome Project*, the *In Situ Genetic Conservation Project*, and the *Rio Convention* produced a new paradigm shift toward the acceptance of ethnobiodiversity, as an important factor of genetic diversity.
- 7) The science of ethnobiodiversity has, or more exactly will have, a field of its own, with possible impacts on environmental sciences, nature protection, *in situ* genetic resources conservation and even politics.

Supported by: OTKA grant No. 3173

7 Bibliography

- ADHAM, Y, A. BALI, A.A. JARADAT (1995): West Asian and North African Countries Establish WANANET - A Regional Genetic Resources Network. *Diversity*, 11, 1-2: 29-30.
- ALDWINCKLE, S.H., M. IZUKA, D.H. VAN STOLEN (1986): Temperate Fruit Crop Germplasm in China. *PGRN (Plant Genetic Resources Newsletter)* 68: 35-41.
- AMBROSE, M.J. (1995): From Near East Centre of Origin the Prized Pea Migrates throughout World. *Diversity* 11, 1-2: 118-119.

- ANISHETTY, N. M., K.L. TAO, K. RINGLAND (1995): United Nation's FAO Support Genetic Resources Activities throughout Mediterranean Region. *Diversity* 11, 1-2: 41-43
- ANO, G., J. SCHWENDIMAN (1983): Multi-phase Collecting Missions for Cotton (I, II). *PGRN* 54: 2-6, 6-10.
- ANON. (1981): Germplasm collecting in Europe. *PGRN* 45: 33-47
- ANON. (1982): Conservation of the wild rices of tropical Asia. *PGRN* 49: 13-18.
- ANON. (1991): Biodiversity Strategy and Action Plan. A Call for Urgent National, Local and International Action to Save, Study, and Use Sustainable and Equitably the World's Biotic Wealth. First Draft (Note: not to quote). World Resources Institute (WRI), International Union for Conservation of Nature (IUCN), United Nations Environment Programme (UNEP), Food and Agricultural Organisation (FAO), United Nations Education, Scientific and Cultural Organisation (UNESCO)
- ANON. (1992): Etnobotánica '92. 20-26 de Septiembre 1992, Libro de Resúmenes. Edita: Jardín Botánico de Córdoba. Gestión Gráfica y Medios. pp. 1-639.
- ANON. (1994): Plants and People. *Soc. Econ. Bot. Newsletter*. vol.7: 1-12.
- ANON. (1994): Darwin Initiative Projects Help Conserve Crop Biodiversity Around the Globe.
- ANON. (1995): Negotiators View Preservation of Region's Wealth of Biological Resources as a Crucial Component in the Middle East Peace Talks. *Diversity* 11, 1-2: 6-8.
- ANON. (1994): Nature and Resources. Traditional knowledge into the twenty-first century. Edited by UNESCO, Paris.
- ARORA, R. K., (1981): Collecting in the Sikkim Himalayas. *PGRN* 46: 20-24.
- ARORA, R. K., K.P.S. CHANDEL, M.N. KOPPAR (1982): Genetic Diversity in Cold Arid Western Himalayas. *PGRN* 51: 27-30.
- ATTERE, A. F. (1986): Genetic Resources of Kenya. *PGRN* 67: 9-18.
- AUMÜLLER, S. (1973): Bibliographie und Ikonographie (von CAROLUS CLUSIUS). Nr. 1, 2. In: Festschrift anlässlich der 400jährigen Wiederkehr der wissenschaftlichen Tätigkeit von CAROLUS CLUSIUS (CHARLES DE L'ESCLUSE) im pannonischen Raum. Burgenländische Forschungen, Sonderheft V, Eisenstadt.
- BALASSA, I. (1989): A határainkon túli magyarok néprajza (The Ethnography of Hungarians outside Hungary). Gondolat, Budapest.
- BARICEVIC, D., P. RASPOR, J. SPANRING, T. PRUS, S. GOMBOC (1955): Funding Cannot Match Slovenia's Intense Interest in Biodiversity Conservation and Research. *Diversity* 11, 1-2: 105-106.
- BARRET, P., P. CROSSA-REYNAUD (1995): Consortium of Conservationists Unite to Preserve Local Genetic Resources through PAGE-Provence. *Diversity* 11, 1-2: 91-92.
- BÉRARD, L., J. FROC, M. HYMAN, PH. HYMAN, PH. MARCHENAY, etc. (1993): L'inventaire du patrimoine culinaire de la France. Ile-de-France. Produits du terroir et recettes traditionnelles. Albin Michel, CNAC, Paris, pp. 1-335.

- BERIDZE, R.K., P. HANELT, T.S. GIRGVLIANI, V.N. KANDELAKI, D. MANZGALADZE (1992): Collecting plant-genetic resources in Georgia (South Ossetia, Dzhavekheti) 1990. Feddes Repertorium 103, 7-8: 523-533.
- BETTENCOURT, E., GUSMAO, L. (1995): VAVILOV Mission Confirmed Pivotal Importance of Portugal's Plant Wealth. Diversity 11, 1-2: 84-85.
- BHATTI, M.S., et al., (1982): Fruit Collecting in Baltistan, Pakistan. PGRN 50: 9-13.
- BLAZEK, J. (1987): Temperate Fruit Crop Germplasm in Czechoslovakia. PGRN 67: 26-30.
- BORHIDI, A. (1992): Origen de las plantas medicinales y tradicionales etnobotánicas en las Antillas Mayores. Etnobotánica '92, Córdoba, pp. 202.
- BORZA, AL. (1945): Alacul (Triticum monococcum) la romani. L'alac (Triticum monococcum) chez les Roumains. Bul. Grad. Bot. Cluj. 25: 93, Sibiu.
- BORZA, AL. (1968): Dictional etnobotanic cuprinzind denumirile populare romanesti si in alte limbi ale plantelor din Romania. Ethnobotanical Dictionary comprising the names of plants in Rumanian and other languages. Ed. Acad. Rep. Soc. Romania, Bucuresti.
- BOSCAIU, N., V. TATOLE (1991): Diversitate si ecologie culturala. Ocrot. nat. med. inconj. 35 (1-2): 43-48.
- BOYDEN, S. (1987): Western Civilisation in Biological Perspective: Patterns in Biohistory. Clarendon Press, 370 pp.
- BRUSH, S. B., (1991): A farmer-based approach to conserving crop germplasm. Econ. Bot. 45: 153-165.
- BRUSH, S. B. (1995): Ethnobiologists Comb Turkey's Rich Wheat Trove in Search of Patterns of Diversity. Diversity 11, 1-2: 63-64.
- BURTON, G. W. (1994): Innovative Plan for Collecting Pearl Millet Germplasm in Burkina Faso Enlarges Genetic Base and Accelerates Breeding. Diversity 10, 4: 29-30.
- BUTLER, D. (1995): Genetic diversity proposal fails to impress international ethics panel. Nature 377: 373.
- BUTURA, V. (1979): Enciclopedie de etnobotanica romaneasca (Encyclopaedia of the Romanian Ethnobotany). Ed. st. encicl., Bucuresti.
- CECCARELLI, S., S. GRANDO, J.A.G. VAN LEUR (1995): Barley Landraces of the Fertile Crescent Offer New Breeding Options for Stress Environments. Diversity 11, 1-2: 112-113.
- CHOE, B. (1986): Collection and Evaluation of Maize in the Republic of Korea. PGRN 68: 2-5.
- CHOMCHALOW, N. (1980): Medicinal Plants and Spices in Asia. PGRN 44: 2-11.
- CLÜSNER-GODT, M., I. SACHS (1994): Extractivism in the Brazilian Amazon: perspectives on regional development. MAB Digest 18. UNESCO, Paris, 88 pp.
- COWLING, W.A. (1986): Collection of Wild Lupinus in Greece. PGRN 65: 20-22.
- CULOTTA, E. (1991): How Many Genes Had to Change to Produce Corn? Science 252: 1792-1793.
- CZEIZEL, E. (1990): A magyarság genetikája (The Genetics of the Hungarians). Debrecen. Edition of the Author.
- DELLA, A. (1980): Broad Bean Collecting in Cyprus. PGRN 44: 17-19.

- DÁNOS, B., Z. KERESZTY, G.Y. KOVÁCS, F. NÉMETH, L. PAPP, T.A. SZABÓ, Z. VARGA (1994): Preservation of taxonomic diversity and the prospects of its continued maintenance. In: FEKETE G. (ed.), 306-320.
- DOBZHANSKY, TH. (1973): Genetic Diversity and Human Equality. The facts and fallacies in the explosive genetics and education controversy. Basic Books Inc., New York. Translated and edited in Hungarian by SZABÓ 1985.
- DOUILLET, R. (1995): Mediterranean NGO Weds Biological and Cultural Aspects of Biodiversity Conservation. Diversity 11, 1-2: 34-35.
- DOWDESWELL, E. (1995): The Cooperative Ethic of the Biodiversity Convention Poses a Great Challenge for the Vital Habitats and Cultures of the Mediterranean Mosaic. Diversity 10, 1-2: 9-13.
- DU PUY, B., P.W. JACKSON (1995): Botanic Gardens Offer Key Component to Biodiversity Conservation in the Mediterranean. Diversity 11, 1-2: 47-50.
- EHRMAN, T., N. MAXTED (1989): Ecogeographic survey and collection of Syrian Viciae and Ciceræ (Leguminosae). PGRN 77: 1-8.
- ESQUINAS-ALCAZAR, J. T. (1982): Recursos Fitogenéticos de la Region Andina (Parte 1 & 2 & 3 & 4 & 5) PGRN 47: 36-39, 49: 38-44, 50: 74-77, 51: 31-34, 52: 34-37.
- FEKETE, G. (ed.) (1994): Foundations for Developing a National Strategy of Biodiversity Conservation /in Hungary/. Committee on Ecology, Biology Section, Hungarian Academy of Sciences. Acta Zoologica Acad. Sci. Hung., 40 (4): 289-327.
- FICK, W.G. (1991): Compilation of Nomenclature Applied to White Clover (*Trifolium repens* L.). Res. Ser. R 91-3, Dept. Soil Crop Atm. Sci., Cornell Univ.
- FICK, W. G., M.A. LUCKOW (1991): What We Need to Know about Scientific Names: An Example with White Clover. Journ. Agr. Educ. 20, 2: 141-147.
- FILATENKO A. (1990): Ev. SINSKAYA - a Centenary. Her major activities in the field of establishing and studying world collections of plant genetic resources (1889-1965). PGRN 81-82: 1-3.
- FLITNER, M. (1995): Sammler, Räuber und Gelehrte. Die politischen Interessen an pflanzengeneti-schen Ressourcen 1895-1995. Campus Verlag, Frankfurt/New York.
- FORD, R. I. (1981): Ethnobotany in North America: an historical phytogeographic perspective. Canad. Journ. Bot.: 59: 2178-2188.
- FRENCH, D.H. (1981): Neglected aspects of North American ethnobotany. Canad. Journ. Bot., 59: 2326-2330.
- FODOR, I. (1989): Finnugor vagy bolgár-török? A magyarok eredetéről és vándorlásáról. (Finno-Ugrians or Bulgarian-Turks. About the origin and wandering of Hungarians). In: GLATZ F. Magyarok a Kárpát-medencében. (Hungarians in the Carpathian Basin). Budapest, 12-14.
- FRISON, E., H. AGER (1995): European Cooperative Program: A Focus on Mediterranean Bio-diversity. Diversity 11, 1-2: 30-32.
- GEORGOUDIS, A. (1995): Animal Genetic Diversity Play Important Role in Mediterranean Agriculture. Diversity, 11, 1-2: 16-19.

- GLATZ, F. (ed.) (1989): Magyarok a Kárpát-medencében. (Hungarians in the Carpathian Basin). 2nd Edition. Pallas Lapés Könyvk., Budapest.
- GILBERT, W. (1991): Towards a paradigm shift in biology. *Nature* 349: 99.
- GÖNÜLSEN, N., R. GÜLCAN (1987): Temperate Fruit Crop Germplasm in Turkey. *PGRN* 67: 31-34.
- GUPTA, R., K.L. SETHI, M. KAZIM, P.C. GUPTA (1980): Opium Poppy Collection in Rajasthan. *PGRN* 43: 20-24.
- GYARMATHY, S. (1799): *Affinitas linguae Hungaricae cum linguis fennicae originis grammaticae demonstrata*. Göttingen.
- HAMMER, K., B. MUN CHAN (1986): Variable Landraces Collected in Democratic People's Republic of Korea. *PGRN* 67: 19-20.
- HAMMER, K., M. ESQUIVEL (1990): East Asian influences in Cuban agriculture. *PGRN* 77: 9-16.
- HAMMER, K., M. ESQUIVEL, E. CARMONA (1991): Plant genetic resources in Cuba. Report of a collecting mission, February - March 1990. *PGRN* 86: 21-27.
- HAMMER, K., M. ESQUIVEL, H. KNÜPFER (eds.) (1992, 1994): "... y tienen faxones y fabas muy diversos de los nuestros ..." - Origin, Evolution and Diversity of Cuban Plant Genetic Resources. I-III. *Inst. Pflanzengen. Kulturpfl., Gatersleben*.
- HAMMER, K., P. HANELT (1992): CHRISTIAN O. LEHMANN (1926-1992), Obituary. *Genet. Res. Crop. Evol.*, 39: 61-69.
- HAMMER, K., H. KNÜPFER, L. XHUVELI, P. PERRINO (1995): Estimating genetic erosion in landraces - two case studies. *Genet. Res. Crop. Evol.* (In press).
- HAMMER, K., G. LAGHETTI, S. CIFARELLI, P. PERRINO (1991): Collecting in northeastern Italy using the indicator-crop method. *PGRN* 86: 39-40.
- HAMON, S., A. CHARRIER, J. KOEHLIN, D.H. VAN SLOTEN (1991): Les apports potentiels a l'amélioration génétique des gombos (*Abelmoschus* spp.) par l'étude de leurs ressources génétiques. *PGRN* 86: 9-15.
- HANELT, P., R. FRITSCH (1994): Notes on some infrageneric taxa in *Allium*. *Kew Bulletin* 49, 3: 559-564.
- HANELT, P., K. HAMMER, H. KNÜPFER (1992): The Genus *Allium* - Taxonomic Problems and Genetic Resources. Proceedings of an international symposium held at Gatersleben, Germany, June 11-13, 1991. Gatersleben.
- HANELT, P., H. SCHULTZE-MOTEL, R. FRITSCH, J. KRUSE, H. MAAB, H. OHLE, K. PISTRICK (1992): Infrageneric grouping of *Allium* - the Gatersleben approach. In: HANELT, P. et al. 1992 pp. 107-123.
- HARASZTHY, L. (1995): Biológiai sokféleség megőrzésének lehetőségei Magyarországon (Possibilities of preserving biological diversity in Hungary). *WWF-füzetek* 8: 1-44.
- HARDY ESHBAUGH, W. (1980): Chili Peppers in Bolivia. *PGRN* 43: 17-19.
- HAREUVENI, N. (1980, 1981): *Nature in Our Biblical Heritage*. Neot Kedumim Ltd. Kiryat Ono.
- HAWKES, G. J. (1987, 1988), N.I. VAVILOV the man and his work. *PGRN* 72: 3-5.

- HAWKES, G. J. (1994): 1. The history of crop genetic resources. 2. Centres of agricultural origins and the evolution of domesticated plants - from Vavilov to the present day. 3. Biodiversity and disease resistance and pest resistance in wild and cultivated potatoes. A case study in genetic resource exploration and utilisation. 4. Plant biodiversity conservation. A review of present methods and future needs. In: SZABÓ T.A. (ed.): Vavilov Lectures 1995, BIO TÁR, Ethnobotany and Ethnobiobiodiversity Ser., Collecta Clusiana 4: 28-88. University of Western Hungary Publ., Mosonmagyaróvár, Sopron, Szombathely.
- HAWKES, J. G. (1995): Centres of Origin for Agricultural Diversity in the Mediterranean: From VAVILOV to the Present Day. *Diversity* 11, 1-23: 109-111.
- HEGG, O., C. BÉGUIN, H. ZOLLER (1992): Atlas de la végétation a protéger en Suisse. OFEFP, Berne. 160 pp.
- HERNÁNDEZ BERMEJO, J. E., J. LEÓN (1992): Cultivos marginados otra perspectiva de 1492. Collection FAO. Producción y protección vegetal 26. Programa Etnobotánica '92, FAO, Roma, pp. 339.
- HLADIK, C. M., A. HLADIK (1988): Sucres et "faux sucres" de la forêt équatoriale: évolution et perception des produits sucrés par les populations forestiers d'Afrique. *Journ. d'Agric. Trad. et de Bota. Appl.*, 35, 51-64.
- HOLLY, L., G. JENSER, D. SURÁNYI, Z. SZÖCS (1994): Biodiversity in Agriculture. In: FEKETE, G. (ed.), 320-327.
- HUMBOLDT, A. VON (1807): Ideen zur einer Geographie der Pflanzen, nebst einen Naturgemälde der Tropenländer. Tübingen.
- INGLIS, J. (1994): Introduction. *Nature and Resources* 30, 2: 3-4.
- JANA, S. (1995): Factors Contributing to Crop Diversity in the Mediterranean. *Diversity* 11, 1-2: 15.
- JARADAT, A. A., S. JANA (1987): Collecting Wild Emmer Wheat in Jordan. *PGRN* 70: 19-22.
- JARADAT, A. A., W. TAWIL, Y. BARKOUDAH (1995): Syrian Genetic Resources Program Preserves and Enhances Ancient Species of World Importance. *Diversity* 11, 1-2: 73-75.
- JOSHI, B. D. (1982): Exploration for Amaranth in Northwest India. 48: 41-50.
- KATIVE, SH., R. MITHEN (1988): Pennisetum in southern Africa. *PGRN* 73-74: 1-8.
- KOCSIS, K., E. KOCSISNÉ HODOSI (1991): Magyarok a határainkon túl - a Kárpát-medencében. (Hungarians outside Hungary - in the Carpathian Basin). Tankönyvkiadó, Budapest.
- KOTLINSKA, T., P. HAVRANEK, M. NAVRATIL, L. GERASIMOVA, A. PIMAKHOV, S. NEIKOV (1991): Collecting onion, garlic and wild species of *Allium* in central Asia, USSR. *PGRN* 83-84: 31-32.
- KRAUSS, F. (1943): Nösnerländische Pflanzennamen. Ein Beitrag zum Wortschatz der Siebenbürger Sachsen. Teleki Pál Tudományos Intézet, Beszterce - Bistritz.
- LALONDE, A., SH. AKHATAR (1994): Traditional knowledge research for sustainable development. *Nature and Resources* 30, 2: 22-28.
- LÁNG, I. (org.) (1993): Biodiversity after Rio: From the Baltic to the Balaton. Balaton Limn. Res. Inst. HAS, Tihany.

- LÁNG, I. (ed.) (1994): Környezetvédelmi Lexikon. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- LEAKEY, R. R. B., A.C. NEWTON (eds.) (1994): Domestication of tropical trees and non-timber products. MAB Digest 17, UNESCO, Paris, 94 pp.
- LESTER, R.N., et al. (1990): African eggplants - a review of collecting in West Africa. PGRN 81-82: 17-26.
- LISTMAN, M. (1994): Rescue of Latin American Maize Progresses Lays Groundwork for Future Collaborative Missions. Diversity, 10, 4: 26-27.
- LORENZEN, H. (1995): Landmark European Union Legislation Prompts Question: Is Diversity Saved - or on the Rocks? Diversity 11, 1-2: 33.
- LÖV, I. (1922): Semitische Färbepflanzen. Zeitschr. f. Semitik u. verw. Geb., Bd. 1. Hft. 2 (Leipzig), 98-162.
- LÖVE, D. (transl., ed.) (1992): N.I. VAVILOV: Origin and Geography of Cultivated Plants. Cambridge Univ. Press.
- MAIKHURI, R. K., M.C. NAUTIYAL, M.P. KHALI (1991): Lesser-known crops of food value in Garhwal Himalaya and a strategy to conserve them. PGRN 86: 33-36.
- MALLORY, J. P. (1989): In Search of the Indo-Europeans: Language, Archaeology and Myth. Thames and Hudson. 288 pp.
- MALTHUS, T. R. (1799): An Essay on the Principle of Population or a View of Its Past and Present Effects on Human Happiness. Edition (1958, London-New York. Translated in Hungarian by SEMLYÉN, I., 1982, Kriterion, Bukarest.
- MARCHENAY, PH., M.-F. LAGARDE (1986): Prospection et collecte des variétés locales de plantes cultivées. Guide pratique. Groupe de recherche et de développement sur le patrimoine génétique et végétal de la région Provence-Alpes-Cote d'Azur. Page Paca. Conservatoire botanique de Porquerolles.
- MARCHENAY, PH., M.-F. LAGARDE, A. CAUDERON, F. MANGENOT (pref.) (1987): A la recherche des variétés locales de plantes cultivées. Guide méthodologique. PAGE-PACA. Cons. bot. Porquerolles.
- MARTIN, G.J. (1995): Ethnobotany. A methods manual. Chapman et Hall, London etc., I-XXIV, 1-268.
- MARZELL, H. (1937-1956): Wörterbuch der deutschen Pflanzennamen. I-V., Leipzig.
- MAXTED, N. (1995): An ecogeographical study of Vicia subgenus Vicia. IPGRI, Rome.
- MAXTED, N., H. OBARI, A. TAN (1989): Viciae (Leguminosae): New and interesting endemic species from the eastern Mediterranean. PGRN 78-79: 21-25.
- MCNEELY, J., W. STRAHM (1995): Mediterranean Sites Prominent in Landmark Plant Conservation Strategy Released by World Conservation Union. Diversity 11, 1-2: 36-37.
- MING, W., S. YUN-WEI (1987, 1988): Fruit tree and vegetable germplasm in arid and semi-arid areas of northwest China. PGRN 72: 17-19.
- NAPOLIONE, C., O. ROQUE, A. BOURBOUZE, A.-M. JOUVE (1995): Aménagement communal participatif à Montpezat ou l'élaboration, avec les habitants, d'un schéma directeur cohérent. Courrier de l'Environnement de l'INRA, 24: 13-28.

- NUEY, F., J. CUARTERO, J. COSTA, Y.C. FERNANDO (1986): Recolección de Especies Hortícolas en España. PGRN 66: 28-29.
- PACZKA, O.R. (ed.) (1994): Mexico y Centroamerica como centro basico de origen de las plantas cultivadas del Nuevo Mundo. Revista de Geografia agricola (estudios de la agricultura mexicana) No. 20: 1-220.
- PADULOSI, S. (comp.) (1995): Rocket Genetic Resources Network. Project on Underutilized Mediterranean Species. Report of the first meeting 13-15 November 1994, Lisbon, Portugal. Internat. Plant Genet Res. Inst., Rome, 1-70.
- PÉNTEK, J., A. SZABÓ (1985): Ember és növényvilág. Kalotaszeg növényzete és népi növényismerete. (In Hungarian) (Man and Plant. Plant Kingdom and Human Life in Kalotaszeg) Kriterion. Bukarest.
- PERRET, P.M. (1984): European Programme for Conservation and Exchange of Crop Genetic Resources. PGRN 61: 5-12.
- PISTRICK, K., M. M. AVRAMIUC, V. CHERECHES, N. FRIESEN (1996): Collecting plant genetic resources in Romania (Eastern Carpathians, Maramures, Muntii Apuseni), 1994. (In press).
- POLUNIN, N., J. BURNETT (eds.), (1992): Surviving With The Biosphere. Edinburgh University Press. 183-186.
- PRANCE, G.T. (1991): What is ethnobotany today? Journal of Ethnopharmacology, 32: 209-216.
- PRANCE, G.T. (1995): Foreword. In: G.J. MARTIN, 1995, Ethnobotany. A methods manual pp. XVI.
- PRICE, M.F. (1995): Mountain Research in Europe. An Overview of MAB Research from the Pyrenees to Siberia. Man and the Biosphere Series (Series Editor: J.N.R. JEFFERS), vol. 14: 1-250.
- PROSPERI, J.M., I. DELGADO ENGUITA, M. ANGEVAIN (1989): Prospection du genre *Medicago* en Espagne et au Portugal. PGRN 78-79: 27-29.
- PUIA, I., T.A. SZABÓ (1978): On the systematic position of red clover (*Trifolium pratense* L.) cultivated in Romania. Not. bot. hort. agrobot. Cluj. 9: 47-50. Bul. st. Inst. Agr. Cluj.
- PUSZTAY, J. (1994a): Das sprachliche Bild der Bernsteinstrasse-Region. Savaria University Press, Szombathely 1-132.
- PUSZTAY, J. (1994b): A szölkupok (The selkups). Minoritates Mundi. Savaria University Press, Szombathely, 1-195. Including a bibliography of the different series of the Uralistic Dept. of the Berzsenyi College (Specimena Sibirica vol. 1-10., Specimena Fennica vol. 1-5, Folia Estonica vol. 1-3, Lexica Savariensia vol. 1-2. etc..
- PUSZTAY, J. (1995): Diskussionsbeiträge zur Grundsprachenforschung (Beispiel: das Protouralische). Harrassowitz Verlag, Wiesbaden, pp. 1-132.
- RADOVIC, G., V. ZIVKOVIC (1983): Collecting Local Maize in Southern Yugoslavia. PGRN 53: 15-16.
- REMAILY, G.W. (1987): Diversity of North American Species of *Vitis*. PGRN 71: 25-30.
- RENFREW, C. (1987): Archaeology and Language: The Puzzle of Indo-European Origins. Cambridge Univ. Press.

- RODRÍGUEZ CABRERA, M. et al. (1987): Phaseolus Germplasm Collection in Mexico. PGRN 70: 30-37.
- SAKAMOTO, S., H. KOBAYASHI (1982): Variation and geographical distribution of cultivated plants, their wild relatives and weeds native to Turkey, Greece and Romania. RGCS, APPSE, RIHS, Kyoto Univ..
- SCHERF, B., H. LEITCH, K. HAMMOND (1995): Mediterranean Region Will Be Among Beneficiaries of FAO's Global Domestic Animal Program. Diversity 11, 1-2: 44-45.
- SCHULTZE-MOTEL, J. (ed.) (1986): Rudolf Mansfelds Verzeichnis Landwirtschaftlicher und Gärtnerischer Kulturpflanzen (Ohne Zierpflanzen). Akademie-V., Berlin, I-IV.
- SCHULTZE-MOTEL, J., W. GALL (1994): Archäologische Kulturpflanzenreste aus Thüringen. Weimarer Monographien zur Ur- und Frühgeschichte. Bd. 32.
- SHARMA, S.D. (1982): Collection and Evaluation of Rice from N.E. India. PGRN 50: 62-69.
- SIMPSON, M.J.A., R. MCGIBBON (1982a): Collection of Lupinus in the Iberian Peninsula. PGRN 50: 14-19.
- SIMPSON, M.J.A., R. MCGIBBON (1982b): Lupinus collection in Greece and Yugoslavia. PGRN 52: 28-30.
- SINGH, I.D. (1980): Tea Germplasm in India. PGRN 43: 12-16.
- VAN SOEST, L.J.M., W. HONDELMANN, J.G. HAWKES (1980): Potato Collecting in Bolivia. PGRN 43: 32-35.
- SKOURI, M., J. ROBERTSON (1995, Success of UNESCO Biosphere Reserve Network in Mediterranean Will Impact Biodiversity Convention Plans. Diversity 11, 1-2: 39-40.
- VAN SLAGEREN, M.W., A. ELINGS, L. HOLLY, B. HUMIRD, A.A. JARADAT, K.H. OBARI (1990): Cereals, Food Legumes and their Wild Relatives in Syria and Jordan. PGRN 80: 5-14.
- SOLBRIG, T.O., G. NICOLIS (ed.) (1991): Perspectives on Biological Complexity. International Union of Biological Sciences. Paris.
- SRIVASTAVA, J.P., M. SUBRAMANIAM (1994): Biodiversity, Sustainable Development, and Challenges for the 21st Century. Intern. Conf. on "Global Genetic Resources - Heritage of Mankind" August 7-13 1995, Vavilov Inst. Plant Ind. (VIR), St. Petersburg.
- VAN STOLEN, D.H. (1980): Vegetable genetic resources. PGRN 44: 20-25.
- VAN STOLEN, D.H. (1982): Allium Genetic Resources. PGRN 50: 36-40.
- STRAUSS, D. (1995): From the Editor /ethnobiodiversity and peace in the Near East and Mediterranean Region/. Diversity. A News Journal for the International Genetic Resources Community. 11 (1-2): I-VI, 1-147.
- SURÁNYI, D. (1985): Kerti növények regénye. (The Romance of Garden Plants. In Hungarian). Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1-363.
- SZABÓ, T.A. (1981): Problems of genetic erosion in Transsylvania. Die Kulturpflanze. Gatersleben, 29: 47-62.
- SZABÓ, T.A. (1983): Alkalmazott biológia a termesztett növények fejlődéstörténetében. (In Hungarian) (Applied Biology in the Evolution of Cultivated Plants). Ceres. Bukarest.

- SZABÓ, T.A. (ed., transl.) (1985): Preface and Notes to the Hungarian edition of the book of DOBZHANSKY TH., 1973, Genetic Diversity and Human Equality. The facts and fallacies in the explosive genetics and education controversy. Kriterion K., Bukarest, pp. 1-28, 176-22.
- SZABÓ, T.A. (1987): Microevolution in *Trifolium* L. sect. *Stenostomum* M.B. I. Biometry of spontaneous and cultivated *Trifolium pannonicum* Jacq. Not. bot. hort. agrobot. Cluj., 17: 47-76.
- SZABÓ, T.A. (1988): The white clover (*Trifolium repens* L.) gene pool. I. Taxonomical review and proposals. Acta Botanica Hungarica. 34, 1-2: 225-241.
- SZABÓ, T.A. (1989): Folk deceptions. Nature, London. Vol. 337, 6204: 202.
- SZABÓ, T.A. (1990): Plants cultivated in alpine regions, alpine plants in cultivated regions. A case study from Transsylvania. In: Alpine Ecology and Biogeography. Univ. Torino, Neuchatel, Chambéry. p. 46 (abstract)
- SZABÓ, T.A. (1990/1992): Genetic Conservation and Human Communities. In: POLUNIN et BURNETT (eds).
- SZABÓ, T.A. (1993): Genetic Resources. Commentaries. In: POLUNIN, N., BURNETT J. (eds.) Surviving With The Biosphere. Edinburgh University Press. 183-186.
- SZABÓ, T.A. (ed.) (1994): VAVILOV Lectures 1994. Collecta Clusiana, Ethnobotany and Ethnobiobiodiversity 4., Bio Tár Series. Mosonmagyaróvár - Sopron - Szombathely. Pp. 1-134.
- SZABÓ, T.A. (1995a): Historical, ethnobotanical and genetic resource research regarding the evolution of crop plants and their wild relatives in the Carpathian area. Dr. Sci. Thesis. (In Hungarian) Szombathely - Budapest.
- SZABÓ, T.A. (1995b): Etnobotanika és népi építészet. (Kutatási elvek és három esettanulmány). A falusi ház növényi környezete: 1. Nyugat-Dunántúlon, 2. Kalotaszegen, 3. Dél-Szlovákiában. In Hungarian (Ethnobotany and traditional rural architecture. Research principles and case studies. The plant environment of rural houses 1. Western Transdanubia. 2. Calata Area. 3. Southern Slovakia). Népi Építészeti Konferencia. Velem, május 29-31. (In press).
- SZABÓ, T.A., J.A. KOVÁCS, B. TAKÁCS, A. R.-SKRIBANEK, L. BALOGH, L. POZSIK, T. ANNA SZABÓ (1992a); Ethnobotanical and conservational value of the churchyard flora and vegetation in Carpathian area. Etnobotánica 1992 (Volume of Abstracts), Córdoba, Spain.
- SZABÓ, T.A., J. PÉNTEK (1975): Ezerjófő. Etnobotanikai útmutató. (In Hungarian) (Centaurium. Ethnobotanical guide book). Kriterion, Bukarest.
- SZABÓ, A., J. RAB (1992b); Ethnogeobotany and historical ethnobotany related with ethnohistory of the Carpathian Basin. Ethnobotanica 1992, Volume of Abstracts. Cordoba, Spain.
- SZABÓ, T.A., I. SZABÓ, F. WOLKINGER (1992c): The beginnings of Pannonian ethnobotany: *Stirpium nomenclator pannonicus* edited by S(TEPHANUS) B(EYTHE) (1583), CAROLUS CLUSIUS (1584), DAVID CZVITTINGER (1711). Collecta Clusiana 2. BIO TÁR, Ethnobot. and Ethnobiobiodiv. Ser., Univ. West. Hung., Szombathely, Grác, Németújvár.
- THOMPSON, M.M. (1986): Temperate Fruit Crop Germplasm in Syria. PGRN 68: 29-34.
- TANI, Y. (ed.) (1978, 1980): Preliminary Report of Comparative Studies on the Agrico-Pastoral Peoples in Southwestern Eurasia I., II., RGCS, APPSE, RIHS, Kyoto Univ.

- THOMAS, G. (1994): Traditional ecological knowledge and the promise of emerging information technology. *Nature and Resources* 30, 2: 17-21.
- TIPPO, O., L.W. STERN (1977): *Humanistic Botany*. W.W. Norton & Co. Inc., New York.
- TOLL, J. (1980): Collecting in Ethiopia. *PGRN* 43: 36-39, 48: 18-22.
- TSIPOURIDIS, C., I.A. HATZIHARISIS, S. GALANOPOULOU, SYRGIANNIDIS (1987): Temperate Fruit Crop Germplasm in Greece (with particular reference to *Prunus*). *PGRN* 70: 24-25.
- UCKO, P.J., G.W. DIMBLEBY (1969): *The domestication and exploitation of plants and animals*. Aldine Publ. Co., Chicago.
- VAVILOV, N.I. (1922/1929): The problem concerning the origin of cultivated plants as presently understood. Orig. in: *Dost. persp. obl. prikl. bot. genet. selekt.* pp. 11-29.
- VAVILOV, N.I. (1926): On the origin of cultivated plants. *Novoye v agronomii*. Pp 76-85. In: LÖVE 1992, pp. 14-21.
- VAVILOV, N.I. (1926a) Centres of origin of cultivated plants. Devoted to the memory of ALPHONSE DE CANDOLLE, author of *Phytogeographie rationale* (1855), *Phytogeographie* (1880), *L'origine des plantes cultivées* (1882). In: LÖVE (ed.) (1992): 22-135.
- VAVILOV, N.I. (1927): Geographical regularities in relation to the distribution of the genes of cultivated plants. In: LÖVE (1992): 136-... Orig. in: *Tr. po prikl. botan. genet. i selek.* 17 (3): 411-428.
- VAVILOV, N.I. (1930): Mexico and Central America as a basic centre of origin of cultivated plants in the New World. *Tr. po prikl. bot. genet. selek.* 26 (3). Translated in: LÖVE 1992: 207-238.
- VAVILOV, N.I. (1931): The problem concerning the origin of agriculture in the light of recent research. *Sots. rekonstr. nauk.* 1: 34-43. Translated in: LÖVE, (1992): 173-183.
- VIDA, G. (1991/1993): Genetic Resources. In: POLUNIN, N., J. BURNETT (eds.), *Surviving With The Biosphere*. Edinburgh University Press. 173-183.
- ZAMANIS, A., N. STAVROPOULOS, S. SAMARAS (1995): Greek Gene Bank Anchors Nation's Conservation Strategy. *Diversity* 11, 1-2: 101-102.
- ZANDSTRA, I. (1994): Japanese, Swiss, Germans Collaborate with CIPT To Save Endangered Biodiversity of Andean Root and Tubers. *Diversity* 10, 4: 31-33.
- ZIPPELIUS, A. (ed.) (1981): *Dörfliche Vegetation im Freilichtmuseum*. Int. Symp. im Rheinischen Freilichtmuseum in Kommern. Stiftung zum Schutze gefährdeter Pflanzen. Aus Liebe zur Natur. Heft 3. Bonn, Amberg. Pp. 1-136.

Die Evolution der Wassermelone

The evolution of water melon

T. B. FURSA¹

Zusammenfassung

Die Evolution der Wassermelone wurde ursprünglich durch die natürliche Auslese kontrolliert und hatte adaptativen Charakter. Neue Bedingungen stimulierten die Entstehung von neuen Biotypen, die Eroberung neuer Nischen, die allmähliche Vergrößerung des Areal und die Evolution von neuen komplizierten Populationen, den ökologisch-geographischen Gruppen. Weitere künstliche Selektion auf der Basis der schon vorhandenen Gruppen ergab Sorten mit einem Komplex von wirtschaftlich wertvollen Merkmalen.

Summary

Initially the evolution of water melon was controlled by natural selection to achieve adaptation. New conditions (invasions into new niches, a gradually enlarging area of distribution, creation of new complex populations) caused the development of new plant types, the ecological-geographical groups. Cultivars with a combination of economically valuable characters were artificially selected out of these groups.

1 Einleitung

Bezüglich der Evolution der Kulturpflanzen hat N. I. VAVILOV hervorgehoben, wie schwer es ist, ihren Weg zu verfolgen. Er schrieb: "Das Resultat der scharf ausgeprägten tausendjährigen Auslese liegt vor uns, und die Wiederherstellung aller historischen Sippen dieser Evolution steht vor unserer Phantasie in mehr oder weniger glaubwürdiger Form". Aber die Phantasie reicht nicht, und deshalb können wir erst mit Hilfe anderer Wissenschaftsdisziplinen wie Linguistik, Geologie, Archäologie, Geographie und Ökologie den annähernden Weg dieser oder jener Pflanze von den Vorfahren bis zu den neuzeitlichen Formen nachzeichnen.

¹ N.I. VAVILOV Research Institute of Plant Industry
42-44 Bolshaya Morskaya Street
St. Petersburg 190000
Rußland

2 Domestikationszentren

Afrika ist das Mannigfaltigkeitszentrum der Gattung *Citrullus*. Hier wurden alle uns bekannten Arten dieser Gattung entdeckt, wie auch die Bestände der wildwachsenden eßbaren Wassermelone. Es wäre natürlich anzunehmen, daß dieser Kontinent die Heimat der Wassermelone ist. Aber die Evolution wählt selten den direkten Weg. Aufgrund der archäologischen Reste und linguistischer Angaben können wir mit Bestimmtheit von zwei großen Domestikationszentren der Wassermelone sprechen: Ägypten und Indien. Die Wassermelone war in diesen Ländern schon im zweiten Jahrtausend v. u. Z. bekannt. Dabei werden verschiedene Namen in beiden Zentren benutzt. Das moderne Wort "Arbus", es klingt fast gleich in allen Sprachen der türkischen Gruppe, ist im Einklang mit dem indischen "Tarbus" und reicht mit seinen Wurzeln zum Sanskrit. Das altitalienische Wort "Pastecca", das seltener angetroffen wird, hat seine Wurzel in den arabischen und hebräischen Sprachen und bezeichnet öfter die Futterwassermelone oder Citronenwassermelone - *C. lunatus* var. *citroides*.

Diese Angaben erlauben die Vermutung, daß Indien und nicht Ägypten ein Hauptzentrum der Domestikation der Wassermelone ist. Ein solcher Prozeß geschah in Ägypten auch, ist aber unvollendet geblieben. Wüsten mit krassen Temperaturschwankungen und heißen Winden aus der Sahara führten nicht zu Typen mit hohem Zuckergehalt und wenig gefärbtem Fleisch, sondern wahrscheinlich zu eßbaren, aber wenig süßen Wassermelonen, die später über Südeuropa verbreitet wurden.

Man kann vermuten, daß sich in vergangenen geologischen Perioden das Areal der wildwachsenden Wassermelone weit über die Grenzen des afrikanischen Kontinents bis nach Indien erstreckte. Erst die grandiosen tektonischen Brüche der Erdkruste zerstörten gegen Ende der jungtertiären Periode (Neogen) die enge Verbindung zwischen Afrika und Asien. Der Introduktionsprozeß der Wassermelone begann in Indien unabhängig von Ägypten und entwickelte sich hier stark. Diese Vermutung wird auch durch unsere Untersuchungen der ökologischen Mannigfaltigkeit der Wassermelone bestätigt.

3 Die Ausbreitung der Kultur und die Entstehung der heutigen Vielfalt

Das Studium der ökologischen Variabilität der Kulturpflanzen nimmt einen besonderen Platz in der Thematik des VAVILOV-Institutes ein. Einen wesentlichen Beitrag zur Entwicklung dieser Richtung haben die Untersuchungen von J. N. SINSKAJA geliefert. Die Bezeichnung "Ökotyp" wurde bereits von ihr benutzt. Sie hat unterstrichen, daß jede Art, die eine weite Verbreitung hat (darunter auch die Kulturart), aus Populationen oder Ökotypen besteht, worin sich ihr adaptativer Polymorphismus äußert. Besonders wichtig ist die adaptative Rolle des Ökotypes bei der Ausweitung der Grenzen der sich entwickelnden Art. Die ökologische Richtung beim Studium des Genfonds der Kulturpflanzen war eine erfolgreiche Methode beim Studium der Wassermelonenkollektion.

Die Wassermelone wird von uns wegen ihrer Einheitlichkeit nur zu einer Varietät, *C. lanatus* var. *vulgaris*, gerechnet (FURSA 1972). Ihre Mannigfaltigkeit wurde nach ökologischen Prinzipien gegliedert. Damit wurde nicht nur ihre Populationsstruktur festgestellt, sondern auch die historischen Ausbreitungswege unter Nutzung von Angaben der Linguistik und anderer Wissenschaften.

Die Sortenvielfalt wird in 10 ökologisch-geographische Gruppen gegliedert. Mit statistischen Methoden wurden drei klimatische Typen aufgestellt (FURSA 1982): der xeromorphe Typ mit drei Untergruppen: russische, kleinasiatische, europäische Wassermelonen; der mesomorphe Typ mit ebenfalls drei Untergruppen: ostasiatische, fernöstliche, amerikanische Wassermelonen, und der xeromesomorphe Typ mit vier Gruppen: den indischen, afghanischen, mittelasiatischen und transkaukasischen Wassermelonen.

Die Variabilität der Merkmale der einzelnen der oben genannten Klimatypen hat gezeigt, daß der xeromesomorphe Typ nicht nur stärker polymorph ist, sondern auch mehr oder weniger Wildmerkmale zeigt. Daraus kann eine Hypothese über die Ursprungssituation dieses Klimatypes in der Evolution der Wassermelone abgeleitet werden.

Wir gehen davon aus, daß die Introduktion der Wassermelone in Indien begann. Über längere Zeit hat sich dort ein eigener Typ der Wassermelone mit gut ausgeprägter mesomorpher Struktur formiert, der unter den Bedingungen des Monsunklimas durch natürliche Auslese zustande gekommen ist. In den morphologischen Merkmalen äußern sich deutlich die primitiven Züge, wie eine einheitliche Färbung ohne Zeichnung, eine plattgedrückte Fruchtform, eine dicke Rinde, grobes und bleiches Fleisch.

Indien hatte von alters her eine enge Handelsbeziehung mit den Nachbarländern Baktrien (z. Z. Oberes Afghanistan) und Persien, das die Verbreitung der Kultur der Wassermelone zweifellos begünstigte. Dafür spricht vor allem die alte Bezeichnung der Wassermelone "Hindevane", das heißt "aus Indien gekommen".

Wahrscheinlich noch im 1. Jahrtausend v. u. Z. wurden Persien und die angrenzenden Länder die Hauptzentren der Evolution der Wassermelone. Gerade hier befindet sich nach Meinung von N. I. VAVILOV "ein Wirrwarr oder eine Hölle ihres Schaffens". Der intensive Prozeß der Formbildung wurde zweifellos begünstigt von der Vielfalt der Boden- und Klimabedingungen und ausreichender Wärme. Dort hat sich eine sehr polymorphe Gruppe mit reichem genetischen Potential formiert, der wir die Benennung "afghanische" gegeben haben. Ihre gesamte Struktur ist xeromorph, das zeugt von der Trockenheit des Klimas. Die genetische Mannigfaltigkeit der Sorten in der afghanischen Gruppe macht sie außerordentlich wertvoll für die Ausnutzung in der Züchtung.

Aus Persien verbreitete sich die Wassermelone durch die Handelswege in nördliche, westliche und östliche Richtung. In den angrenzenden Gebieten, auf den Territorien der heutigen Länder Usbekistan, Turkmenien, Tadshikistan, Südkasachstan und Westchina, hat sich eine von uns "mittelasiatisch" genannte Gruppe der Populationen unter etwas anderen ökologischen Bedingungen herausgebildet. In dieser Region wurden die Wassermelonen seit alters her auf bewässerten Flächen angebaut, was ihr morphologisches Aussehen geprägt hat. Diese Gruppe hat einen insgesamt mesomorphen Charakter, der noch deutlicher bei den Sorten der in vielem sehr ähnlichen transkaukasischen Gruppe sichtbar wird. Der Polymorphismus ist in diesen beiden Gruppen bedeutend schwächer ausgeprägt als in der afghanischen Gruppe.

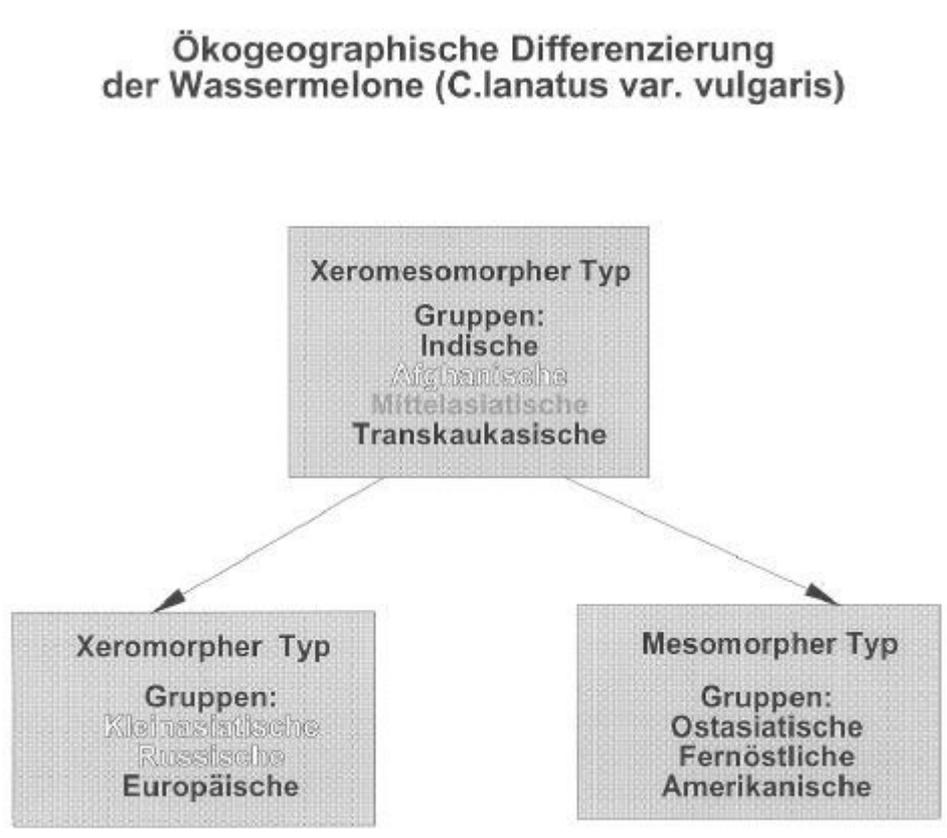


Abb. 1: Ökogeographische Differenzierung der Wassermelone (*Citrullus lanatus* var. *vulgaris*)

Fig. 1: Eco-geographical differentiation of the water melon

Ein sehr eigenartiger ökologischer Typ entwickelte sich auf dem Territorium des alten Armeniens und der Türkei. Diese Gruppe hat die Bezeichnung "kleinasiatische" bekommen. Das trockene Kontinentalklima begünstigte die Entwicklung der xeromorphen Züge. Diese Gruppe zeigt wenig Variabilität. Hier überwiegen kugelförmige Früchte mit gestreiften oder mosaikartigen Zeichnungen. Am Beispiel dieser und der früher genannten Gruppen sehen wir, daß die natürliche Auslese unter den konkreten Boden- und Klimabedingungen der Hauptfaktor bei der Evolution der Wassermelone gewesen ist.

Von den Ufern des Kaspischen und Schwarzen Meeres gelangte sie schon im 10. - 13. Jhd. in die Gebiete des russischen Flachlandes an den Unterläufen der großen Flüsse Wolga, Don und Dnepr, wo sie ausschließlich günstige Boden- und Klimabedingungen fand. Dort ist ein sekundäres Evolutionszentrum entstanden, in dem neben der natürlichen Auslese die künstliche Auslese eine große Rolle spielte.

Unter den Bedingungen des trocken-heißen Klimas wurde bei der intensiven Volkszüchtung mit der Erhöhung der Süßigkeit und der Verbesserung des Fruchtgeschmacks ein Typ der russischen Wassermelone geschaffen, der im Weltsortiment als unübertroffen gilt. Der russische Historiker W. N. TATISCHTSCHEW hat im Jahre 1793 geschrieben: "In Astrachan werden Wasser-

melonen angebaut, deresgleichen wohl nirgends gefunden werden." Dasselbe haben die Reisenden, die im 17. und 18. Jhd. Rußland besuchten, erwähnt. Wahrscheinlich ebenfalls im 10. - 12. Jhd. drang die Wassermelone in China ein, wo sie die Bezeichnung "Si-gua", das heißt "Westfrucht" bekommen hat. Aber in diesem Land mit seiner riesigen Mannigfaltigkeit der Boden- und Klimabedingungen hat sich die Wassermelone nur in kleinen Regionen akklimatisiert. Von dorthier konnte sie sich in anderen Ländern, darunter in Japan, verbreiten. Das Monsunklima Chinas und Japans begünstigte die Entstehung eines eigenen Typs. Diese Gruppe hat die Bezeichnung "ostasiatische" bekommen. Sie schließt auch die japanischen Wassermelonen ein, die sich erst in den letzten Jahrzehnten herausgebildet haben. Das sind gut selektionierte Sorten-Linien, die aber nur geringe Fruchtqualität haben. Aus China drang die Wassermelone am Ufer des Amurs entlang wahrscheinlich in den letzten zwei - drei Jahrhunderten nach Norden vor, wo sich die nördlichste, die fernöstliche ökologisch-geographische Gruppe bildete. Ihre unter den Bedingungen des Wärme- und Feuchtigkeitsdefizits ausgelesenen Sorten zeichnen sich durch Frühreife und Kälteresistenz aus, aber sie haben in der Regel kleine Früchte mit unbestimmtem, mittelmäßigem Geschmack. Diese Gruppe ist von großem Interesse für die Züchtung der sogenannten "nördlichen" Wassermelone.

Nach Europa ist die Wassermelone wahrscheinlich erst in der Mitte unseres Jahrtausends gekommen, später als die Melone, daher der Name. Die Grundlage des Sortiments sind die Sorten Rußlands und der Türkei. Aber sie hat sich nur im Süden des Kontinents, in Bulgarien, Griechenland, Italien, Jugoslawien, Ungarn und Spanien akklimatisiert, wo sie genügend Wärme bekommt. Offensichtlich waren die Wassermelonen stets weniger süß und aromatisch als die echten Melonen. Deshalb werden anstelle von "Arbus" die Bezeichnungen Wassermelone bzw. watermelon (englisch) und Melon d'eau (französisch) benutzt.



Abb. 2: Verbreitungszentren der Wassermelone: 1. Indische, 2. Afghanische, 3. Mittelasiatische, 4. Transkaukasische, 5. Kleinasiatische, 6. Russische, 7. Europäische, 8. Ostasiatische, 9. Fernöstliche, 10. Amerikanische Gruppe.

Fig. 2: Distribution Centres of the Water Melon: 1. Indian, 2. Afghan, 3. Central Asiatic, 4. Trans-caucasian, 5. Anatolian, 6. Russian, 7. European, 8. East Asian, 9. Far Eastern, 10. American Group.

Zuletzt, erst im 17. - 18. Jh., hat die Wassermelone die Neue Welt erobert. Die Grundlage der amerikanischen Sorten sind russische, europäische und wahrscheinlich persische Sorten gewesen. Die Wassermelone hat eine günstige ökologische Nische in den südöstlichen Staaten der USA gefunden, wo sich ein Ökotyp mit mesomorpher Struktur entwickelte. Dank intensiver Auslese auf wirtschaftlich wertvolle Merkmale wie Ertragsfähigkeit, Fruchtqualität, Resistenz gegen Krankheiten, fanden die amerikanischen Sorten weite Verbreitung nicht nur in ihrer Heimat, sondern auch in vielen Ländern der Welt. Sie dienen als eine Quelle hoher Produktivität und von anderen wertvollen Merkmalen unter verschiedenen Zuchtstrichtungen.

In der letzten Zeit begünstigt die Tätigkeit des Menschen die Entstehung einer weiteren ökologischen Gruppe der Wassermelone, die für den Anbau in den Foliengewächshäusern in den nördlichen Gebieten Rußlands geeignet ist. Es bildet sich ein mesomorpher Strukturtyp, der sehr frühreif ist und mit geringeren Temperaturen auskommt. Im Zusammenhang mit der weiteren Entwicklung der Gemüsezucht wird er in den westlichen und nordwestlichen Regionen Rußlands weit verbreitet werden.

4 Literatur

FURSA, T. B. (1972): K sistematike roda *Citrullus* Schrad. - Bot. Zhur. 57, 31-41.

FURSA, T. B. (1973): K istorii vvedenija arbuza v kul'turu. - Trudy prikl. Bot. genet. selekc. 49 (2), pp. 62-69.

FURSA, T. B. (1982): Kulturnaja flora SSSR. Tykvennye XXI, Arbuz, pp. 6-144.

FURSA, T. B. (1983): Arbuz / sistematika, evoljutsia, biologija ischodnyi material seleksia/ Autoref. diss. soisk. utsch. step. dr. Biol. nauk L.

Das St. Petersburger Institut für Pflanzenbau (VIR) in der Tradition VAVILOVS

The St. Petersburg Institute of Plant Industry (VIR) in the tradition of VAVILOV

V. I. BURENIN¹

Zusammenfassung

Das VAVILOV-Institut für Pflanzenbau (VIR) beschäftigt sich mit 1. der Introduktion von neuen Pflanzen-Arten und -Formen, 2. der Untersuchung und Erhaltung dieses Materials, und 3. der Nutzung pflanzlicher Ressourcen in der Züchtung und im Pflanzenbau. Wichtige Forschungsthemen sind die Evolution und die Taxonomie der pflanzen genetischen Ressourcen.

Insgesamt gibt es im VIR 331.000 Muster von Kulturpflanzen und wilden Verwandten, welche 155 botanischen Familien, 304 Gattungen und 2599 Arten angehören. Die Muster werden in 13 Versuchsstationen des VIR, vom Murmansk-Gebiet bis Krasnodar, auf ihre Eigenschaften geprüft. Die besten Muster aus der VIR-Sammlung werden in die Züchtung einbezogen; bei mehr als 2.500 Zuchtsorten wurde Material aus dem VIR verwendet.

Summary

The N.I.VAVILOV All - Russian Research Institute of Plant Industry (VIR) is the only scientific institution in Russia involved in collecting, studying and preserving global plant genetic resources of cultivated plants and their wild relatives. The Institute's collection has approximately 331,000 accessions of 2,599 botanical species. Germplasm accessions have been collected on collecting trips in Russia and in more than 100 countries of the world. The collection of VIR is studied and maintained under conditions at the Institute's 13 experimental stations situated in different soil and climate zones of Russia. Donors and sources of commercially valuable traits identified and created by the scientists of the Institute have played a crucial role in breeding of almost all kinds of crops. By using the plant germplasm stored in the Institute's collection Russian plant breeders have selected over 2,500 crop cultivars.

¹ N.I. VAVILOV Research Institute of Plant Industry
42-44 Bolshaya Morskaya Street
St. Petersburg 190000
Rußland

1 Einführung

Fragen der Evolution und Taxonomie sind wichtige Forschungsthemen unseres Institutes. N.I. VAVILOV (1931) schrieb, daß eine Art ein kompliziertes System aus vielen verschiedenen Elementen ist. Wir müssen jedes Element untersuchen, um das genetische Potential der Art voll erkennen zu können. In dieser Richtung sah N. I. VAVILOV (1935) drei Hauptaufgaben:

1. die Introduktion von neuen Arten und Formen der Pflanzen; 2. die Untersuchung und Erhaltung dieses Materials; 3. die Nutzung pflanzlicher Ressourcen in der Züchtung und im Pflanzenbau. Die Wissenschaftler im VIR setzen diese Untersuchungen von pflanzen genetischen Ressourcen in der Tradition VAVILOVS fort.

2 Introduktion von pflanzen genetischen Ressourcen

Diese erfolgt auf zwei Wegen: durch Sammel-Expeditionen und Mustertausch. Die Analyse zeigt, daß es auf dem Territorium der ehemaligen UdSSR (Rußland und GUS-Länder) 673 Arten nutzbarer Pflanzen gibt, welche zu 47 Familien und 168 Gattungen gehören. Auf dem Territorium der ehemaligen UdSSR unterscheiden wir sieben geographische Regionen: 1 - den Europäischen Teil; 2 - Westsibirien; 3 - Ostsibirien; 4 - den Fernen Osten; 5 - den Kaukasus; 6 - Kasachstan; 7 - Mittel-Asien (Abb. 1). Viele pflanzen genetische Ressourcen gibt es im Kaukasus (302 Arten) und im Europäischen Teil (243 Arten). Interessantes Material hat auch Sibirien und Mittel-Asien, besonders verschiedene Formen von Futter - und Gemüsepflanzen (Wildarten und Landsorten). In Mittel-Asien sind alte Landsorten von Melonen und Wassermelonen verbreitet, in Kasachstan trockenheitsresistente Futterpflanzen, in Sibirien frostresistente Gräser, im Fernen Osten krankheitsresistente Landsorten und Wildarten von Obstpflanzen, und andere mehr.

Für das Sammeln der pflanzen genetischen Ressourcen in den Jahren 1996-1998 hat unser Institut vier Expeditionen zusammen mit ausländischen Kollegen geplant. Die erste Expedition geht in die Wolgaregion, vom Twer-Gebiet bis Astrachan. Wir wollen verschiedene Landsorten und Wildarten von Futter - und Gemüsepflanzen sammeln. Die zweite Expedition wird in Azerbaidshan sein, besonders in Bezirk Talysch. Dort gibt es u.a. interessante Formen von Salat und *Beta*-Wildarten. Die dritte Expedition führt auf die Krimhalbinsel. Für uns sehr wichtige, alte Landsorten von Obst- und Gemüsepflanzen sowie Wildrüben sind dort zu erwarten. Eine wichtige Region ist Mittel-Asien, besonders Usbekistan. Wir planen, dort u.a. verschiedene alte Landsorten und Primitivformen von Melonen, Wassermelonen, Mohrrüben und Obst zu sammeln.

Der zweite Introduktionsweg ist der Mustertausch mit anderen Ländern. Gegenwärtig hat das VIR guten Kontakt mit Wissenschaftlern aus fast aus 100 Ländern und mit 35 Genbanken und tauscht Samenproben, Publikationen und Informationen aus.

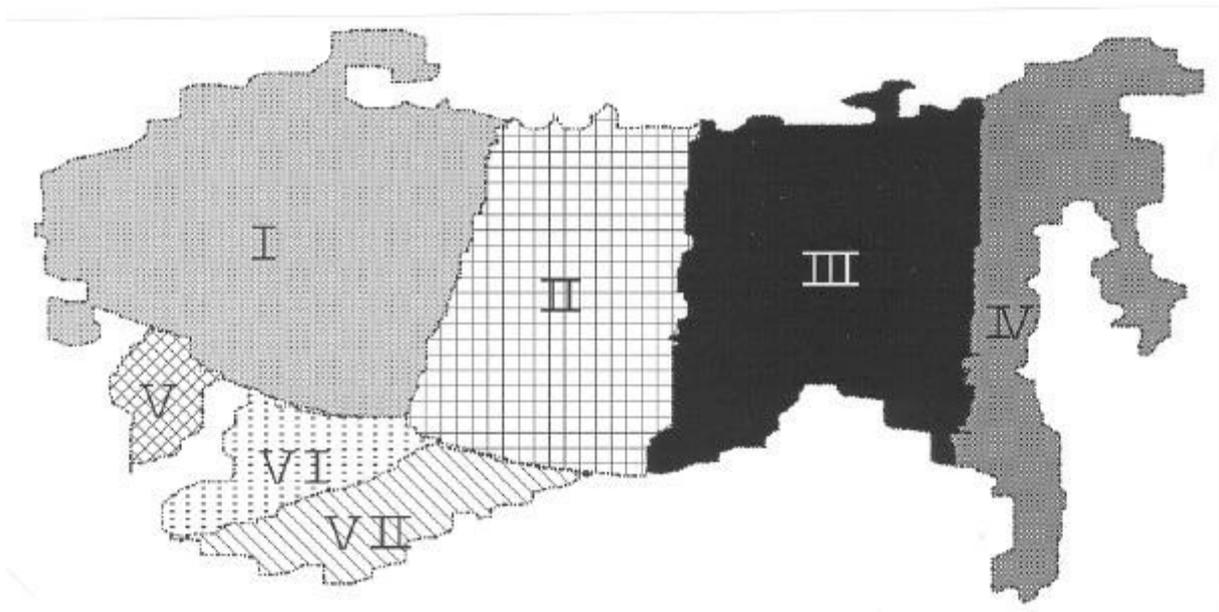


Abb. 1: Verbreitung der nutzbaren Pflanzen

Fig. 1: Distribution of usable plants

I: 22 Familien, 19 Gattungen, 243 Arten **II:** 14 Familien, 55 Gattungen, 133 Arten
III: 21 Familien, 75 Gattungen, 186 Arten **IV:** 31 Familien, 85 Gattungen, 190 Arten
V: 27 Familien, 72 Gattungen, 302 Arten **VI:** 22 Familien, 70 Gattungen, 155 Arten
VII: 26 Familien, 85 Gattungen, 231 Arten

3 Erhaltung der Sammlungsmuster

In unserem Institut bestehen drei Sammlungsarten: Arbeitssammlung, Doublettensammlung und Dauerlagerung. Insgesamt gibt es im VIR 331.000 Muster von Kulturpflanzen und deren wilden Verwandten, welche zu 155 botanischen Familien, 304 Gattungen und 2599 Arten gehören. Die Samenvermehrung erfolgt in unseren Versuchsstationen (Abb. 2). Die Arbeitssammlung befindet sich in St. Petersburg, die anderen Sammlungen in den Versuchsstationen.

Gegenwärtig haben wir einige Schwierigkeiten mit der Vermehrung der Samenproben. Die früheren Versuchsstationen Ustimovskaja und Krimskaja (Ukraine), Suchumskaja (Abchasien), Priaralskaja (Kasachstan), Turkmenskaja und Usbekskaja haben sich von uns getrennt. Deshalb werden jetzt die Samenproben in Rußland vermehrt. In dieser Richtung arbeiten wir auch mit Holland, Süd-Korea und Japan zusammen.

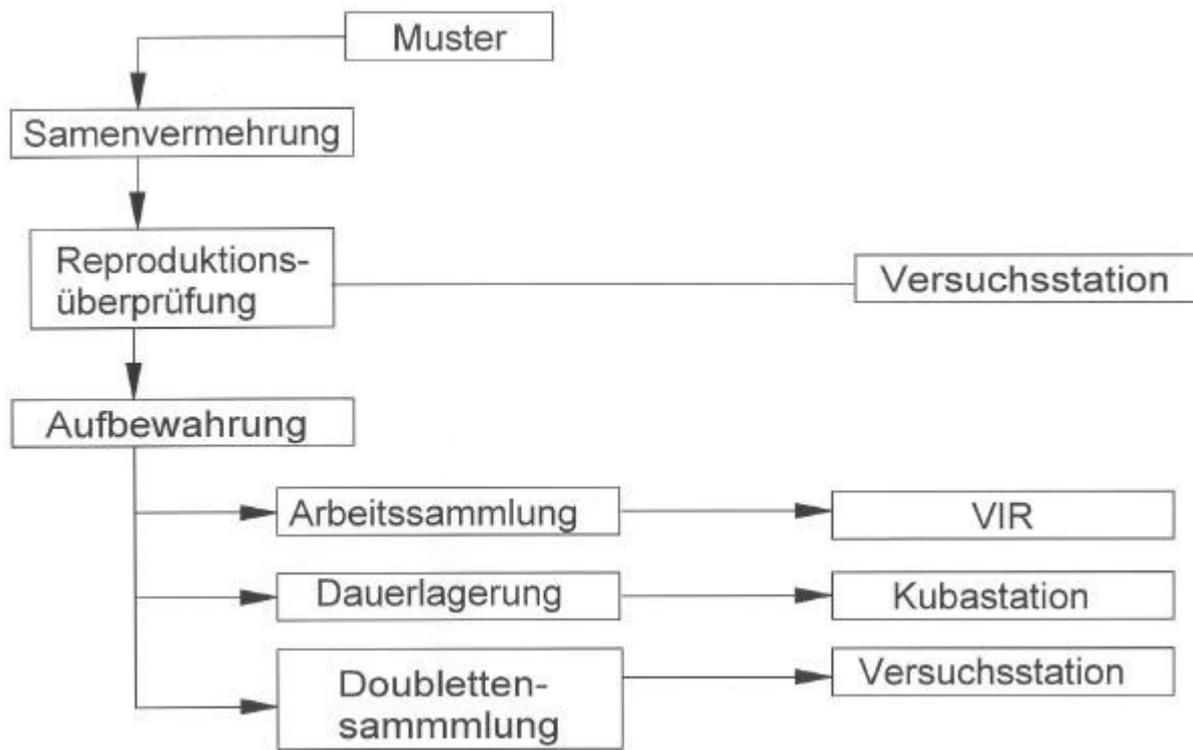


Abb. 2: Organisationsschema der Sammlungen im VIR

Fig. 2: Organization diagram of the collections at the VIR

4 Untersuchung von pflanzengenetischen Ressourcen

Diese erfolgt in drei Etappen. Als erstes werden die neu hinzugekommenen Muster unserer Sammlung bonitiert (Abb. 3). Das Ziel dieser Bonitur ist die Beschreibung und Identifikation von neuen Mustern.

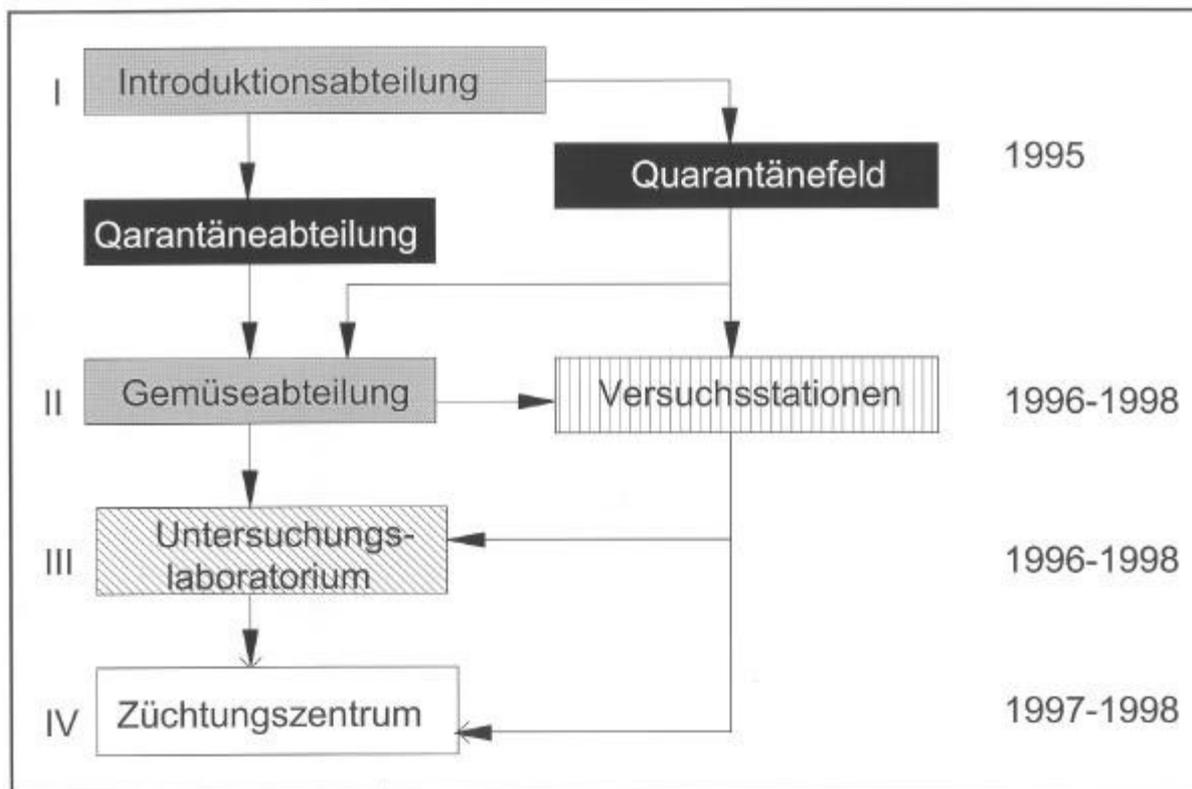


Abb. 3: Untersuchungsschema der Sammlungen im VIR

Fig. 3: Examination steps in the collections at the VIR

In der Gemüsekultursammlung (Tab. 1) werden 9 verschiedene Kategorien unterschieden, u. a. Wildarten, Primitivformen und Landsorten. In der zweiten Etappe untersuchen wir die Sammlungsmuster unter verschiedenen Klima- und Bodenbedingungen in 13 Versuchsstationen (vom Murmanskgebiet bis Krasnodar). Das ist eine gute Möglichkeit, das genetische Potential und die adaptative Fähigkeit jedes Musters zu erkennen.

Tab. 1: Struktur der Gemüsekultursammlung im VIR

Tab. 1: Structure of the collections at the VIR

Kulturen	Wild- arten	Primitiv- formen	Land- sorten	Zucht- sorten	Hybri- den	Muster mit best. Merk- malen	J_n- Linien	MS- Linien	Tetra- ploide
Kohl	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Tomaten	+	+	+	+	+	+	-	-	+
Gurken	+	-	+	+	+	+	+	-	+
Paprika	-	-	+	+	+	+	-	-	-
Zwiebel	-	-	+	+	+	-	-	-	-
Salat	+	+	+	+	-	+	-	-	-
Dill	-	-	+	+	-	+	-	-	-
Spinat	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Rüben	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Mohr- rüben	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Radies- chen	-	+	+	+	+	+	-	-	+
Petersilie	-	-	+	+	-	+	-	-	-
Wasser- melone	+	+	+	+	+	+	-	-	+
Kürbis	+	-	+	+	+	+	-	-	+
Gewürz- pflanzen	+	+	+	+	+	-	-	-	+

Zum Beispiel zeigte die Untersuchung von 9 Tomatensorten an verschiedenen Orten, daß das Ertragsniveau in Krimsk, Wolgograd, Wladiwostok und Taschkent variiert (Tabelle 2).

Tab. 2: Ertragsniveau der Tomatenmuster an verschiedenen Orten (1984 - 1986)

Tab. 2: Yield level of tomato samples in different locations (1984 - 1986)

Muster	Herkunft	Platznummer der Ertragsniveaus			
		Krimsk	Wolgo-grad	Wladi-wostock	Taschkent
Tallalichin 186	Belarus	4	2	3	5
Elötschka	Russland	5	5	3	6
Charkovskij 179	Ukraina	5	3	1	2
Kecskemeti 700	Ungarn	3	5	4	4
Alfa	Polen	7	7	7	7
Rannij Nusch	Usbekistan	2	3	5	3
Luka	Bulgarien	1	1	6	1
Pigmeo	Italien	3	6	2	4
Overpack	Frankreich	2	4	6	2

Es ist aber auch zu sehen, daß die ultrafrüh reifende Sorte 'Alfa' aus Polen einen stabilen Ertrag an allen Orten hat. Einen relativ stabilen und hohen Ertrag hatte auch die mittelfrüh reifende Sorte 'Luka' aus Bulgarien. Beide haben gute adaptative Fähigkeiten.

Ähnlich sieht es bei Wassermelonensorten aus (Tab. 3). Das Ertragsniveau der Sorte 'Bagaevskij' war in Astrachan, Kuban und Cherson relativ stabil. Ein wichtiges Merkmal bei der Wassermelone ist die Zeitdauer von der Keimung bis zur Blüte. Bei der alten und frühreifen Sorte 'Bagaevskij' ist diese Periode relativ kurz.

Die Bedeutung der Zeitdauer bis zur Reife kann man aus der Tabelle 4 entnehmen. Hohe Produktivität haben drei Rübenmuster: 'Hemus' aus Bulgarien, 'Viva' aus Belgien und 'Nasr' aus Frankreich. Diese Sorten sind frühreif; sie erreichen das 7-Blatt-Stadium zwischen 34 und 49 Tagen nach der Aussaat. Bei anderen Mustern ist diese Zeitdauer relativ länger: 39 bis 59 Tage.

Tab. 3: Ertragsniveau von Wassermelonen an verschiedenen Orten (1976 - 1978)

Tab. 3: Yield level of water melons in different locations (1976 - 1978)

Muster	Herkunft	Platznummer des Ertragsniveaus		
		Astrachan	Kuban	Cherson
Astrachanskij	Russland	1	6	4
Bagaevskij	Russland	2	1	1
Ljubimez Krasnodara	Russland	3	5	7
Suchumis	Abchasien	4	3	5
Sputnik	Usbekistan	5	9	-
Podarok Cholodova	Russland	6	2	2
Rosa Jugo-Vostoka	Russland	7	4	3
Wachschkij	Tadshikistan	8	8	6
Tschernosemjannij	Ukraine	9	7	7

Tab. 4: Produktivitäts- und Reifezeitniveau einiger Zuckerrübenmuster (Puschkin)

Tab. 4: Level of productivity and maturity for sugar beet samples (Puschkin)

Muster	Herkunft	Reifezeitniveau	Platznummer der			Zahl der Tage Aussaat		
			1991	1992	1993	1991	1992	1993
Hemus	Bulgarien	früh	1	6	4	34	39	47
Viva	Belgien	früh	3	7	3	36	39	49
Nasr	Frankreich	früh	17	14	15	41	39	45
Lgovskaja 078	Russland	mittel	19	16	16	42	41	51
R. Poly 1	Rumänien	früh	21	26	21	36	39	50
Mezotnenskaja	Lettland	spät	25	21	24	51	47	59

Des weiteren haben wir die Spektren der Sameneiweiße bei diesen Mustern verglichen. Tabelle 5 zeigt, daß die Zahl der Hauptspektren bei frühreifenden Muster wesentlich höher ist (16.3) als bei spätreifenden (3.5).

Tab. 5: Eiweisspektren bei Zuckerrüben (Puschkin 1994)

Tab. 5: Protein spectra of sugar beets (Puschkin 1994)

Sortentyp	Produktivitätsniveau	Regressionskoeffizient	Zahl der Hauptspektren	Frequenz
Frühreifende	hoch-mittel	1.16 - 1.44	16.3	45.8
Mittlereifende	mittel-hoch	0.98 - 1.29	10.3	42.0
Spätreifende	mittel-niedrig	0.67 - 1.17	3.5	9.5

Wesentliche Unterschiede beobachten wir auch hinsichtlich der Frequenz dieser Spektren (45.8% und 9.5%). Diese Ergebnissen zeigen einen höheren Grad von Heterozygotie bei frühreifenden Mustern als bei spätreifenden. Wir erklären es als Wirkung der Phänotypspaltungseffektes nach E.N.SINSKAJA (1963).

Die dritte Etappe der Sammlungsuntersuchung im VIR besteht in vertieften genetischen Analysen. Für diese Zwecke gibt es im Institut ein spezielles Programm. Diese Forschungen führen wir vor allem zusammen mit der genetischen Abteilung und dem Physiologielabor durch. Hauptsächlich sollen Donoren geschaffen werden (Abb. 4).

Der erste Schritt dabei ist die Bildung einer Sammlung mit bestimmten Merkmalen. Der zweite Schritt umfaßt genetische Untersuchungen und die Schaffung einer züchtungsgenetischen Sammlung. Der dritte Schritt sieht die Allel-Identifikation vor. Im letzten Schritt werden Donoren geschaffen und an die Züchtungszentren übergeben (MERESHKO 1994).

Eine andere Richtung beschäftigt sich mit Evolutionsfragen. Das vereinfachte Schema von Abbildung 5 zeigt drei Hauptwege der Evolution bei Kulturpflanzen am Beispiel von *Beta L.*

Der erste Weg besteht in der Synthese von neuen Populationen, verschiedenen Polyploidestufen und Hybriden. Dieser Weg ist gut bekannt. Der zweite Weg besteht in der

Resynthese. In den Populationen geht ständig die Spaltung von Polyploiden vor sich, so daß neue Diploide und Aneuploide entstehen. Diese Biotypen kreuzen sich mit anderen Formen, zum Beispiel können aus Tetraploiden und Diploiden Triploide entstehen. Diese sind unfruchtbar und werden aus den Populationen eliminiert. Jedoch ist bekannt, daß die Valenzkreuzungen ($4x \times 3x$, $3x \times 3x$, $3x \times 2x$) fruchtbare Nachkommenschaften geben können (SCHNEIDER, 1935; SCHRÖTER, 1970; BURENIN, 1980). Neue tetraploide Formen kreuzen sich wieder mit anderen Biotypen. So geht die Rekombination des genetischen Materials in den Populationen vor sich (BURENIN, 1991).

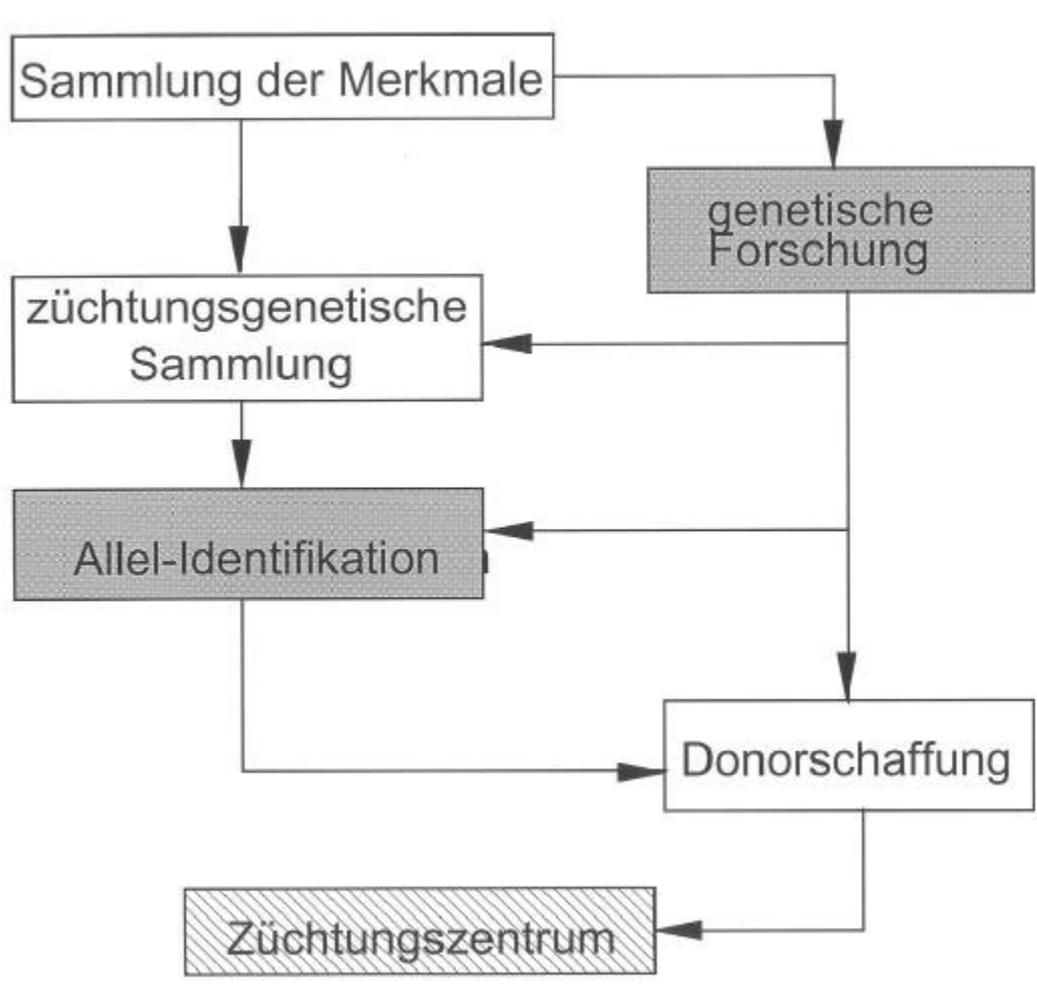


Abb. 4: Schema der Donorschaffung

Fig. 4: Scheme of the pre-breeding process

Gattung, Arten

Synthese

Resynthese

Hybriden
Polyploide
Populationen
weitere Gruppen

X

Mutanten
Aneuploide
Diploide
MS-Formen
weitere Gruppen

Adaptationsgenese

Nutzung in der Praxis

V. I. BURENIN

Abb. 5: Evolutionsschema der Kulturpflanzen (Beispiel *Beta L.*)

Fig. 5: Evolutionary diagram of cultivated plants (example *Beta L.*)

Abbildung 6 zeigt die Möglichkeiten der mikroevolutiven Prozesse anhand von zwei Mutationen bei Beta-Rüben. Sehr oft gibt es in Populationen die Zytoplasma-Mutationen vom N-Typ bis S-Typ. Zusammen mit den Kerngenen "xxzz" führt S-Zytoplasma zu Biotypen mit CMS.

Bei freier Bestäubung durch normale fertile Pflanzen ergeben diese CMS-Biotypen in der F1 50% CMS-Formen, in der F2 nur 25%, in der F3 12.5%, usw.. Folglich kann die CMS-Mutation lange Zeit in einer Population erhalten bleiben und an Kreuzungen mit anderen Formen teilnehmen.

Die zweite Mutation ist die doppelte Zahl der Chromosomen. Wir zeigten oben die Valenzkreuzungen zwischen verschiedenen Ploidiestufen der Beta-Rüben (BURENIN 1980, 1992). Nach freier Bestäubung von CMS-Biotypen und von polyploiden Formen kann die Nachkommenschaft wieder mit anderen Populationskomponenten zusammentreffen und sich kreuzen. Man kann erwarten, daß manchmal neue lebensfähige Biotypen entstehen werden. Die neuen Genkombinationen können als wichtige Quelle für die Entstehung einer breiten biologischen Mannigfaltigkeit dienen. Eine ähnliche Situation beobachten wir auch bei Apomixisformen von Beta-Rüben. Die Apomikten befinden sich lange Zeit in den Populationen und tragen zum genetischen Austausch bei.

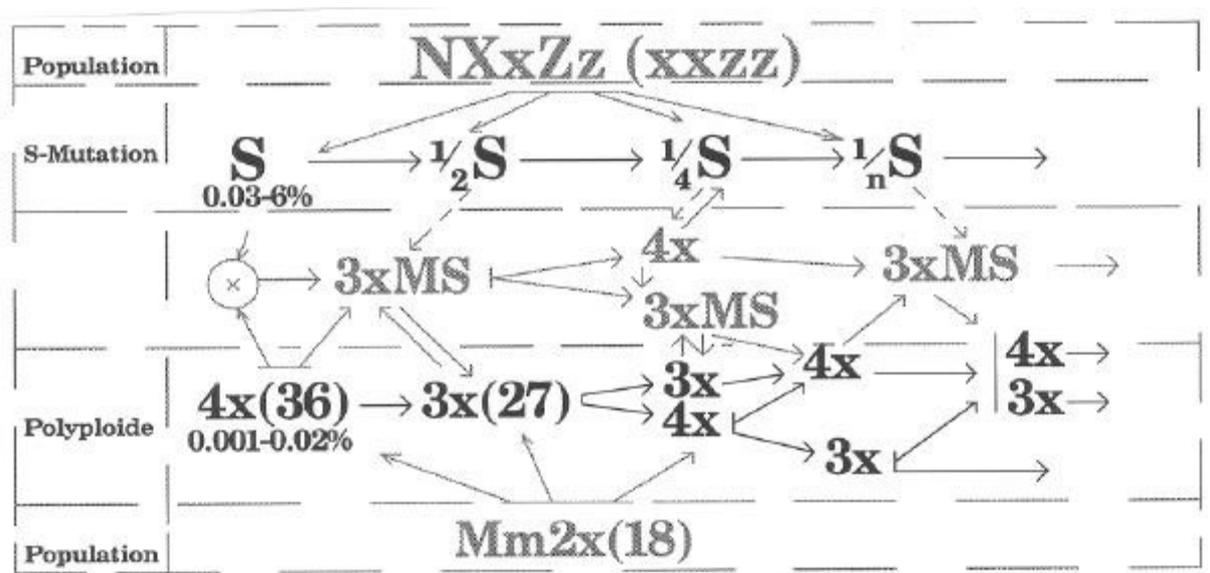


Abb. 6: Schema der mikroevolutiven Prozesse (Beispiel *Beta L.*)

Fig. 6: Diagram of the microevolutive processes (example *Beta L.*)

Wir glauben, daß die festgestellte Regelmäßigkeit allgemeine Bedeutung haben kann. Das ist auch ein Weg, um biologische Mannigfaltigkeit bei Pflanzen zu verbreiten. N. I. VAVILOV sagte nicht nur einmal, daß die biologische Mannigfaltigkeit die wichtigste Grundlage für Evolution und Züchtung ist.

5 Literatur

- BURENIN, V. I. (1980): Poluchenie tetraploidov u kormovoj svekly. Bjull. VIR 100: 73-75.
- BURENIN, V. I. (1992): Mikroevolutsionnye protsesy v populjatsijakh svekly. Bjull. VIR 227: 56-57.
- BURENIN, V. I. (1994): Geneticheskie resursy ovoshchnykh i bakhchevykh kul'tur. Vestnik Rossijskoj Akademii sel'skoxosjaistvennych nauk 4: 15-20.
- MERESHKO, A. F. (1994): Problema donorov v seleksii rastenij. St. Petersburg. VIR.
- SCHNEIDER, H. (1935): Methode zur Erzeugung tetraploider Beta-Rüben auf blütenbiologischem Wege. Züchter 35 (1/2): 37-40.
- SCHRÖTER, W. (1970): Bisherige Ergebnisse bei Gewinnung von tetraploiden Beta-Rüben mittels Valenzkreuzungen. Zeitsch. Pflanzenzüchtung 101: 285-292.
- SINSKAJA, E. N. (1963): Problema populjatsij u rastenij. Leningrad 2: 123.
- VAVILOV, N. I. (1931): Linneevskij vid kak sistema. Bjull. po prikl. bot., genetiki, seleksii 26(3): 109-134.
- VAVILOV, N. I. (1935): Teoreticheskie osnovy seleksii. Moskva-Leningrad.

Collection and use of genetic resources of *Triticum* *Sammlung und Nutzung der genetischen Ressourcen von Triticum*

PIETRO PERRINO ¹

Summary

Geographical, taxonomic and genetical borders of the genus *Triticum*, including other genera of the *Triticeae*, are tentatively described with the aim to show the potentiality of wild relatives for further improvement of the cultivated wheats. A large amount of genetic resources, both cultivated and wild have already been collected, though a lot remains to be done for transferring useful genes from wild to cultivated species. Yet, intensive research is needed for screening germplasm collections, for developing new gene transfer techniques and to explore possibilities for developing new wheat crops for new agricultural areas. In this context it is necessary to define or redefine the role of gene banks.

Zusammenfassung

Zur Verbesserung der kultivierten Weizen-Arten geeignete Taxa von *Triticum* und anderen Gattungen der *Triticeae* werden hinsichtlich ihrer geographischen, taxonomischen und genetischen Umgrenzung charakterisiert. Obwohl größere Teile der genetischen Mannigfaltigkeit dieser Taxa bereits gesammelt und genutzt worden sind, muß noch viel getan werden, um nützliche Gene von wilden auf kultivierte Arten zu übertragen. Die genaue Analyse vorhandener Kollektionen, die Entwicklung neuer Gen-Transfer-Techniken sowie Untersuchungen darüber, ob neue Weizentypen für neue Landwirtschaftsregionen geschaffen werden können, erfordern noch einen großen Forschungsaufwand. In diesem Zusammenhang muß die Rolle der Genbanken neu durchdacht werden.

1 Introduction

The cultivated wheats belong to four main species of *Triticum*: *T. monococcum* L. (diploid, 14 chromosomes), *T. turgidum* L. and *T. timopheevii* Zhuk. (tetraploid, 28 chromosomes), *T. aestivum* L. (hexaploid, 42 chromosomes).

The *T. aestivum* (common wheat) with more than 20,000 cultivars, adapted to a wide range of environments, is economically by far the most important. The flour of common wheat is best

¹ Germplasm Institute
National Research Council
Bari, Italy

suited for bread.

Worldwide is also the cultivation of *T. turgidum* particularly its main modern variety *T. turgidum durum* (durum or macaroni wheat). Macaroni wheat is grown widely in comparatively dry parts of the world, such as the Mediterranean Basin, India, Russia, Ethiopia and other African countries, and the low-rainfall areas of the North America Great Plains. In contrast the cultivation of the *T. timopheevii* and *T. monococcum* is quite limited: *T. timopheevii* is grown today only in a few places in the Transcaucasian Georgia, and *T. monococcum* is grown only in some mountainous regions of Yugoslavia, Turkey, Italy and Albania, where it is used mainly for animal fodder. In Spain it can be found only as a contaminant of barley.

In the last decades the world wheat production has increased dramatically. Experts continue to believe that wheat production has still to be raised to feed the world's growing population. Since it is not realistic to rely on new arable croplands and since the application of intensive agricultural aids such as fertilisers, pesticides, and herbicides has become prohibitively expensive, any further increment in production must be achieved mainly by further improvements in the productivity of wheat. Accordingly there is an urgent need for the development of new varieties of wheat with either a greater yield or a superior ability to grow in places where wheat is not grown today.

Two factors limit this effort. The first is that the genetic material of the cultivated wheats has already been exploited for breeding purposes almost to its full capacity. The second is that the range of genetic variation of the cultivated wheats has decreased drastically in recent years. The continuing rapid erosion of the gene pool of wheat not only reduces the possibility of further improvements in productivity but also makes the world wheat crop increasingly vulnerable to new diseases and to adverse climatic changes.

The genetic variability of the cultivated wheats, which had accumulated over 10,000 years of cultivation, has been diminished by the introduction of modern, scientifically planned breeding practices. The same practices are of course largely responsible for the present high productivity of wheat. For several decades new, improved varieties of wheat have been selected at the expense of the overall genetic variability of the world wheat crop. The new varieties, each consisting of a single genotype, have steadily replaced the traditional "landraces", each of which comprised many different genotypes.

The failure to conserve the primitive cultivated varieties of wheat has already resulted in the loss of a substantial reserve of genetic variability. Attempts to increase the variability of the new cultivated wheats by inducing mutations, have met with little success. Conservation of the germplasm of the surviving primitive cultivated wheats can lessen the danger of further genetic erosion. On a large scale, however, the restoration and enrichment of the gene pool of the cultivated wheats can be accomplished only by tapping the vast genetic resources that are to be found in the wild relatives of the wheats.

The aims of this lecture are to show the borders of the genus *Triticum*, to describe the main steps of evolution, particularly of the cultivated species and their most closely wild relatives, including other genera of the *Triticeae*, and, finally, try to see to what extent genebanks and other institutions in the world have collected and used genetic resources of *Triticum* to meet the present and future needs of the wheat crop, that is the cultivated species of *Triticum*.

Tab. 1: Tribe *Triticeae* (Gramineae or grass family) (Source: FELDMAN and SEARS 1981)

SUBTRIBE	GENUS	N° OF SPEC.	PLOIDY LEVEL (X=7)	GROWTH HABIT			MODE POLLINATION			DISTRIB. OF WILD SPECIES	SUCCESSF. HYBRIDS WITH <i>TRITICUM</i>
				PER-ENN.	PER-ENN. ANN.	ANN.	CROSS	CROSS SELF	SELF		
HORDEINAE	<i>Hordeum</i>	25	2X-6X							WORLDWIDE (ARCTIC-TEMPERATE)	
	<i>Elymus</i>	60	2X-12X							WORLDWIDE (ARCTIC-TEMPERATE)	
	<i>Asperella</i>	7								WORLDWIDE (ARCTIC-TEMPERATE)	
	<i>Sitanion</i>	1	4X							NORTH AMERICA (ARCTIC-TEMPERATE)	
	<i>Psathyrostachys</i>	6								MEDITERRANEAN BASIN CENTRAL ASIA	
	<i>Crithopsis</i>	1	2X							MEDITERRANEAN BASIN CENTRAL ASIA	
	<i>Taeniatherum</i>	2	2X							MEDITERRANEAN BASIN CENTRAL ASIA	
TRITICINAE	<i>Agropyrum</i>	100	2X-10X							WORLDWIDE (ARCTIC-TEMPERATE)	
	<i>Haynaldia</i>	2	2X, 4X							MEDITERRANEAN BASIN CENTRAL ASIA	
	<i>Secale</i>	6	2X							MEDITERRANEAN BASIN CENTRAL ASIA	
	<i>Heterantherium</i>	1	2X							MEDITERRANEAN BASIN CENTRAL ASIA	
	<i>Henrardia</i>	2	2X							MEDITERRANEAN BASIN CENTRAL ASIA	
	<i>Eremopyrum</i>	5	2X, 4X							MEDITERRANEAN BASIN CENTRAL ASIA	
	<i>Triticum</i>	27	2X-6X							MEDITERRANEAN BASIN CENTRAL ASIA	

2 *Triticum* in relation to *Triticeae*

The genus *Triticum* is one of the fourteen genera of the tribe *Triticeae*, the major division of Gramineae or grass family, and one of the seven genera of the subtribe *Triticinae*; the other seven genera of *Triticeae* belong to the subtribe *Hordeinae* (Table 1). The number of species per genus ranges from 1 to 100; the ploidy level from 2x to 12x (x=7); the growth habit of the different genera may be perennial, perennial-annual and annual; the mode of pollination may be cross, cross-self and self; the geographical distribution of wild species of *Hordeum*, *Elymus*, *Asperella* and *Agropyrum* is world-wide (arctic-temperate), the genus *Sitanion* occurs in North America (arctic-temperate), while for the other nine genera most of the wild species occur in the Mediterranean Basin and Central Asia (SAKAMOTO 1973; FELDMAN and SEARS 1981).

The tribe of *Triticeae*, which is economically the most important division of the grasses, has given rise not only to wheat (*Triticum*) but also to rye (*Secale*) and barley (*Hordeum*).

Within both subtribes members of different genera can occasionally form hybrids, facilitating gene flow either through the process known as crossing-over or through the creation of an amphiploid species. Not only species of *Triticum* but also species of certain other genera can be crossed with common wheat or durum wheat to yield viable hybrids. Successful attempts were reported of even more distant hybridisations, involving species of the *Hordeinae* and wheat. These findings indicate that the genetic variation of the entire *Triticeae* is potentially exploitable for the improvement of cultivated species of *Triticum*.

3 *Triticum* in relation to *Aegilops*

LINNAEUS (1753) naming the different genera of *Triticeae* included both *Triticum* and *Aegilops*. The genus *Triticum* contained species with cultivated forms, while *Aegilops* encompassed the wild relatives. This dichotomy was maintained by taxonomists for about two centuries. In fact, ZHUKOVSKY (1928), EIG (1929) and KIHARA (1963) continued to distinguish *Triticum* from *Aegilops*. HAMMER (1980) in a more recent monograph would also separate the two genera. A similar conclusion was reached by GUPTA and BAUM (1986). STEBBINS (1956), however, proposed that the two genera be amalgamated into one since there were essentially no genetic barriers between them. Similarly, BOWDEN (1959) proposed a classification including both *Aegilops* and *Triticum* in the one genus *Triticum*. This classification was adopted essentially unchanged by MORRIS and SEARS (1967).

A more radical re-classification, including the annual *Triticeae*, has recently been proposed by LÖVE (1982) on the premise that taxonomy should reflect phylogeny. This proposal places those species which are genomically the same into a single genus. But there are problems with this approach. It is difficult to find agreement on genomic similarity and constitutions and would be hard to choose names for the many new, often monotypic, genera. However, many would agree with the use of evolutionary relationships as a basis for classification.

In a more recent monograph on wild wheat, KIMBER and FELDMAN (1987) followed the classification of MORRIS and SEARS (1967) with some modifications. However, since this classification is not yet universally accepted they decided to report a list of the more frequent synonyms and state that the large number of generic and specific names, by itself, may already indicate the diversity present both in *Triticum* and *Aegilops*. More specific details for the genus *Aegilops* are reported in the extensive work of HAMMER (1980), see also VAN SLAGEREN (1994). Only for matter of commodity and simplicity, throughout this note, in which, again, the main interest is genetic resources, the genus *Triticum* will be used for indicating also that of *Aegilops*.

4 Geographical distribution of wild species of "*Triticum*"

The 27 wild species of "*Triticum*" are distributed in the Mediterranean Basin and in Southwest and Central Asia (Table 2 and Fig. 1). The genus is distributed between 20°W and 85°E and between 26° and 50°N. The area of distribution is rectangular in shape with the longitude four times the latitude. The centre of the distribution is in SE Turkey (38°N, 36-37°E). The western border is in Madeira and the Canary Islands (*T. ovatum*); to the north it reaches into northern Hungary or even to southern Czechoslovakia (*T. cylindricum*) and up to the Aral-Caspian deserts and Altai in Middle Asia (*T. cylindricum*); to the south it includes the Canary Islands and the northern border of the Sahara Desert in N. Africa (*T. ovatum*) and up to southern Iran in Asia (*T. crassum*); the eastern border is on the western slopes of the Himalayan Mountains and the banks of the Indus (*T. tauschii*) (ZHUKOVSKY 1928; EIG 1929; KIHARA 1954).

Within the limits of its distribution the genus has massive, wide and almost continuous distribution. Wild species of *Triticum* are found nearly everywhere except high mountains (above 1.800 m) and deserts, though *T. kotschyi* can even penetrate into semi-desert areas. All species

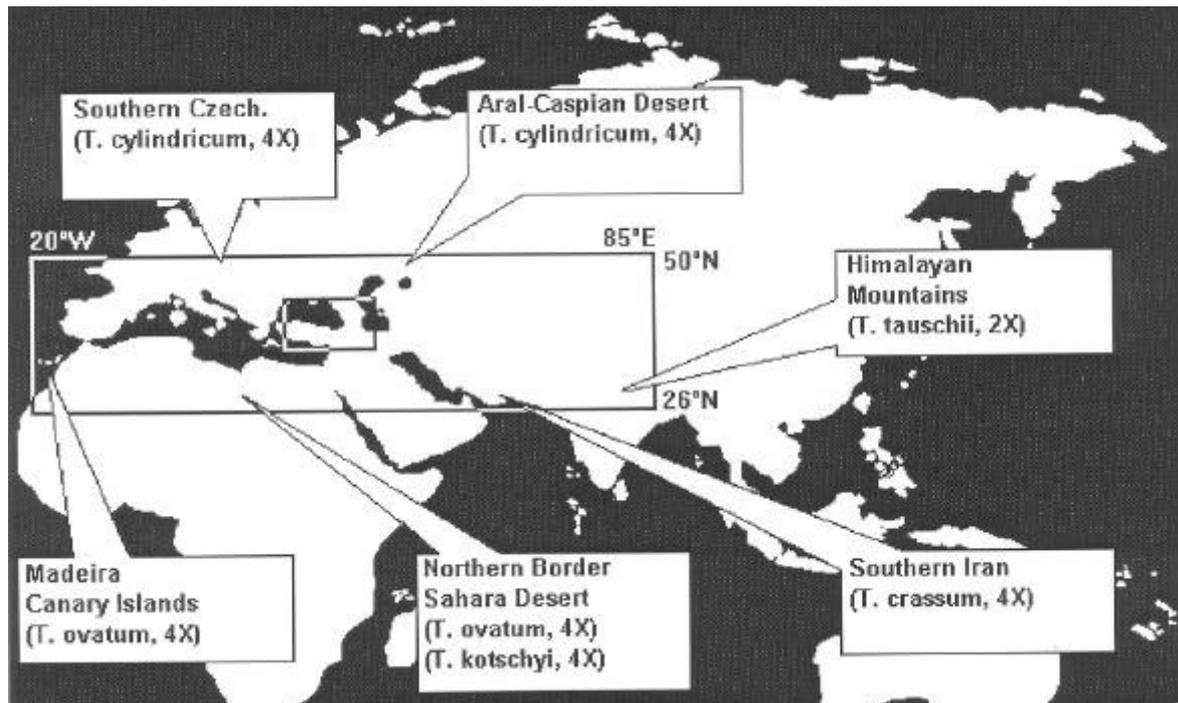


Fig. 1: The smallest rectangular area shows the centre of origin of the genus *Triticum* (with 17-20 species) while the largest one shows the actual distribution of all the known 27 species

More than fifty percent of the species occur in the central part of the genus distribution. Only Turkey, Syria, Iraq and Iran contain 17 - 20 of the 27 species in the genus, while peripheral countries like those of Western Europe and North Africa in the west, or South Asiatic USSR, Afghanistan and Pakistan in the east contain six or fewer species. Thus the area between 20° and 40° East and 35° and 45° North (which includes Turkey, Syria, Iraq and Iran: the northern part of the fertile crescent belt), has to be considered the geographical centre of the genus distribution and the area that contains the greatest concentration of species.

In general the polyploids have larger distribution and wider ecological areas than the diploids. The distribution of some of them, such as *T. triunciale*, *T. ovatum*, *T. neglectum*, *T. macrochaetum* and *T. cylindricum* occupy large parts of the distribution area of the genus. They grow well in a very wide array of edaphic and climatic conditions and so do not show the marked ecological specificity of the diploids. Their weedy nature is reflected in their ability to colonise rapidly and efficiently a variety of newly disturbed and secondary habitats. Undoubtedly, the expansion of agriculture and the opening up of many segetal habitats played a key role in the massive distribution of these polyploid species throughout the range of the genus.

Many tetraploid species are sympatric (Table 3) and tend to grow in mixed stands, usually with several species in each population. However, often, throughout the genus distribution, only one tetraploid is the massive, dominant species.

The distribution areas of most of the tetraploids overlap, completely or partly, with that of their two diploid parents. Exceptions are *T. columnare* and *T. crassum*, which do not overlap with the distribution area of the M genome donor and *T. ventricosum*, which does not overlap with the distribution of either of its parents, Un and the D genome donors. Most of the putative diploid parents of the various tetraploids have spatial contact, either sympatric or allopatric. Only *T. tauschii* and the donors of the M and Un genomes have no such contacts.

Further information on individual species distributions are reported by HAMMER (1980), KIMBER and FELDMAN (1987).

Tab. 3: The number of species with which each species is sympatric, allopatric or has no contact (Source: KIMBER and FELDMAN 1987)

SPECIES	CONTACT			
		Sympatric	Allopatric	No contact
<i>tripsacoides</i>	2X	10	2	14
<i>speltoides</i>	2X	13	8	5
<i>bicorne</i>	2X	2	1	23
<i>sharonense</i>	2X	2	2	22
<i>longissimum</i>	2X	5	6	15
<i>searsii</i>	2X	6	7	13
<i>dichasians</i>	2X	14	7	5
<i>comosum</i>	2X	8	4	14
<i>uniaristatum</i>	2X	6	3	17
<i>monococcum</i>	2X	14	5	7
<i>timopheevii</i>	4X	8	7	11
<i>turgidum</i>	4X	8	5	13
<i>umbellulatum</i>	2X	14	8	4
<i>ovatum</i>	4X	15	9	2
<i>neglectum</i>	4X	14	7	5
<i>rectum</i>	6X	9	2	15
<i>macrochaetum</i>	4X	18	5	3
<i>columnare</i>	4X	13	4	9

5 Natural and artificial hybrids in "*Triticum*"

In nature hybridisation between diploid species is a very rare phenomenon. In spite of the fact that several of the diploids have spatial contact (Table 3) interspecific hybrids have been reported between only two of these species, *T. longissimum* and *T. sharonense*, whose F1 hybrids and hybrid derivatives have been repeatedly found in disturbed sites in the Israel coastal plain (ANKORI and ZOHARY 1962).

In contrast with the rarity of interspecific hybridisation at the diploid level, hybridisation between tetraploid species, particularly between those sharing a common genome, is a frequent phenomenon (FELDMAN 1963). Many F1 hybrids as well as backcrossed progeny were repeatedly found in many localities in Israel, Turkey and Greece (ZOHARY and FELDMAN 1962).

Considerable evidence was obtained for spontaneous hybridisation also between tetraploid and diploid species (VARDI 1973).

Natural hybrids also occur between the wild and the cultivated species. Hybrids have been recorded between cultivated *T. turgidum* and its wild progenitor var. *dicoccoides* as well as with *T. longissimum*, *T. ovatum*, *T. triunciale*, *T. cylindricum* and *T. ventricosum*. Similarly, hybrids have been recorded between *T. aestivum* and *T. monococcum*, *T. umbellulatum*, *T. turgidum* var. *dicoccoides*, *T. ovatum*, *T. triunciale*, *T. peregrinum*, *T. cylindricum* and *T. ventricosum*.

In addition to the many natural hybrids observed, considerable efforts have been made by many workers to produce hybrids between the species of the *Triticeae*. These hybrids have been used for a variety of purposes including genomic analysis, studies of speciation and evolution and as the starting point for efforts at the introduction of alien variation into cultivated species of *Triticum*.

A data base of hybrids of which at least one parent is a species of *Triticum* and for which there is at least some meiotic information has been created (KIMBER and ABU BAKAR 1979) (Table 4). The data base includes also information on other genera of the tribe *Triticeae*.

6 Species relationships and crop evolution

Another way to look at "*Triticum*" species relationship is to compare their genomic formulas and geographical distribution (Table 5). The most related wild species: *T. monococcum boeoticum*, *T. monococcum urartu*, *T. tauschii*, *T. turgidum dicoccoides*, *T. timopheevii araraticum*, *T. cylindricum*, *T. crassum*, *T. syriacum*, *T. juvenale*, and *T. ventricosum* have at least one homologous genome (AA or DD) in common with the cultivated *T. aestivum* (AABBDD). Other wild species like *T. speltoides*, *T. bicornis*, *T. sharonense*, *T. longissimum*, *T. searsii*, *T. variabile* and *T. kotschyi* have at least one homoeologous genome (SS, SbSb, S1S1, SsSs, UUSvSv) closely related to cultivated wheats. Finally, several other wild species like *T. dichasians*, *T. comosum*, *T. tripsacoides*, *T. uniaristatum*, *T. umbellulatum*, *T. triunciale*, *T. macrochaetum*, *T. columnare*, *T. triaristatum* and *T. ovatum* have at least one homoeologous genome less closely related to cultivated wheats (FELDMAN and SEARS 1981). Although relationships of genomes in the polyploid species of *Triticum* have been clarified, much work remains to be accomplished (KIMBER and FELDMAN 1987). Genomic analysis provides data to demonstrate evolutionary relationships. Usually genomic similarity or dissimilarity is measured by different methods and techniques. Thus,

work is going on in different laboratories of the world at different levels and using different methods: nucleus substitution (MAAN 1973; TSUNEWAKI 1980), restriction enzyme analyses of the chloroplast DNA (OGIHARA and TSUNEWAKI 1982) and mitochondrial DNA (TERACHI et al. 1985), immuno- chemical reactions, protein electrophoresis (ANIOL 1974; JOHNSON 1975; JAASKA 1976), Giemsa - banded chromosomes or *in situ* hybridisation (method dependent on the presence of repeated sequences of DNA).

Tab. 4: *Triticum* × *Triticum* hybrids (Source: KIMBER and FELDMAN 1987)

COD E		M A L E																								
		T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T									
F E M A L E		A	B	Y	C	I	X	F	J	K	L	P	M	O	S	R	D	G	N	Q	W	T	U	E	H	Z
<i>T. aestivum</i>	TA	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
<i>T. bicorne</i>	TB	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-
<i>T. columnare</i>	TY	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-
<i>T. comosum</i>	TC	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-
<i>T. crassum</i>	TI	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>T. cylindricum</i>	TX	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+	-	+	+	-	-	+	-
<i>T. dichasians</i>	TF	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	-
<i>T. juvenale</i>	TJ	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-
<i>T. kotschyi</i>	TK	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-
<i>T. longissimum</i>	TL	+	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-
<i>T. macrochaetum</i>	TP	-	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-
<i>T. monococcum</i>	TM	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-
<i>T. ovatum</i>	TO	-	-	+	+	-	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>T. speltoides</i>	TS	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-
<i>T. syriacum</i>	TR	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>T. tauschii</i>	TD	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-
<i>T. timopheevii</i>	TG	+	+	-	+	-	+	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+
<i>T. triaristatum</i>	TN	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-
<i>T. tripsacoides</i>	TQ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>T. triunciale</i>	TW	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-
<i>T. turgidum</i>	TT	+	+	-	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>T. umbellulatum</i>	TU	-	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+
<i>T. uniaristatum</i>	TE	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>T. ventricosum</i>	TH	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+	-
<i>T. zhukovskyi</i>	TZ	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 5: Genome relationships within *Triticum*. (Source: FELDMAN and SEARS 1981)

	SPECIES	GENOME	DISTRIBUTION	SPECIES WITH GENOMES HOMOLOGUES TO WHEAT			SPECIES WITH GENOMES CLOSELY RELATED		SPECIES WITH GENOMES LESS CLOSELY RELATED	
				4x PROGENIT.	A - D DONORS	1 HOMOLOG. GENOME	RELATED	RELATED	RELATED	RELATED
DIPLOIDS	<i>T. monococcum boeoticum</i>	A	S.W. ASIA, BALKANS		■					
	<i>T. monococcum urartu</i>	A	S.W. ASIA		■					
	<i>T. dichastans</i>	C	S.W. ASIA, GREECE							
	<i>T. tauschii</i>	D	S.W. ASIA, C. ASIA		■					
	<i>T. comosum</i>	M	GREECE, TURKEY							
	<i>T. trypacoides</i>	Mt	TURKEY							
	<i>T. anariatum</i>	Un	BALKANS, TURKEY							
	<i>T. speltoides</i>	S	S.W. ASIA							
	<i>T. bicorne</i>	Sp	S.W. ASIA, N. AFRICA							
	<i>T. sharonensis</i>	S ¹	S.W. ASIA							
<i>T. longissimum</i>	S ¹	S.W. ASIA, EGYPT								
<i>T. searsii</i>	S ²	S.W. ASIA								
<i>T. umbellatum</i>	U	S.W. ASIA, GREECE								
POLYPLOIDS SHARING A GENOME	<i>T. turgidum dicoccoides</i>	AB	S.W. ASIA	■						
	<i>T. timopheevii araraticum</i>	AG	S.W. ASIA							
	<i>T. aestivum</i>	ABD	WORLDWIDE (CULTIVATED)							
	<i>T. cylindricum</i>	DC	S.W. ASIA, BALKANS, C. ASIA							
POLYPLOIDS SHARING D GENOME	<i>T. crassum</i>	DM	S.W. ASIA, C. ASIA							
	<i>T. crassum</i>	DDM	C. ASIA							
	<i>T. sphaerium</i>	DMS	S.W. ASIA							
	<i>T. juvencum</i>	DMU	S.W. ASIA, C. ASIA							
	<i>T. ventricosum</i>	DUn	S. EUROPE, N. AFRICA							
	<i>T. trinucleale</i>	UC	S.W. ASIA, S. EUROPE							
POLYPLOIDS SHARING U GENOME	<i>T. macrochaetum</i>	LM	S.W. ASIA, S. EUROPE, ex USSR							
	<i>T. columnare</i>	UM	S.W. ASIA							
	<i>T. triaristatum (neglectum)</i>	LM	S.W. ASIA, S. EUROPE, N. AFRICA							
	<i>T. triaristatum (pecum)</i>	LMU	S.W. ASIA, S. EUROPE, N. AFRICA							
	<i>T. ovatum</i>	LM	S.W. ASIA, C. ASIA, S. EUR., N. AFR.							
	<i>T. varabile</i>	US	S.W. ASIA, N. AFRICA, ITALY, GREECE							
	<i>T. kotschyi</i>	US	S.W. ASIA, N. AFRICA							

Up to now it seems that the "analyser-method" (determination of the amount of chromosome pairing) by KIHARA and NISHIYAMA (1930) has provided the most consistent recognition of genomic similarities in the *Triticum* group (LILIENFELD 1951). More recently numerical methods were developed (KIMBER et al. 1981) to improve this method by the determination also of the pattern of genomic affinity in hybrids.

Evolution in the *Triticinae* is a very complex process, which is still proceeding in a dynamic environment.

A large store of basic biological information is already available on some of the wild relatives of wheat, particularly those belonging to the genus *Triticum*. The various wild species of *Triticum* belong to the same three ploidy levels as the cultivated species. Although they are presumably descended from a common ancestor, they have diverged considerably from one another not only morphologically but also ecologically and geographically. Chromosome studies have corroborated the taxonomic classification by showing that almost every diploid species has a distinct complement of genes - a distinct genome. The related chromosomes of the different genomes exhibit varying degrees of reduced affinity for one another, and hence they do not pair regularly when the cells formed by an interspecific hybridisation undergo meiosis. This fact tends to make such hybrids sterile and leads ultimately to the genetic isolation of the various diploid species from one another.

The polyploid species of *Triticum* constitute a classic example of evolution through amphiploidy. The allopolyploid nature of the *Triticum* polyploids has been verified by various investigators through the analysis of the genomes of hybrids formed between species of ploidy levels. Three groups of polyploids are recognised in the genus *Triticum*. The species in each group have one genome in common and differ in their other genome (or genomes). The polyploids in group A, for example, share the genome of the common diploid ancestor *T. monococcum*, those in group D share the genome of the wild grass *T. tauschii* and those in group U share the genome of another wild grass, *T. umbellulatum*. In basic morphology and particularly in the structure of the seed-dispersal mechanism the polyploids in each group resemble the diploid donor of the common pivotal genome.

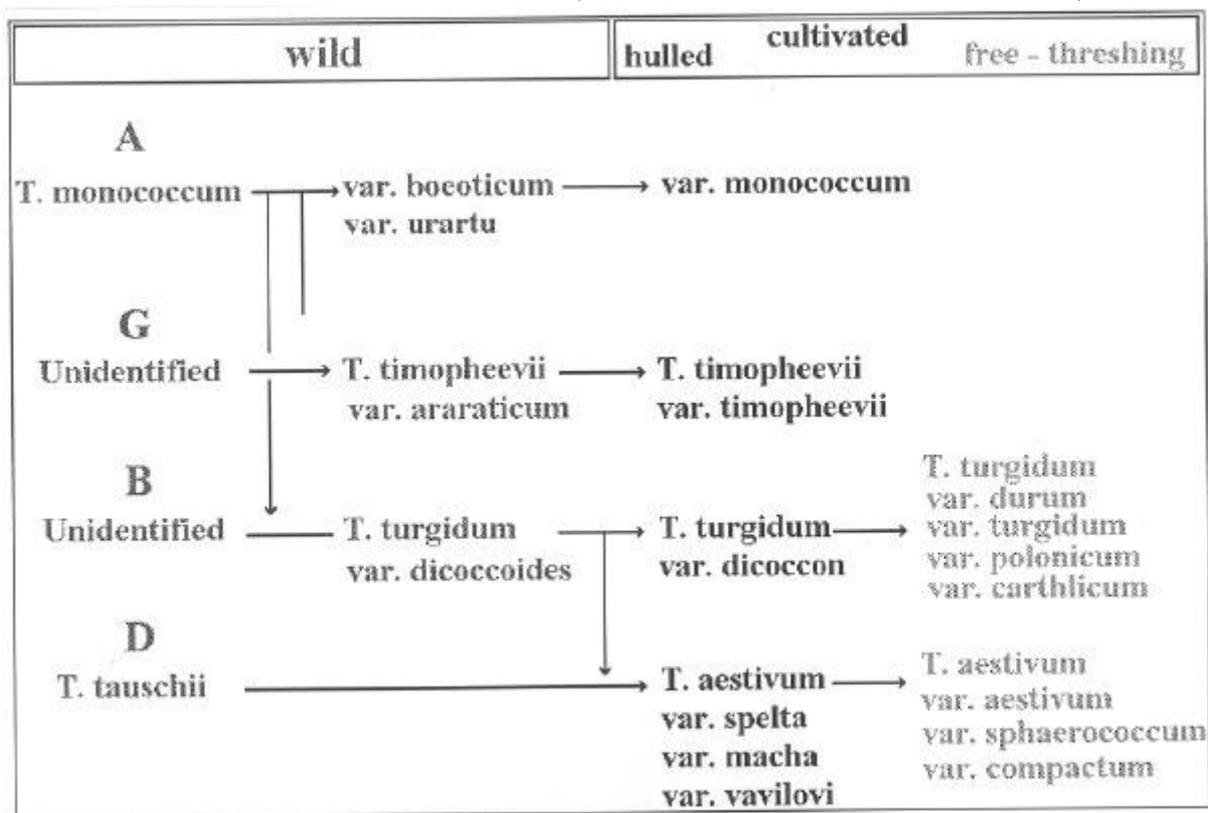
This characteristic genetic structure (one common genome and one or two different ones) is what accounts for the comparatively high rate of successful spontaneous hybridisation (and hence gene flow) between the polyploids. Hybridisation of this type is facilitated by the shared genome, which acts as a buffer, ensuring some fertility in the resulting hybrids. In such cases the different genomes, which are brought together from different parents, can exchange genetic material and form a new mixed genome. Thus in each group of polyploid species there is an almost continuous variation between the characteristics of the different species.

The genetic structure of the polyploid species of *Triticum* allows for a rapid build-up of genetic diversity. In such species most of the gene loci are present in four or six doses (duplicate versions), and the accumulation of genetic variation through mutation or hybridisation is tolerated more readily than it is in a diploid organism. Thus polyploidy facilitates genetic diploidisation, the process whereby existing genes in multiple even-numbered doses can be diverted to new functions. Because the *Triticum* polyploids are true allopolyploids, they show permanent heterosis ("hybrid vigour"), an effect that results from the interaction of certain genes at homologous gene loci in the different genomes.

Both the wild and the cultivated polyploid species of the genus *Triticum* are characterised by convergent evolution (that is, the adaptative evolution of superficially similar structures in different species subjected to similar environments) by virtue of the fact that they contain genetic material from two or three different diploid genomes and can exchange genes with one another through hybridisation. The evolutionary significance of the polyploid in this context arises mainly from the fact that it has facilitated the formation of a genetic superstructure that brings together the genes of the isolated diploid species and allows them to recombine. Moreover, polyploidy, reinforced by a mating system in which self-pollination is predominant, has proved to be a very successful genetic system. The evolutionary advantage of the polyploids over the diploids is reflected in the wide morphological and ecological variation of the polyploids. No wonder, then, that the cultivated polyploid wheats exhibit a wide range of genetic flexibility and have adapted to a great variety of environments.

Both hulled and unhulled cultivated species of *Triticum*, evolved from wild species, but until now only the origin of the A and D genomes seems to be clear (Table 6).

Tab. 6: Evolution of cultivated *Triticum* (Source: KIMBER and FELDMAN 1987)



To repeat, the cultivated polyploid wheats consist of three different species: two tetraploids, *T. turgidum* and *T. timopheevii*, and one hexaploid, *T. aestivum*. How and where did these species originate? Intensive cytogenetic studies have suggested that *T. turgidum* (genome AABB) was derived from the cross between *T. monococcum* (genome AA) and *T. searsii* (genome SsSs) or a closely related wild species, whereas the other tetraploid species, *T. timopheevii* (genome

AAGG), may have come from a cross between *T. monococcum* and *T. speltooides* (genome SS). Hexaploid wheat (genome AABBDD), on the other hand, clearly originated as a hybrid between *T. turgidum* (most likely the cultivated variety *T. turgidum dicoccum*, or emmer wheat) and *T. tauschii* (genome DD).

Archaeological evidence has shown that the domestication of the wheats by the Neolithic man took place within the geographical distribution centre of the wild progenitors of the wheats north-eastern part of the Fertile Crescent (specifically the area encompassing south-western Iran, north-western Iraq and south-eastern Turkey) is the centre of distribution of two wild diploid wheats, *T. monococcum boeoticum* and *T. monococcum urartu*, and the wild tetraploid wheat *T. timopheevii araraticum*. It is also where the cultivated varieties of both species, respectively *T. monococcum monococcum* and *T. timopheevii timopheevii*, evolved and were first domesticated. Similarly, the south-western part of the Fertile Crescent (north-western Israel, south-western Syria and south-eastern Lebanon) is the centre of distribution of the wild tetraploid wheat *T. turgidum dicoccoides* and also the area where the primitive cultivated variety of this species, *T. turgidum dicoccum*, originated. A spontaneous hybridisation between *T. turgidum dicoccum* and *T. tauschii*, the two progenitors of hexaploid wheat, *T. aestivum*, probably took place in a farmer's field somewhere in western Iran about 8,000 years ago, when the cultivated wheat was brought into the area of the wild one.

7 Wild relatives and their use for wheat improvement

The existence of a large reservoir of useful genes in the wild relatives of wheat is apparent from the adaptation of the various wild forms to very different environments. They are found in a wide range of climatic regions: from cool, humid mountains to hot, dry valleys; from areas with an annual rainfall of 1,000 millimetres or more to arid regions with as little as 100 millimetres. Wild wheats also grow on many different types of soils, in some places even on salty ones.

The screening of these wild genetic resource for agronomically useful characteristics is only in its initial stages, and the full extent of the genetic treasure trove is not yet completely known. From the information gathered so far it is clear that the wild relatives of the cultivated wheats hold rich pools of genetic variation and carry many genes of great economic potential. Among the desirable characteristics that can be found in the wild relatives are improved quality and quantity of grain protein; increased resistance to fungal and viral diseases, to insects, to drought and to lodging (being beaten down by wind or rain); improved winterhardiness, heat tolerance and salt tolerance, and earlier ripening. The wild relatives may also be able to directly confer higher productivity.

The utilisation of wild gene resources for the improvement of the cultivated wheats calls for the development of suitable methods of screening and evaluating the wild genetic material. Methods will also have to be devised to facilitate the selective transfer of desirable chromosomal elements from the wild species to the cultivated ones (FELDMAN and SEARS 1981; BLANCO and PORCEDDU 1983; BLANCO et al. 1990; PIGNONE et al. 1992).

The first step in the utilisation of the genes of the wild relatives of wheat should be screening of single-plant collections for agronomically important traits. In such screening the genetic potentials of different collections are evaluated and promising genotypes are selected. The genetic

interactions of individual genes or blocks of genes in the selected wild genotypes and the cultivated wheats need to be examined. Several analyses of such interactions have shown that when the genes of the wild relatives are separated from the rest of the wild genome and are introduced into the cultivated genome, they may have effects that cannot be forecast from the apparent traits - the phenotype - of the wild parent.

There are several wild relatives of wheat whose chromosomes (or some of them) are homologous with some of those of common wheat and consequently pair readily with them. Genes on these chromosomes can be transferred with comparatively little difficulty to common wheat. Most of the wild relatives, however, have chromosomes that are sufficiently different from those of wheat for them to ordinarily pair with them rarely, if at all. Special techniques are therefore necessary to introduce desirable genetic material from these wild relatives into the cultivated wheats.

The addition of an entire genome from a wild species (in other words, the production of a synthetic amphiploid) has been an attractive approach for many wheat geneticists. ERICH TSCHERMAK VON SEYSENEGG and HUBERT BLEIER, working in Vienna in 1926, were the first to obtain an amphiploid species as a result of the spontaneous doubling of the chromosome number of a wheat hybrid, in their case one formed by crossing *T. turgidum dicoccoides* with the wild grass *T. ovatum*, thus demonstrating the possibility of species formation through amphiploidy in the wheat group. The discovery in 1937 that chromosome doubling can be introduced by exposing hybrid plants to the alkaloid colchicine opened new possibilities for the production of synthetic amphiploids. Since then the production and exploitation of synthetic amphiploids in the *Triticinae* subtribe has been greater than it has been in any other group of higher plants, and many amphiploids have been synthesised from various interspecific and intergeneric crosses. The amphiploids are usually fully fertile, in the contrast to the non doubled hybrids, which tend to be sterile, particularly on the male side.

The production of such amphiploids, in which the adaptive hybrid combinations are stabilised by polyploidy and the segregation of parental characters is prevented, opens up many possibilities for the production of new crops. The synthetic octoploids that have been created by crossing hexaploid *T. aestivum* (mainly common wheat) and various diploid species, however, have all been inferior to common wheat. It is possible that ploidy levels higher than six are less favourable than the tetraploid and hexaploid levels.

A good example of a successful synthetic amphiploid level is the new manmade crop triticale (see "Triticale", by JOSEPH H. HULSE and DAVID SPURGEON; SCIENTIFIC AMERICAN, August, 1974). This amphiploid derived from a cross between tetraploid wheat, *T. turgidum*, and common rye, *Secale cereale*. The hybrid combination has the possibility of combining the desirable winterhardiness of rye with some of the useful agronomic properties of wheat. In some regions triticale has even been found to outyield the best commercial wheat varieties. From the standpoint of quality triticale is characterised by a content of grain protein and essential amino acids higher than that of wheat. Hybridisations between triticale (genome AABBRR) and hexaploid wheat (genome AABBDD) have resulted in the creation of different kinds of mixed amphiploids, plants in which one or more rye-genome chromosomes are replaced by DD-genome wheat chromosomes. Some of the mixed amphiploid varieties exceed both parents in yield, quality and adaptability.

It is possible that the hybridisation of tetraploid wheat with diploid relatives from semiarid or

arid regions would result in new crops that could improve on currently cultivated wheat in drought resistance, salt tolerance or heat tolerance. These new crops would be either the primary amphiploids themselves or derivatives of their crosses to common wheat. Synthetic amphiploids can also serve as an effective bridge over the interspecific and intergeneric crossbreeding barriers that prevent the transfer of genes from wild diploid species to cultivated wheats. Finally, they are used in the creation of alien-addition lines and alien-substitution lines, two other important approaches in the repertory of the wheat geneticist.

The genome of a wild species of wheat may contain in addition to desirable genes many undesirable ones with deleterious effects. Moreover, the undesirable genes may cancel any advantage the synthetic amphiploid has over its cultivated parent. Such unwanted material can only be eliminated, if it can be eliminated at all, after many generations of backcrosses with the cultivated species. Thus it is a great advantage to transfer the useful gene (or genes) from the alien genome with as little extra chromosomal material as possible; indeed, it is often desirable to transfer only one chromosome or even a segment of a chromosome.

Since the different diploid species of the *Triticinae* subtribe have been derived from a common ancestor, their chromosomes still retain some degree of similarity, even though they have differentiated considerably from one another. Such chromosomes are called homoeologous rather than homologous. Since the basic chromosome number in this group is seven, the chromosomes of each genome of the *Triticinae* fall into seven distinct homoeologous groups; each genome contains one chromosome pair of each homoeologous group. The chromosomes of hexaploid wheat, for example, can be divided into seven homoeologous groups of three pair each, reflecting the origin of wheat from three related diploids, each with seven pair of chromosomes. Since the genes on homoeologous chromosomes have similar loci, a chromosome from any *Triticinae* genome can substitute for its homologue in almost any other *Triticinae* genome and compensate, at least to some extent, for the homoeologue's absence.

One handy method of transferring genetic material from wild relatives to cultivated wheats is to produce a series of alien-addition lines, each of which possesses the full complement of chromosomes of a cultivated wheat and one pair of chromosomes from a wild relative. The production of alien-addition lines requires that a viable hybrid between the wild species and cultivated wheat will be obtainable; the rest of the procedure, although time-consuming, is almost certain to succeed.

This approach has been followed in adding individual chromosomes from several species of *Triticum*, *Agropyrum* and *Secale* to the hexaploid wheat complement and individual chromosomes from *Secale cereale*, *Agropyrum elongatum*, *T. umbellulatum* and the DD genome of common wheat to the tetraploid wheat complement. When direct crosses between hexaploid wheat and a wild diploid species are difficult or impossible, tetraploid wheat may serve as a bridging species. This method has been used, for example, in transferring individual chromosomes of *Haynaldia villosa* and *T. umbellulatum* to wheat.

Alien-addition lines and alien-substitution lines are seldom satisfactory for immediate practical use, although there has been one notable exception, namely several commercial European varieties with a pair of rye chromosomes substituted for a wheat pair. The main use of alien additions and substitutions is as starting material for making transfers involving less than an entire chromosome.

Most alien chromosomes that do not ordinarily pair with their wheat homoeologues can be

induced to do so by altering the genetic environment. There are a number of genes in wheat that promote chromosome pairing and several that inhibit it. One gene in particular, the "pairing homoeologous", or *Ph*, gene on the long arm of chromosome No. 5B, has a more decisive effect than any other. In its presence homologues pair regularly, but homoeologues do not do so at all, whereas in its absence homoeologues also pair (although less frequently). By simply deleting the *Ph* gene or neutralising its action, then, most Triticinae chromosomes can be induced to pair with their wheat homoeologues. Such induced homoeologous pairing is usually the method of choice for transferring genes from alien chromosomes to those of wheat.

Several useful genes have already been transferred from wild relatives to common wheat through induced homoeologous pairing and crossing-over. At the Plant Breeding Institute in Cambridge, England, a gene conferring resistance to stripe rust was transferred from *T. comosum*. At the Cereal Genetics Research Unit at the University of Missouri two genes conferring resistance to leaf rust were transferred from two different chromosomes of *Agropyrum elongatum*, and a gene conferring extraordinary resistance to many virulent races of stem rust was transferred from *T. speltoides*.

The likelihood of the successful transfer of an alien gene through induced homoeologous pairing depends on the particular alien chromosome concerned. Not only must the chromosome be able to pair homoeologously with one or more wheat chromosomes; it must also ordinarily pair in the right region or regions. Some alien chromosomes, such as those of most wild species of *Triticum* and those of *Agropyrum elongatum* and *A. intermedium*, are capable of pairing rather freely with wheat homoeologues, but others, such as those of rye and barley, have somewhat doubtful pairing ability. Even if some distantly related chromosomes pair, they may cross over with their homoeologues unequally, leading to an undesirable duplication or a deficiency of certain segments.

Where an alien gene cannot be transferred through induced homoeologous pairing the experimenter may want to try to induce the transfer by the use of the ionising radiation. Indeed, this technique was developed and widely employed before methods for inducing homoeologous pairing became available. It is a much more laborious process, because the transferred alien segment, unless it is very short, must replace a segment of approximately the same length from a homoeologous wheat chromosome. Although there seems to be some tendency for radiation-induced translocations to involve homoeologous segments, such translocations are still greatly outnumbered by those involving nonhomoeologues. Most of the translocations produced are quite unsatisfactory, because they involve a deficiency of some important wheat genes or a duplication of genes carried by the alien segment. Therefore many translocations involving the desired gene must be obtained and evaluated if there is to be a reasonable chance of getting even one translocation that has no associated deleterious effects. Nevertheless, by means of radiation potentially useful disease-resistance genes have been transferred to common wheat from *T. umbellulatum*, *A. elongatum*, *A. intermedium* and *Secale cereale*.

In spite of the known and anticipated difficulties of transferring genes to wheat from its more distant relatives, attempts to make such transfers are decidedly worthwhile. The greater the distance over which transfers can be made, the greater the possibility of introducing useful characteristics not present in the cultivated wheats.

Wild relatives of wheat also have characteristics, for example male sterility, for which the genes

are not in nucleus of the cells but in the surrounding cytoplasm. Such characteristics can be transferred to cultivated wheats and perhaps utilised in the production of hybrid wheat. Many lines of common and durum wheat containing alien cytoplasm have been produced by crossing the wild species as a female with cultivated wheat and then back-crossing the first-generation hybrid and males, to the cultivated species.

The wild species of the *Triticinae* show different degrees of cytogenetic affinity and phylogenetic relatedness to the cultivated and durum wheats and can be classified accordingly Table 5. In this classification the various wild relatives are divided into two main groups: those whose genomes are homologous with the genomes of the cultivated wheats and those whose genomes are homoeologous with the genomes of those wheats. The first group consists of tetraploid wild wheat, the diploid donors of the AA and DD genomes of cultivated wheats, and polyploids sharing one genome with the cultivated wheats. Genetic material can be transferred within this group through pairing and crossing-over between homologous chromosomes. In most cases, however, it is necessary to overcome sterility barriers that stem from different ploidy levels or the dissimilarity of the genomes.

The second group of wild relatives includes species that are somewhat more distant from the cultivated wheats. The genomes of these species are homoeologous rather than homologous with the genomes of the cultivated wheats, indicating that their chromosomes have differentiated from those of wheat to a greater extent. Because of this reduced similarity the transfer of desirable genetic material can be achieved only by inducing homoeologous pairing and crossing-over or by inducing translocations. Three kinds of species can be recognised in this group of wild relatives: closely related, less closely related and distantly related.

In summary, it is obvious that in the near future the rich gene pools of the wild relatives of wheat will be exploited more aggressively for the improvement of the cultivated wheats. In order to achieve more efficient and comprehensive utilisation of these gene pools more information is needed on the taxonomic, cytogenetic and evolutionary relations among the various wild species, as well as between wild and cultivated forms, on the geographical distribution and ecological specialisation of the different species, on the genetic structure of natural populations and on the evolutionary mechanisms of building up genetic variability.

In addition as many samples as possible will have to be collected throughout the distribution areas of the various wild relatives, particularly in the centres of diversity of those species. This will facilitate the study of the nature and ranges of genetic variation of each species, as well as a thorough evaluation of the economic potential of the various collections. The investigation of the crossability relations between the wild relatives and the cultivated wheats should also be pursued vigorously, and more detailed studies of the genetic systems controlling pairing and crossing-over in the *Triticeae* should be initiated. Finally, simple cytogenetic procedures must be developed for producing and recovering desirable transfers of genetic material from the wild chromosomes to their cultivated wheat homoeologues.

8 Genetic resources of *Triticum* in gene banks

Cereals in general are the best collected crops, and wheat tops the list in numbers of accessions and the degree of comprehensiveness (Table 7). Wheat domesticated in the Middle East accounts for some 410,000 accessions in forty gene banks (PLUCKNETT et al. 1987). Most wheat landraces, about 95 percent, have been collected, as have 60 percent of the germplasm of wild relatives. Except for those in a few scattered pockets, wheat landraces were essentially all collected by the end of 1985 as anticipated by IBPGR (1984). The major collections for long term storage of wheat germplasm are concentrated in the industrial nations, particularly at the VAVILOV All-Union Institute of Plant Industry (VIR) in St. Petersburg, the National Seed Storage Laboratory (NSSL) at Fort Collins, Colorado, and the Istituto del Germoplasma in Bari, Italy (Table 8). The Plant Germplasm Institute at the University of Kyoto, Japan, maintains a base collection of wheat relatives, mainly species of *Triticum* (with emphasis on species of *Aegilops*). Materials from these collections are available, and recently with the help of IBPGR most of them were repatriated to developing countries that had lost their own collections.

In the Third World, the largest wheat gene banks are found at the International Maize and Wheat Improvement Centre (CYMMIT), near Mexico City, and at the International Centre for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), near Aleppo, Syria. CYMMIT maintains a medium term collection of 31,000 tropical and subtropical wheats and triticale, while ICARDA holds 16,500 wheat samples. Other gene banks are holding smaller collections of different species of *Triticum*, mainly cultivated ones.

Tab. 7: Estimated number of gene-bank accessions worldwide (Source: PLUCKNETT et al. 1987)

CROP	N° OF ACCESSIONS	COVERAGE PERCENTAGES	
		LANDRACES	WILD spp.
Wheat	410.000	95	60
Barley	280.000	85	20
Rice	215.000	75	10
Maize	100.000	95	15
Sorghum	95.000	80	10
Oats	37.000	90	50
Pearl millet	31.500	80	10
Finger millet	9.000	60	10
Other millets	16.500	45	2
Rye	18.000	80	30

Although the number of accessions in the world collections looks very high, one has to consider that their distribution and utilisation is not as high mainly because of lack of information (PERRINO and PORCEDDU 1990; PERRINO et al. 1992). Management of the collections in the gene banks is not easy at all and even in the best cases a minimum of genetic erosion takes place (SPAGNOLETTI-ZEULI 1993; SPAGNOLETTI-ZEULI and QUALSET 1987). A lot of research is needed to improve management, characterisation, distribution and utilisation (CEOLONI 1990; DAMANIA 1993; DE PACE et al. 1990; PORCEDDU and SRIVASTAVA 1990; SAUNDERS 1991; SRIVASTAVA and DAMANIA 1990; URBANO et al. 1992). The strategy of core collections is at the beginning. Will it work? Whatever will be the future of gene banks they can never substitute the conservation *in situ* and/or *on farm*. If this is accepted then it would also be easy to understand that there can never be an end for collecting and conservation activities. This means that the creation of genebanks along with protected areas for *in situ* and *on farm* conservation was and still is a good investment for the present and future of humanity.

Tab. 8: Wheat (*Triticum* spp.) in gene banks (Source: PLUCKNETT et al. 1987)

N°. OF ACCESSIONS	INSTITUTION
74,500	Vavilov All-Union Institute of Plant Industry, ex USSR
39,003	United States Department of Agriculture, USA
37,477	National Seed Storage Laboratory, USA
31,144	Centro Internacional de Mejoram. de Maiz y Trigo, MEXICO
31,000	Agricultural Research Organization, ISRAEL
26,000	Istituto del Germoplasma, ITALY
22,100	New South Wales Department of Agriculture, AUSTRALIA
20,000	Crop Germplasm Institute, CHINA
16,596	International Center f. Agric. Research in the Dry Areas, SYRIA
16,000	Indian Agricultural Research Institute, INDIA
13,600	Institute of Plant Introduct. and Genetic Resources, BULGARIA
10,875	Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, GERMANY
10,000	Institut für Pflanzengenetik u. Kulturpfl.forschung, GERMANY
8,000	Plant Breeding and Acclimatization Institute, POLAND
7,201	Plant Genetic Resources Center, ETHIOPIA
7,000	Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, BRAZIL
6,774	Plant Germplasm Institute, JAPAN
6,000	Research Institute for Cereal and Technical Plants, ROMANIA
6,000	Pakistan Agricultural Research Council, PAKISTAN
5,000	Institute of Genetics and Plant Breeding, CZECHIA
4,852	Instituto Nacional de tecnologia Agropecuaria, ARGENTINA
4,506	Plant Breeding Institute, UK
4,200	National Institute of Agricultural Sciences, JAPAN
4,000	Shensi Province Academy, CHINA
4,000	Aegean Regional Agricultural Research Organization, TURKEY
4,000	Foundation for Agricultural Plant Breeding, NETHERLANDS
4,000	National Institute for Agricultural Variety Testing, HUNGARY
2,500	Institute national de la Recherche Agronomique, FRANCE
2,000	University of California, USA
1,726	Darul Aman Research Station, AFGHANISTAN
1,221	National Bureau of Plant Genetic Resources, INDIA
1,200	Universidad Nacional Agraria La Molina, PERU

9 References

- ANIOL, A. (1974): A seriological investigation of wheat evolution. *Zeitschrift für Pflanzenzüchtung* 73: 194-203.
- ANKORI, H. and D. ZOHARY (1962): Natural hybridization between *Aegilops sharonensis* and *Ae. longissima*. *Cytologia* 27: 314-324.
- BLANCO, A., B. GIORGI, P. PERRINO and R. SIMEONE (1990): Risorse genetiche e miglioramento della qualità del frumento duro. *Agricoltura Ricerca (speciale: genetica agraria)* 114: 41-58.
- BLANCO, A., and E. PORCEDDU (1983): Wide hybridization in wheat breeding. *Genetika* 15: 163-183.
- BOWDEN, W. M. (1959): The taxonomy and nomenclature of the wheats, barleys and ryes and their wild relatives. *Can. J. Bot.* 37: 130-136.
- CEOLONI, C. (1990): Manipulating the wheat pairing control system for alien gene transfer. In: J. P. SRIVASTAVA and A. B. DAMANIA (Eds.) *Wheat genetic resources: meeting diverse needs*: 249-257.
- DAMANIA, A. B., (Ed.) (1993): *Biodiversity and wheat improvement*. 434 pp.
- DE PACE, C., R. PAOLINI, G. T. SCARASCIA MUGNOZZA, C. O. QUALSET and V. DELRE, (1990): Evaluation and utilization of *Dasypyrum villosum* as a genetic resource for wheat improvement. In: J. P. SRIVASTAVA and A. B. DAMANIA (Eds.), *Wheat genetic resources: meeting diverse needs*: 279-289.
- EIG, A., (1929): Monographisch-kritische Uebersicht der Gattung *Aegilops*. *Repert. spec. nov. reg. veg., Beih.* 55: 1-228.
- FELDMAN, M. (1963): Evolutionary studies in the *Aegilops-Triticum* group with special emphasis on causes of variability in the polyploid species of section *Pleionathera*. Ph.D. Thesis, The Hebrew University of Jerusalem, Israel (In Hebrew with English summary).
- FELDMAN, M. (1976): Wheats *Triticum* spp. (*Gramineae-Triticinae*). In: N. W. SIMMONDS, (Ed.), *Evolution in Crop Plants*, Longman, London: 120-128.
- FELDMAN, M. and E. R. SEARS (1981): The wild gene resources of wheat. *Scientific Amer.*, 244-1: 98-109.
- GUPTA, P. K. and B. R. BAUM (1986): Nomenclature and related taxonomic issues in wheats, *Triticale* and some other wild relatives. *Taxon* 35: 144-149.
- HAMMER, K. (1980): Vorarbeiten zur monographischen Darstellung von Wildpflanzensortimenten: *Aegilops* L. *Kulturpflanze* 28: 33-180.
- JAASKA, J. A. (1976): Aspartate aminotransferase-isoenzymes in the polyploid wheats and their diploid relatives. On the origin of tetraploid wheats. *Biochem. Physiol. Pflanzen* 170: 159-171.
- JOHNSON, B. L. (1975): Identification of the apparent B-genome donor of wheat. *Canad. Jour. Genet. Cytol.* 17: 21-39.
- KIHARA, H. (1954): Consideration on the evolution and distribution of *Aegilops* species based on the analyser method. *Cytologia* 19: 336-357.
- KIHARA, H. (1963): Interspecific relationships in *Triticum* and *Aegilops*. *Seiken Ziho* 15: 1-12.
- KIHARA, H., and I. NISHIYAMA (1930): Genomanalyse bei *Triticum* und *Aegilops*. I. Genomaffinitäten tri-, tetra- und pentaploider Weizenbastarde. *Cytologia* 1: 270-284.

- KIMBER, H. and ABU BAKAR (1979): Wheat hybrid information system. *Cereal Res. Comm.* 7: 257-260.
- KIMBER, G., L. C. ALONSO and P. J. SALLEE (1981): The analysis of meiosis in hybrids. I. An-euploid hybrids. *Canad. Jour. Genet. Cytol.* 23: 209-219.
- KIMBER, H. and M. FELDMAN (1987): Wild wheat, an introduction. Special report 353, College of Agriculture, University of Missouri, Columbia, 145 pp.
- LILIENFELD, F. A. (1951): H. KIHARA: Genome-analysis in *Triticum* and *Aegilops*. Concluding review. *Cytologia* 16: 101-123.
- LINNAEUS, C. (1753): *Species plantarum, Laurentii, Salvii, Holmiae.*
- LÖVE, A. (1982): Generic evolution in wheatgrasses. *Biol. Zentralbl.* 101: 199-212.
- MAAN, S. S. (1973): Cytoplasmic variability in the *Triticinae*. *Proc. 4th Int. Wheat Genet. Symp.*, Columbia, Mo.: 367-373.
- MORRIS, R. and E. R. SEARS (1967): The cytogenetics of wheat and its relatives. In: K. S. QISENBERRY and L. P. REITZ (Eds.) *Wheat and wheat improvement*, American Society of Agronomy Monographs, Madison, Wisconsin: 19-87.
- OGIHARA, Y. and K. TSUNEWAKI (1982): Molecular basis of the genetic diversity of the cytoplasm in *Triticum* and *Aegilops*. I. Diversity of the chloroplast genome and its lineage revealed by the restriction pattern of ct-DNAs. *Jap. Jour. Genet.* 57: 371-396.
- PERRINO, P., G. LAGHETTI, N. VOLPE, and P. L. SPAGNOLETTI-ZEULI (1993): Wild wheats in southern Italy. In: A. B. DAMANIA (Ed.) *Biodiversity and wheat improvement*: 361-368.
- PERRINO, P. and E. PORCEDDU (1990): Wheat genetic resources in Ethiopia and the Mediterranean region, In: J.P. SRIVASTAVA and A. B. DAMANIA (Eds.) *Wheat genetic resources: meeting diverse needs*: 161-178.
- PIGNONE, D., I. GALASSO, K. HAMMER, and P. PERRINO (1992): Cytotaxonomy of *Aegilops fragilis*, a race from Southern Italy. *Hereditas* 116: 137-140.
- PLUCKNETT, D. L., N. J. H. SMITH, J. T. WILLIAMS and N. MURTHY ANISHETTY (1987): *Gene Banks and the World's Food*. Princeton, New Jersey, USA.
- PORCEDDU, E. and J. P. SRIVASTAVA (1990): Evaluation, documentation and utilization of durum wheat germplasm at ICARDA and the University of Tuscia, Italy. In: J. P. SRIVASTAVA and A. B. DAMANIA (Eds.) *Wheat genetic resources: meeting diverse needs*: 3-8.
- SAKAMOTO, S. (1973): Patterns of phylogenetic differentiation in the tribe *Triticeae*. *Seiken Zihō* 24: 11-31.
- SAUNDERS, D. A., (Ed.) (1991): *Wheat for the nontraditional, warm areas*. Mexico, D. F.: Cimmyt. 549 pp.
- VAN SLAGEREN (1994). *Wheats: a monograph of Aegilops L. and Amblyopyrum (Jaub. & Spach) Eig (Poaceae)*. Wageningen, Agricultural University Papers Nr. 94-7
- SPAGNOLETTI-ZEULI, P. L. (1993): Assessing and sampling genetic variation in a world germplasm collection of durum wheat (*Triticum turgidum* L. *durum* group). Dissertation submitted for the degree of Ph.D. at the University of California, Davis (USA), 124 pp.
- SPAGNOLETTI-ZEULI, P. L. and C. O. QUALSET (1987): Geographical diversity for quantitative spike characters in a world collection of durum wheat. *Crop Sci.* 27: 235-241.
- SRIVASTAVA, J. P. and A. B. DAMANIA (Eds.) (1990): *Wheat Genetic Resources: Meeting Diverse Needs*. 391 pp.

- STEBBINS, G. L. (1956): Taxonomy and the evolution of genera, with special reference to the family Gramineae. *Evolution* 10: 235-245.
- TERACHI, T., Y. OGIHARA and K. TSUNEWAKI (1985): Mitochondrial DNA diversity among *Triticum* and *Aegilops* species. *Wheat Inf. Serv.* 60: 35-36.
- TSUNEWAKI, K. (Ed.) (1980): Genetic diversity of the cytoplasm in *Triticum* and *Aegilops*. Japan, Soc. Prom. Sci., Tokyo, 290 pp.
- URBANO, M., G. COLAPRICO, B. MARGIOTTA, P. PERRINO and D. LAFIANDRA (1993): Gliadins and high-molecular-weight glutenin subunits variation in *Aegilops searsii*. In: A. B. DAMANIA (Ed.) Biodiversity and wheat improvement: 299-308.
- VARDI, A. (1973): Introgression between different ploidy levels in the wheat group. *Proc. 4th. Int. Wheat Genet. Symp.* Columbia, Mo.: 131-141.
- ZHUKOVSKY, P. M. (1928): A critical-systematical survey of the species of the genus *Aegilops* L. *Bull. App. Bot. Genet. Pl. Breed.* 18: 417-609.
- ZOHARY, D. and M. FELDMAN (1962): Hybridisation between amphidiploids and the evolution of polyploids in the wheat (*Aegilops-Triticum*) group. *Evolution* 16: 44-61.

Collecting of germplasm with emphasis on *Triticeae* in Asia

Sammlung von pflanzengenetischen Ressourcen in Asien mit besonderer Berücksichtigung der Triticeae

VOJTECH HOLUBEC ¹

Zusammenfassung

Es wird über zwei Sammelreisen nach Asien (Mongolei und Kamtschatka) berichtet, von denen pflanzengenetische Ressourcen meist von Wildpflanzen der *Triticeae* für die Genbank von Tschechien und für Spezialkollektionen mitgebracht wurden. Im Bericht werden die Umweltbedingungen und die Flora beschrieben und die Verbreitung von wilden *Triticeae*-Taxa auf Karten vorgestellt.

Summary

Two germplasm collecting expeditions to Asia, to Mongolia and Russian Kamchatka are described. Generally useful germplasm with a special emphasis to the tribe *Triticeae* mainly of wild origin, was collected for the Czech Gene Bank and specialised collections. Environmental conditions and flora are mentioned. Distribution of wild *Triticeae* grasses along the expedition route is shown on maps.

1 Introduction

Several germplasm collecting missions were undertaken to Asia, two of them are included into this report: to Mongolia in 1990 and to Russian Kamchatka in 1995. The former was international, organised by the Research Institute of Crop Production and Agriculture, Darchan, Mongolia. There were two participants from the former Soviet Union (Russia and Buriatia), one from the former Czechoslovakia and five from Mongolia. The latter expedition was Czech, a multipurpose botanical-dendrological one organised on a private basis. The author was collecting generally useful germplasm, especially wild plants related to cultivated crops. The main emphasis was put on the wild *Triticeae* tribe.

¹ Research Institute of Crop Production
Department of Gene Bank
161 06 Praha 6 - Ruzyně
Czech Republic

2.1 Expedition to Mongolia

The expedition was devoted to the wild germplasm collecting. It was undertaken from April 12th to September 6th 1990. The route was situated to the NW quarter of Mongolia. It went from Ulaanbaatar via Darchan, to Ulaangom through following ajmaks (provinces): Ulaanbaatar, Darchan, Selenge, Bulgan, Archangaj, Zavchan and Uvs. The route of 2,300 km representing more than one half of the country were managed in 15 days by two range cars.

2.1.1 Orography, environmental conditions

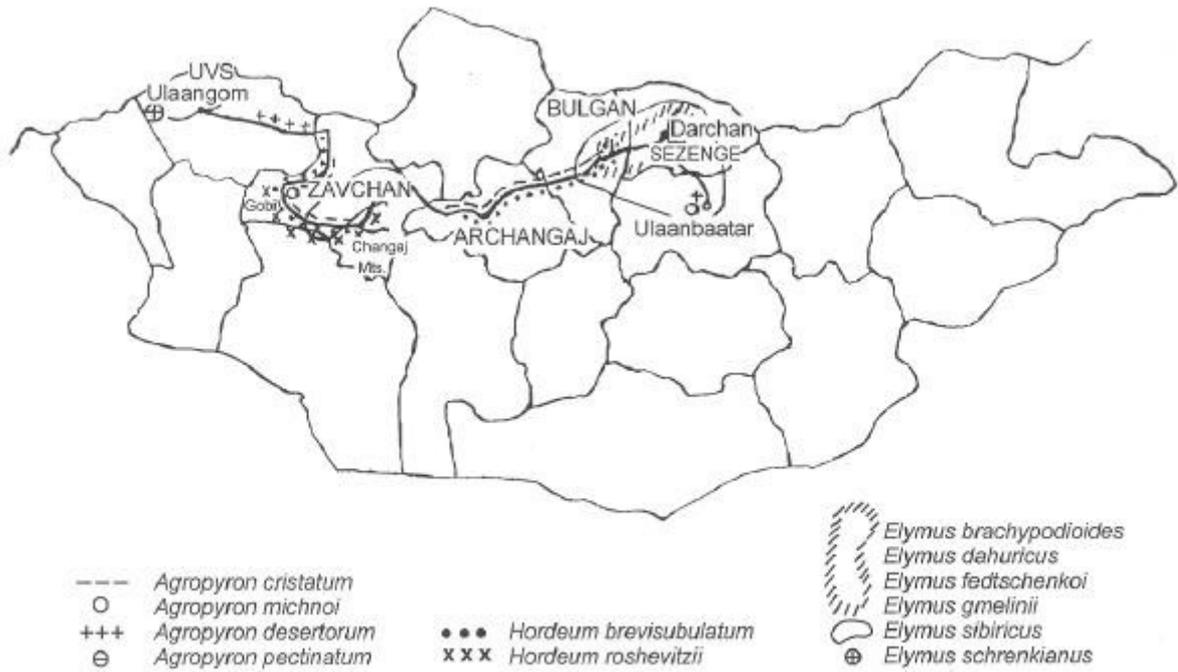
The expedition went along Selenge, Orchon and Zavchan Rivers, along north slopes of central Changaj Mts., touched N part of Gobi Desert and dry steppe plateau and finished in Uvs basin bellow north Mongolian Altai, the Charchiraa Group. Main part of the route was in altitude of 900 to 1600 m. The landscape was mostly undulating, the lowest point was in Selenge basin (600 m), where is most of the arable land in Mongolia. The expedition crossed several mountain passes, the highest were Burengij, Tarvagataj and Changaj being over 2800 m. The highest altitude reached was about 3,200 m in the mountains Changaj (Otgon Tenger group) and Charchiraa.

Mongolia has an extremely continental climate with a long-lasting winter and a short summer. Snow cover is low and often evaporates/sublimates soon due to severe frosts. The mean January temperature in the region of expedition route between latitudes of N 47°30' and 49° 30' is -20 to -25°C, and -30°C in NW Mongolia in ajmak Uvs. Mean July temperatures are between 15 and 20°C, in higher altitudes (Ulaanbaatar and N of Changaj Mts.) between 10 and 15°C. Annual rainfall is 200-400 mm, in the Zavchan river basin in W Mongolia it falls down up to 100-200 mm.

Igneous and metamorphic silicate bedrocks were prevailing in north Mongolia in Changaj region. Volcanic rocks were found in Chorgo and in several other places in Changaj Mts. Sedimentary sands and conglomerates were found in the western part of expedition route, from Zavchan River basin to Uvs lake. Limestones were found only here and rarely.

2.1.2 Flora and germplasm collecting

For the most of the expedition route from Darchan to Uliastaj the vegetation belonged to the zone of mountain steppes with island-like forests of *Larix sibirica*. Dry steppe zone is shown for the River Tuul basin in the vicinity of Darchan. It is a highly settled region with more advanced agriculture. West of Uliastaj the expedition led through a zone of dry steppes and semidesert steppes.



Maps 1 and 2: Expedition route and distribution of observed wild *Triticeae* grasses in Mongolia

Dry steppes S and SE of Darchan have a grass cover with prevailing *Stipa krylovii*, *Koeleria cristata*, *Cleistogenes squarrosa*, *Agropyron cristatum* and often occurrence of *Stipa baicalensis*, *S. grandis*, *Allium senescens*, *A. condensatum* and *Amygdalus pedunculata*. The soils were often brown, stony or sandy. In this region *Triticeae* tribe species were very frequent (Maps 1 & 2). *Elymus sibiricus*, *E. dahuricus*, *E. brachypodioides*, *E. gmelinii*, *E. fedtschenkoi*, *Agropyron cristatum* agg., *Leymus chinensis* and a few species of genus *Allium* were collected.

Mountain steppes N of Changaj ridge between Erdnet and Uliastaj were formed by prevailing *Festuca lenensis*, *Poa attenuata* and *Koeleria cristata*. Island-like open forests of *Larix sibirica* with undergrowth of *Calamagrostis obtusata*, *Iris ruthenica*, *Paeonia anomala* disturbed mountain steppes mainly on northern slopes. Volcanic bedrocks, especially extensive lava palls in the National Park Chorgo were settled by open park pine forests of *Pinus cembra* ssp. *sibirica* with solitary bushes of several species of *Ribes* and *Grossularia* often collected by local people. Wild onion *Allium altaicum* was often found in clearings and porous lava pall crevices or on screes. It is collected by natives and also semi-wild cultivated for food. It grew together with *Leymus secalinus*, *Agropyron cristatum* and *Pseudoroegneria strigosa* ssp. *aegilopoides* in shallow stony soil. Wild barley *Hordeum brevisubulatum* and often its *violaceum* variety were collected on mountain steppes and wet *Carex* mountain meadows, in lower altitudes it was accompanied by *Hordeum roshevitzii* on stony alluvial deposits.

Dry *Stipa* steppes on shallow soil or around rock outcrops E of Uliastaj were often occupied by bushes of *Caragana* (*C. leucophloea*, *C. spinosa*). *Psathyrostachys juncea* was here collected, often in depressions or on more wet spots in steppe. Dry steppes towards east were subsequently replaced by stony desert steppes with *Stipa gobica*, *S. glareosa*, *Caragana bungei*, *C. leucophloea* and *Convolvulus ammanii*, or sandy desert steppes with *Stipa glareosa*, *Anabasis brevifolia* and *Allium polyrrhizum*. Salt sands and marches in the Chungij River basin were occupied by *Leymus paboanus*, which formed large bults without competition of other species.

NE part of Uvs ajmak was characterised by *Festuca-Stipa* dry steppes on brown light soils with following prevailing species: *Stipa capillata*, *S. krylovii*, *Festuca valesiaca*, *Cleistogenes squarrosa*, *Kochia prostrata*, *Artemisia frigida*, *Convolvulus ammanii*, *Potentilla acaulis* and *Heteropappus altaicus*. Paralelly with steppes there was a huge belt of sand dunes with psammophytic species *Stipa capillata*, *Leymus racemosus*, *Agropyron fragile*, *A. michnoi* and *Caragana bungei*.

Along the salty Uvs lake there were vast salt marches with *Carex enervis*, *Triglochin palustris*, *Juncus salsuginosus*, *Halerpetes salsuginosa*, *Glaux maritima*, *Leymus angustus*, *L. secalinus* and *L. paboanus*. They were subsequently replaced by frost semidesert tundra-like vegetation with a typical ediphicator *Nanophyton erinaceum* (of *Chenopodiaceae*) and by scattered grasses *Psathyrostachys juncea* and *Stipa gobica*.

In the mountains Changaj and Charchiraa and Tarvagataj Pass the timberline was formed by *Larix sibirica* in altitudes of about 2300-2400 m. Above, bushy associations with *Betula humilis*, *B. rotundifolia*, *Rhododendron adamsii* and many *Salix* spp. occurred, especially *S. berberifolia*.

Over 150 seed samples and live plants were collected in Mongolia. The family *Poaceae* is highly prevailing (54 samples), especially *Triticeae* tribe (43 samples). Further, 17 samples of *Allium*, 25 samples of *Fabaceae* and ornamental woody plants shall be mentioned. In the most samples herbarium specimens are available in the gene bank.

2.2 Expedition to Kamchatka

The expedition was a free continuation of a botanical and dendrologic-silvicultural project „Kamchatka 1992“ the aim of which was collection and introduction of woody plants for silviculture and ornamental purposes. The wider expedition programme was based on specialisation of individual participants. The expedition was undertaken in July 16th to August 7th 1995. The base camp was set up in Petropavlovsk-Kamchatskij and three trips were made: to north up to Kljuchi, to south up to Mutnovskaja and to Avacha volcano by an ordered truck during 15 days.

2.2.1 Orography, environmental conditions

The Kamchatka Peninsula is situated between 52 and 62° of N latitude in the Far East. It has the character of an island by its limited accessibility from the north. The expedition visited a region between 53 and 57° of N latitude. The backbone of Kamchatka forms a mountain range Sredinnyj chrebet reaching over 3,000 m. The river Kamchatka separates it from the east mountain range of volcanic origin. The highest volcano is the active Ključevskaja reaching 4,750 m. A presence of 127 volcanoes of which 27 are active document Kamchatka is a very hot spot on earth.

Severe climate of Kamchatka is influenced by the Pacific Ocean, which brings a high amount of rainfall (Petropavlovsk 1221 mm). The rainfall is caught mainly by the range of volcanoes and mountains on the east coast. The inland climate along the Kamchatka river is much drier and continental (Kozyrevsk 300 mm). Winter temperatures of -30°C and frosts below -40°C are not an exception. Summer maximum temperatures are low (Petropavlovsk 22°C).

2.2.2 Flora and germplasm collecting

The vegetation of Kamchatka is formed by forests - taiga, of which over 80 % are birch forests. The peninsula is separated by an arctic tundra in the north which limits migration of species and the vegetation was evolved as on an island. It resulted in a high species endemism. In taiga the stony birch *Betula ermanii* is highly prevailing, and to a lesser extent *B. kamtschatica*. *Populus komarovii* forms a frequent admixture.



Map 3: Expedition route and distribution of observed wild *Triticeae* grasses in Russian Kamchatka

The following species are very often found in the bush etage: *Alnus kamtschatica*, *A. fruticosa*, *Sorbus kamtschaticensis*, *Pinus pumila*, *Lonicera edulis*, *L. kamtschatica*, *L. chamissoi* and *Daphne kamtschatica*. Geophyts like *Lilium debile*, *Trillium camschaticense*, *Fritillaria camschaticensis* are distinct as well as high herbs like *Heracleum dulce* and *Filipendula palmata*.

City	Annual rainfall mm	Mean temperatures year			Snow cover
		I.	VI.	°C	
Petropavlovsk	1221	2,1	-7,4	13,2	1-2 m
Kljuchi	631	-1,1	-16,1	14,4	up to 1 m
Kozyrevsk	300-400				0,3 m

Fig. 1: Climatic dates of Kamchatka

Around the upper Kamchatka River forests of *Larix kamtschatica* with a frequent admixture of *Betula ermanii* were seen. Rarely, spruce forests of *Picea ajanensis* were found in higher altitudes. Bushes of *Pinus pumila*, *Lonicera edulis*, *L. chamissoi*, *Rubus arcticus*, *R. stellatus*, *Sorbus kamtschatica*, *Ledum palustre*, *Vaccinium uliginosum*, *V. vitis-idaea*, *Ribes triste* formed the forests undergrowth. The timberline was in this northern region in 700 to 800 m. It was interesting that the species spectrum was quite uniform independent of the altitude zonation. The species of mountain ridges were often found on the coast. Bushes such as *Alnus kamtschatica* and *Pinus pumila* grew subsequently lower and lower, when reaching of alpine tundra being the same height as typical alpine semishrubs and hemikryptophyts - creeping *Vacciniums*, *Arctous alpina*, *Ledum decumbens*, *Empetrum sibiricum*, *Phyllodoce caerulea*, *Ph. aleutica*, *Bryanthus gmelinii*, *Harrimaniella stellerana*, *Vaccinium minus*, *Arcterica nana*, *Loiseleuria procumbens*, *Rhododendron chrysanthum*, *Rh. camtschaticum* and many species of *Salix*.

Anthropogenally affected grassy sites and banks along Kamchatka River were settled by *Elymus sibiricus*, *Elytrigia repens*, *Leymus mollis*, *Elymus confusus* and other *Elymus* spp. Pacific coast volcanic sand was highly appreciated by *Leymus mollis*. It was often seen in the Ključevskaja volcano region on volcanic ashes of dry river beds from low altitudes up to the subalpine zone growing as a pioneer plant in lava.

A high mountain plateau (1080 m) under the Gorelli volcano had a very sparse vegetation. However, there was the most interesting finding in Kamchatka, the octoploid species *Leymus villosissimus* related to *L. mollis*, both from the group of *L. racemosus*. The site was a large lava pall, and the distribution of *Leymus* was only scattered.

Now agriculture is in decline, most of fields are abandoned after political changes in Russia. It is possible to see growing of potatoes and vegetables near settlements (especially turnip, rape, red beet, carrot, onion, leek, and in plastic houses tomatoes and cucumbers), to a lesser extend cereals, wheat and rye, and many aromatic herbs such as parsley, dill, sorrel, horse-radish. There are probably not many traditional landraces, because, domestic inhabitants were more interested in fishing and hunting. Prevailing Russian and Ukrainian inhabitants have introduced agricultural crops from the former Soviet Union. Now, there are available mostly crops bred somewhere in Russia and „registered“ for Kamchatka. Therefore the most interesting germplasm is in wild flora.

Further, attention was paid to the genus *Allium*. *A. ochotense* has a mass distribution generally in birch woodlands. It is collected by local people and sold on markets. A large form of *A.*

Collecting of germplasm with emphasis on *Triticeae* in Asia

schoenoprasum was collected on a mountain plateau under the Gorelli volcano. The locality was formed by a huge flat lava pall in an altitude of about 600 m. The *Allium* has very fine sweet leaves not much hot. An important part of the collections were ornamental woody plants for the Research Institute of Ornamental Gardening Pruhonice. Over 50 trunk drills of older trees were collected for dendrologists.

In the course of expedition 18 localities were visited. Over 120 samples of seeds, fruits, plants and herbarium exsiccates were collected.

3 Expedition sample conservation

Samples of *Triticeae* tribe are left in the genebank for further evaluation and utilisation within the wild *Triticeae* collection. Other samples are partly put into the storage and partly distributed to the co-operating specialised germplasm collections for regeneration, evaluation, and utilisation to the genebank. Later, they are returned for their conservation. All viable samples receive national accession numbers and their passport data are recorded into the germplasm information system.

Richness of natural and seminatural habitats, plant species and intraspecific diversity is subsequently decreasing and any kind of conservation can save at least a part of this richness and make them available for utilisation.

4 Literature

- CHARKEVICH, S. S. and S. K. CHEREPANOV (1981): *Opredelitel sosudistych rastenij Kamchatskoj oblasti.* (Key to the vascular plants of Kamchatka region). Moskva, Nauka. 411 pp.
- GRUBOV, V. I. (1982): *Opredelitel sosudistych rastenij Mongolii.* (Key to the Vascular plants of Mongolia). Leningrad, Nauka 442 pp.
- TÁBOR, I., and M. TOMĚŠ, (1993): *Vyuzití introdukovaných lesních dřevin získaných v rámci Mezinárodního introdukčního programu pro obnovu lesa v imisních oblastech ČR.* (Utilization of introduced forest woody plants by means of the International introduction programme for forest regeneration in polluted regions of Czech Republic). Project report. Ekoflora Celákovice, 300 pp.

Table 1: Perennial *Triticeae* collected during expedition in Mongolia 1990

Accession no.	Coll. no.	Collection site	Ecology	Altit. m	Latit.	Longit.
<i>Agropyron cristatum</i> (L.)P. B.						
01C280025	E674	Bulgan: Orchon river, 40 km SW of Bulgan	steppe on volcanic rocks, steep E slope	900	N4840	E10300
01C280026	E697	Archangaj: betw. Ubulan and Olzijt, 140 km SW of Bulgan	steppe	1200	N4833	E10140
01C280027	E721	Archangaj: Dongo river, 30 km E of Teel	mountain steppe in the valley bottom, nr. a bog	1500	N4803	E10052
01C280028	E738	Archangaj: Terchiin Cagaan lake, E bank, 5 km N of Chorgo	lava pall on coast, dry shallow black ashy soil	2060	N4807	E09954
01C280029	E769	Zavchan: 10 km W of Toson-cengel	steppe with Stipa, pasture	1560	N4848	E09806
01C280030	E844	Zavchan: goschoz, 30 km SW of Cavdan	abandoned irrigated field, sandy soil	1300	N4842	E09539
<i>Agropyron desertorum</i> (Fisch. ex Link) Schult.						
01C280031	E858	Uvs: 5 km NE of Baruunturuun, 70 km W of Zur	sand dunes	1000	N4940	E09430
01C280032	E860	Uvs: 10 km W of Baruunturuun	sand dunes	1000	N4940	E09418
<i>Agropyron michnoi</i> Roshev.						
01C280033	E623	Darchan: city	dry sandy spoil along a new pipeline	700	N4930	E10600
01C280034	E845	Zavchan: 25 km SW of Cavdan	steppe, pasture, sandy soil	1300	N4843	E09542
<i>Agropyron pectinatum</i> (M. B.) P. B.						
01C280035	E633	Darchan: Res. Inst. for Plant Prod. and Agric.	steppe with Stipa, sandy soil	700	N4930	E10600
<i>Elymus brachypodioides</i> (Nevski) Peschk.						
01C290061	E631	Darchan: Res. Inst. for Plant Prod. and Agric.	garden, disturbed place along fence	700	N4930	E10600

Table 1: Perennial *Triticeae* collected during expedition in Mongolia 1990 (cont.)

Accession no.	Coll. no.	Collection site	Ecology	Altit. m	Latit.	Longit.
<i>Elymus dahuricus</i> Turcz. ex Griseb.						
01C290062	E621	Darchan: city	greene strip along road, dry sandy soil, disturbed	700	N4930	E10600
01C290063	E638	Selenge: Orchon, Exp. Fruit Station, 25 km NE of Darchan	along irrigation canal	600	N4950	E10613
01C290064	E642	Selenge: Nomgon, 45 km SW of Darchan	steppe with Stipa, sandy soil	760	N4914	E10542
<i>Elymus fedtschenkoi</i> Tzvel.						
01C290065	E640	Selenge: Nomgon, 45 km SW of Darchan	steppe with Stipa, sandy soil	760	N4914	E10542
<i>Elymus gmelinii</i> (Ldb.) Tzvel.						
01C290066	E641	Selenge: Nomgon, 45 km SW of Darchan	steppe with Stipa, sandy soil	760	N4914	E10542
<i>Elymus schrenkianus</i> (Fisch. et Mey.) Tzvel.						
01C290067	E881	Uvs: Charchiraa Mts.: Turgen Mt., N group, 30 km JW of Ulaangom	ravine, scree, NW slope	3000	N4938	E09127
01C290068	E886	Uvs: Charchiraa Mts.: Turgen Mt., N group, 30 km JW of Ulaangom	valley bottom along a stream, boulders, timberline	2400	N4938	E09127
<i>Elymus sibiricus</i> L.						
01C290069	E620	Ulaanbaatar: park 1km NE of railway station	park lawn, sandy soil, disturbed	1300	N4752	E10655
01C290070	E622	Darchan: city	greene strip along road, dry sandy soil, disturbed	700	N4930	E10600
01C290071	E775	Zavchan: goschoz Churen Tal nr. Ovegdij, 60 km SW of To-soncengel	along irrigation gully, disturbed	1500	N4838	E09739
<i>Elytrigia</i> sp.						
01C300022	E778	Zavchan: goschoz Churen Tal nr. Ovegdij, 60 km SW of To-soncengel	along irrigation gully, disturbed	1500	N4838	E09739
01C300023	E779	Zavchan: goschoz Churen Tal nr. Ovegdij, 60 km SW of To-soncengel	along irrigation gully, disturbed	1500	N4838	E09739

Table 1: Perennial *Triticeae* collected during expedition in Mongolia 1990 (cont.)

Accession no.	Coll. no.	Collection site	Ecology	Altit. m	Latit.	Longit.
<i>Pseudoroegneria strigosa ssp. aegilopoides</i> (Drob.)						
01C310007	E690	Bulgan: W of Churemt, 80 km SW of Bulgan	steppe, dry vater gully, sandy soil	1000	N4837	E10230
01C310008	E746	Archangaj: Terchiin Cagaan lake, E bank, 5 km N of Chorgo	lava pall, in porous rock, open forest <i>P.cembra</i>	2060	N4807	E09954
<i>Hordeum brevisubulatum</i> (Trin.) Link						
01C059048	E670	Bulgan: Orchon river, 40 km SW of Bulgan	roadside, sandy soil, disturbed	900	N4840	E10300
01C059049	E707	Archangaj: Dongo river, 30 km E of Teel	<i>Carex</i> bog in the valley bottom	1500	N4803	E10052
01C059050	E772	Zavchan: 20 km W of Toson-cengel	pasture, S slope, in eroded gully	1500	N4848	E09758
01C059051	E783	Zavchan: Bogdyn gol river, SW of Zuunmod, 66 km NE of Uliastaj	stony alluvium of the river	1600	N4813	E09717
<i>Hordeum vulgare</i> L. convar. <i>distichon</i> (L.) Alef.						<i>local popul.</i>
01C069000	E901	Donor: Res. Inst. for Plant Prod. and Agric. Darchan, MK 1109	cultivated	800	N4958	E09202
01C069000	E898	Donor: Res. Inst. for Plant Prod. and Agric. Darchan	cultivated	800	N4958	E09202
01C069000	E899	Donor: Res. Inst. for Plant Prod. and Agric. Darchan, MK 415	cultivated	800	N4958	E09202
01C069000	E900	Donor: Res. Inst. for Plant Prod. and Agric. Darchan, MK 7075	cultivated	800	N4958	E09202
01C069000	E902	Donor: Res. Inst. for Plant Prod. and Agric. Darchan, MK 1208	cultivated	800	N4958	E09202
<i>Hordeum roshevitzii</i> Bowden						
01C059052	E782	Zavchan: Bogdyn gol river, SW of Zuunmod, 66 km NE of Uliastaj	stony alluvium of the river	1600	N4813	E09717
01C059053	E786	Zavchan: 2 km S of Zagastaj pass in Changaj Mts., 60 km NE of Uliastaj	stony spoil along road, limestone	2000	N4802	E09711

Table 1: Perennial *Triticeae* collected during expedition in Mongolia 1990 (cont.)

Accession no.	Coll. no.	Collection site	Ecology	Altit. m	Latit.	Longit.
<i>Leymus angustus</i> (Trin.) Pilg.						
01C250022	E652	Selenge: 15 km SW of Burgaltaj, 95 km SW of Darchan	water gully along road, with Echinops	900	N4913	E10437
01C250023	E888	Uvs: S bank of Uvs lake, 60 km E of Ulaangom	salt marshes, sandy soil	800	N5000	E09234
<i>Leymus chinensis</i> (Trin.) Tzvel.						
01C250024	E624	Darchan: city	dry sandy spoil along a new pipeline	700	N4930	E10600
01C250025	E646	Selenge: Nomgon, 45 km SW of Darchan	steppe with Stipa, sandy soil	760	N4914	E10542
01C250026	E823	Zavchan: 10 km W of Uliastaj	eroded depression in steppe, stony soil, <i>Leymus</i>	1500	N4745	E09640
<i>Leymus paboanus</i> (Claus) Pilg.						
01C250027	E837	Zavchan: Chungij, bank of Chunguj river	semidesert, sand, very salted	1060	N4830	E09418
<i>Leymus racemosus</i> (Lam.) Tzvel.						
01C250028	E857	Uvs: 40 km W of Zur	roadside, sand dunes	1400	N4944	E09520
01C250029	E861	Uvs: 10 km W of Baruunturuun	sand dunes, pure stand of <i>Leymus</i>	1000	N4940	E09418
<i>Leymus secalinus</i> (Georgi) Tzvel.						
01C250030	E735	Archangaj: Terchiin Cagaan lake, NE bank, 5 km N of Chorgo	meadow on the bottom of granite ridge	2100	N4807	E09954
01C250031	E737	Archangaj: Terchiin Cagaan lake, E bank, 5 km N of Chorgo	lava pall on coast, dry shallow black ashy soil	2060	N4807	E09954
01C250032	E767	Zavchan: 10 km W of Toson-cengel	open wood of <i>Larix sibirica</i> , marmot mound, N slope	1560	N4848	E09806
01C250033	E777	Zavchan: goschoz Churen Tal nr. Ovegdiij, 60 km SW of Tosoncengel	along irrigation gully, disturbed	1500	N4838	E09739
01C250034	E843	Zavchan: goschoz, 30 km SW of Cavdan	abandoned irrigated field, sandy soil	1300	N4842	E09539
01C250035	E848	Zavchan: 25 km SW of Cavdan	granit boulders	1300	N4843	E09542
01C250036	E889	Uvs: S bank of Uvs lake, 60 km E of Ulaangom	salt marshes, sandy soil	800	N5000	E09234

Table 1: Perennial *Triticeae* collected during expedition in Mongolia 1990 (cont.).

Accession no.	Coll. no.	Collection site	Ecology	Altit. m	Latit.	Longit.
<i>Leymus sp.</i>						
01C250037	E770	Zavchan: 10 km W of To-soncengel	steppe with Stipa, pasture	1560	N4848	E09806
01C250038	E773	Zavchan: 20 km W of To-soncengel	pasture, roadside	1500	N4848	E09758
<i>Psathyrostachys juncea</i> (Fisch.) Nevski						
01C260012	E822	Zavchan: 10 km W of Uliastaj	eroded depression in steppe, stony soil, <i>Leymus</i>	1500	N4745	E09640
01C260013	E849	Zavchan: 25 km SW of Cavdan	granit boulders	1300	N4843	E09542
01C260014	E850	Zavchan: 20 km SW of Cavdan	granit outcrops in pasture	1300	N4843	E09542
01C260015	E856	Zavchan: 30 km W of Zur	roadside in pasture	1400	N4942	E09532

Table 2: Perennial *Triticeae* collected during expedition in Kamchatka 1995

Accession no.	Coll. no.	Collection site	Ecology	Altit. m	Latit.	Longit.
<i>Elymus sibiricus</i> L.						
01C290079	E1112	Makarka, Kamèatka river, 50 km S of Kozyrevsk	river bank	65	N5535	E15945
01C290080	E1113	Makarka, Kamèatka river, 50 km S of Kozyrevsk	river bank	65	N5535	E15945
<i>Elymus confusus</i> (Roshev.) Tzvel.						
01C290081	E1116	Kozyrevsk, city, in front of school	abandoned yard, disturbed grassland	50	N5605	E13952
<i>Elymus</i> sp.						
01C290082	E1150	Moroznaja, 10 km W of Elizovo	road margin in stony birch forest	165	N5310	E15800
<i>Elytrigia</i> sp.						
01C300028	E1114	Makarka, Kamèatka river, 50 km S of Kozyrevsk	river bank	65	N5535	E15945
<i>Leymus mollis</i> (Trin.) Pilg.						
01C250041	E1102	Petropavlovsk-Kamèatskij, 8 km E to Pacific Ocean coast	coastal volcanic sand, salt water reach	2	N5302	E15854
01C250042	E1108	Petropavlovsk-Kamèatskij, 15 km S to Zajavka, Pacific Ocean coast	coastal volcanic sand, salt water reach	2	N5222	E15845
01C250043	E1117	Kljuèi, 10 km SE of city to Kljuèevskaja volcano	stony birch forest clearing, volcanic ash	25	N5615	E16040
<i>Leymus villosissimus</i> (Scribn.) Tzvel.						
01C250044	E1143	Gorelli volcano pass on rd to Mutnovskaja volcano, 100 km S of Petropavlovsk	alpine tundra, volcanic ash	1080	N5230	E15810

Collecting missions and cultivated plants in Georgia

Sammelreisen und Kulturpflanzenflora in Georgien

RUSUDAN K. BERIDZE ¹

Zusammenfassung

Im kurzen Überblick wird über die Sammlung von pflanzen genetischen Ressourcen während der letzten zwei Jahrzehnte berichtet. Der sozial-ökonomische Hintergrund wird kurz geschildert.

Summary

A short review of the collecting activities of cultivated plants during the last two decades is given considering also the social and economic background conditions.

1 Introduction

National calamities which have occurred lately in Georgia resulted in a significant change of the conditions for agriculture. In addition to this there have been decades of long rash, thriftless, often criminal attitude towards the nature which eventually led to the disruption of the hardly recoverable ecological balance.

The improvement of the ecological state is firmly linked with the settlement of problems related with the protection of nature and rational utilization of natural resources. Hence, preservation of the varieties of genetic resources, their protection and utilization which has acquired world recognition in this decade, represents one of the actual environmental problems.

Today, the Georgian agriculture is facing a severe crisis. And this has not been caused by merely one or two reasons. Hence, the whole complex of the reasons should be taken into consideration. The new material and technical changes and the intensification of agriculture led to an extreme stage of genetic erosion. The imported species of crops have almost ousted the old species assimilated with local conditions. Besides, lately the influence of scientists on social and economic life has weakened. The themes of scientific research enterprises in the Georgian Republic are determined mechanically without the consideration of needs, and moreover, the introduction of recommendations into the practice is absolutely ignored.

¹ Institute of Botany
Georgian Academy of Sciences
Tbilisi

The way out from this state is to preserve and restore the local material of the crops. For this purpose, in the forties the famous Georgian scientist, academian VLADIMIR MENABDE headed the research in Georgian crop species. Together with his students he created unique collections at the Institute of Botany of the Georgian Academy of Sciences. These valuable materials of cereal and small fruit crops are kept at the Laboratory for Cultivation of Genetic Resources and are regularly rejuvenated with the purpose of determining the conditions for preservation of diversity and its selective value. Herbarium specimens of these plants have been made, monographs and popular issues have been published.

Certainly, such sporadic investigations were not sufficient. It was necessary to study the field crops, facing their disappearance, at a high scientific level to protect and utilize the revealed genetic fund. However, we were unable to carry out large-scale investigation, nor did we have the specialists of respective qualification.

It should be noted, that from the beginning, the essence of the problem was not completely understood, nor was the danger realized. However, our ancestors foreknew the results proceeding from the unfair treatment of the nature, especially of plants of vital necessary. This question was first put forward by academian NIKOLAI VAVILOV in the twenties of our century. He started the respective investigations with the Georgian botanists in the Georgian high-mountainous regions, where he expected to find the richest genetic fund. Unfortunately this enthusiasm has subsided with us for some unknown reasons. The European countries started such activities much earlier. The excellent manifestations of this are the investigations carried out at the Taxonomy and Evolution Department of the Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research under supervision of Dr. PETER HANELT. They are of greatest importance for the solution of the problems of applied botany, for preservation of the collections in the gene banks, and their utilization for selective purposes.

For intensification of the research in the above-mentioned trend, the Georgian Academy of Sciences decided to create a separate group within the Institute of Botany studying the field crops. This group is designated as the Laboratory of Cultivated Plants.

This kind of research required the intensification of international cooperation. Such a chance was given only in 1975 when at the International Botanical Congress in St. Petersburg I met the German scientists P. HANELT and K. HAMMER. After having listened to my report, these scientists spoke to me expressing their desire to carry out joint investigations of the Georgian species. They were well aware that Georgia, the ancient agricultural country is very interesting with respect to this, as recognized by Acad. VAVILOV as the most important region of the Caucasian centre of diversity.

Having returned to Tbilisi, I informed Acad. MENABDE, the chief of the Department of Cultivated Flora, about the wish and request of the German scientists. He displayed great interest, advised me to take it up and promised his assistance.

In 1978 the German scientists P. HANELT and K. HAMMER visited Georgia at my invitation. They acquainted themselves with the conditions of their future work and drew up plans.

In compiling and executing of the agreement we were helped by the administration of the Academy of Sciences which found the ways of funding. The successful realization of our work was also assisted by Mr. EDWARD SHEVARDNADZE personally, who was the Head of the State at that time. Thus the research on genetic resources of crop plants and their wild relatives started in 1981.

2 Results

Wide publication and the participation in the scientific research programs involved Georgia into the activities of the world community due to the participation in the implementation of the global program referring to the study of the plants extremely important for mankind. The joint Georgian-German work crowned with the creation of the collection of the Georgian species, the so-called Georgian genetic resources collection.

In the joint work participated the following scientists from the Taxonomy and Evolution Department of our partner institute J. KRUSE, R. FRITSCH, J. SCHULTZE-MOTEL, K. PISTRICK and others.

This genetic resources collection was created on the basis of the seeds collected during 10 years (1981-1990) of joint research (BERIDZE et al. 1983, 1984, 1986, 1987, 1988). The saved material of the seeds was studied by German scientists in their country, since there were no such capabilities in Georgia. They have improved and enriched the varieties, by creating the most favourable conditions. Many of the new forms are already reintroduced and others will be reintroduced in future from the Gatersleben gene bank.

This is an absolutely new, distinguished attitude towards the investigation of the genetic resources of a crop and the multipurpose utilization of those resources. The efficiency of such investigations lies in the fact, that it proceeds from the century-old popular selection practice and, what is most important, it is going back to the people, though now complemented and enriched with a number of recommendations.

The genetic resources collection of our traditional, aboriginal species is the historic achievement of our culture. This is of special importance since Georgia is the part of the Oriental classic gene centre that has undergone serious agro-economic changes. This has been widely imprinted in the composition of cultivated flora, in the decrease of its varieties. Hence, the material collected in Georgia is of high economic importance and should be taken care of. Its preservation is an important task.

Nevertheless, what is happening in reality - we are thoughtlessly exterminating, loosing, ignoring what we shall never be able to create again. The enemy to this great national objective will tell: that does not matter. We have not anything at all to worry about let us live peacefully and "make our business". This ecological crime has reached its extremes. We cannot put the blame on the war for everything. The underestimation of natural resources, which was the reason of their decrease during the last decades, has made the Georgian man taking it as a fate and he got used to the present state of affairs.

At the same time, it should be frankly noted, that the problem of preservation of the genetic resources collection of the agricultural species is only partially solved. Namely, through the joint Georgian-German efforts the genetic resources of the local field crops and their wild relatives are studied, their full potential is revealed, a rich living collection of the aboriginal cultures is created. For safety reasons duplicates are stored in Germany, in the cold storage rooms of the Gatersleben genebank.

At the same time, as already noted, paleoethnobotanic material found in Georgia has also been studied, this being very important for the investigation and elucidation of the history of modern species.

Thus, the species preserved in the genetic resources collection of Georgia, together with the paleobotanical material reflect the history of the nation and are its property. It has found the respective place in the world plants collection and is recognized as distinguished. This saved, invaluable genetic fund should be the subject of care not only for the Georgian people, but for the whole world.

As it is known, Svanetia is declared as one of the unique monuments in the "List of the World Inheritance" which will be replenished by botanical and paleoethnobotanical material discovered by the joint expeditions and publications issued abroad and partly in Georgia (see under literature). Thus, the problems of study of the Georgian agricultural species is partially solved, since other groups of species which are endangered today, are yet to be studied.

Today our country suffers from severe shortage of seeds. We are begging other countries with outstretched hands for seeds of grain, corn and soya. But we do not care what kind of seeds are imported. As a result, our local material is ousted from our agriculture and placed by imported, in most cases poor quality material. At this stage it is urgent to restore and develop the local grain species well adapted to the local climate.

Not less important is the rich genetic resources collection of leguminous crops, which contains quite interesting varieties of garden bean. They have vanished; the same is true for vegetables, melons and technical crops. The latter comprise of essential oil plants, medicinal herbs and genetic resources to be used as dyes, which were widely used in ancient Georgia.

The work of joint expeditions started with the investigation of the western regions of Georgia; it furred out, that the cultivation of old local species has significantly decreased in Georgia. During the last 20 years sowing of the endemic wheat species and other local cereals has been abandoned. Such ancient crops as lentil, pea, millet and others are not sown at all. Only old people confirm, that these races existed "some time". These plants should be considered as relics and entered into the "Red Book". The interesting representatives of the vanishing cultures can be found on the plots of some farmers or schools, which we focused for the investigation of our joint expeditions. The local species of ordinary phaseolus bean, soya, and particularly barley and some vegetables are still represented by a broad array of varieties.

Of special interest is the soya which is very rich in proteins. For this reason this plant is of decisive importance in the production of proteins. As our expeditions have revealed, soya land-races have decreased in Georgia.

It is significant, that the ancient Georgian plant Italian millet (*Setaria italica*) has been driven out of agriculture by corn, since its cultivation is much more difficult. But it has advantages compared with corn due to its chemical composition and abundance of vitamins. Presumably it is because of this fact that protection and restoration of this crop has acquired massive nature. In some villages of Guria, where Italian millet is often sown, the people are beginning to find interest in its varieties. They exchange different races of Italian millet from one village to the other. The special interest in Italian millet is caused by its crop capacity and taste, so Italian millet as well as soya are worthy to be restored.

The high mountainous regions are especially rich in valuable species preserved there. Therefore we have spent a lot of time in those villages. We were especially hopeful of Svanetia. Unfortunately, our expeditions were not successful. We did not find the praised wheat, corn, phaseolus bean and other crops which were characterised by high quality proteins and starch. We have been able to fill up that unexpected gap with valuable and rich material which is present among the personal collection of our colleague, the scientist T. GIRGVILIANI who has already before 1972 started collecting material following the advise of N. KETSKHOVELI, who cared a lot about Georgian flora. T. GIRGVILIANI, who comes from Svanetia, still continues her noble activities.

The joint expeditions were carried out in the regions of western and eastern Georgia. It should be noted, that the expeditions had to work for those 10 years under rather difficult conditions, especially in the regions of South Georgia although the Academy of Sciences rendered all the necessary assistance, both in the way of funding and in providing correct organization of joint work with the foreign scientists.

We are thankful to the archaeologists too. Through their help J. SCHULTZE-MOTEL managed to get rich paleoethnobotanical material (SCHULTZE-MOTEL 1988, 1989). Irrespective of the difficulties encountered, the expeditions carried out their missions successfully.

Today Georgia has got rich genetic resources of field crops. The reintroduction of this unique, perspective material from the Gatersleben genebank has been going on in Georgia for already three years under difficult conditions. Now when the life standards are gradually improving, when the Georgian genetic resources collection is to be brought to Georgia, the Georgian population will take active part in its reintroduction into agriculture. Our farmers know better than we how to take care of these species.

3 Acknowledgements

Today, at this anniversary celebration, I want to express my deep gratitude to PETER HANELT for his great services done to our country, which have earned him respect and love of Georgian people and the leadership of Georgia.

I cannot forget his kind assistance: at the time, when, for a lot of difficulties, Georgia was in terrible state, he was with us. It is surprising that he could feel, being at such a distance from our country, when and what kind of help we needed.

I would like to note, that the President of our country, Mr. EDWARD SHEVARDNADZE, is well aware of our joint work and its successful results. The Georgian people and the leadership of the Republic will never forget the aid rendered to our country.

Now, when PETER HANELT is retiring, we wish him a long and productive life together with his family and colleagues.

4 Literature

Collection missions and cultivated plants in Georgia

- BERIDZE, R. K., R. FRITSCH, K. PISTRICK and I. M. SAKVARELIDZE (1984): Report of a collecting mission to the Georgian SSR 1983 for the study of indigenous material of cultivated plants. *Kulturpflanze* 32: 217-227.
- BERIDZE, R. K., R. FRITSCH, V. N. KANDELAKI, D. MANDZGALADZE, K. PISTRICK and N. TARALASVILI (1986): Collection of indigenous taxa of cultivated plants in the Georgian SSR 1985. *Kulturpflanze* 34: 305-316.
- BERIDZE, P. K., P. HANELT and R. FRITSCH (1983): Report of a collecting mission to the Georgian SSR 1982 for the study of indigenous material of cultivated plants. *Kulturpflanze* 31: 173-184.
- BERIDZE, R. K., P. HANELT, R. FRITSCH and N. TARALASVILI (1987): O nauchnom sotrudnicestve v izuchenii i sochranenii genofonda aborigennykh sortov i form kul'turnykh rastenij Gruzii. *Izv. Akad. Nauk Gruz. SSR, ser. Biol.* 13: 287-288.
- BERIDZE, R. K., P. HANELT, T. S. GIRGVLIANI, V. N. KANDELAKI and D. MANDZHGALADZE (1990): Collecting plant-genetic resources in Georgia (South Ossetia, Dzavacheti) 1990. *Feddes Repert.* 103: 523-533.
- BERIDZE, R. K., P. HANELT, V. KANDELAKI, R. FRITSCH and J. SCHULTZE-MOTEL (1988): O nekotorykh rezul'tatach sovместnykh issledovanij kul'turnoj flory Gruzii. *Izv. Akad. Nauk Gruz. SSR, Ser. Biol.* 14: 143-144.
- BERIDZE, R. K., P. HANELT, V. N. KANDELAKI, D. MANDZGALADZE and J. SCHULTZE-MOTEL (1990): Collecting plant-genetic resources in the Georgian SSR (Kartli, Mescheti) 1989. *Kulturpflanze* 38: 157-171.
- BERIDZE, R. K., P. HANELT, V. N. KANDELAKI, I. M. SAKVARELIDZE and J. SCHULTZE-MOTEL (1985): A further mission to the Georgian SSR 1984 for collecting indigenous material of cultivated plants. *Kulturpflanze* 33: 199-212.
- BERIDZE, R. K., P. HANELT and J. KRUSE (1982): Report of a travel to the Georgian SSR 1981 for the collection of indigenous material of cultivated plants. *Kulturpflanze* 30: 203-213.
- BERIDZE, R. K., P. HANELT and J. KRUSE (1983): O nauchnom sotrudnicestve v izuchenii kul'turnoj flory Gruzii. *Izv. Akad. Nauk Gruz. SSR, Ser. Biol.* 9: 1-3.
- BERIDZE, R. K., P. CHANEL'T (HANELT), V. N. KANDELAKI, T. S. GIRGVLIANI and J. SHULCE-MOTEL' (SCHULTZE-MOTEL) (1992): O nekotorykh rezul'tatach sovместnykh issledovanij geneticheskikh resursov kul'turnoj flory zapadnoj Gruzii. *Izv. Akad. Nauk Gruzii, ser. Biol.* 18: 284-288.
- BERIDZE, R. K., P. HANELT, V. N. KANDELAKI, D. MANDZGALADZE and J. SCHULTZE-MOTEL (1988): Collecting plant genetic resources in the Georgian SSR (Chevsuretia, Tushetia) 1987. *Kulturpflanze* 36: 405-419.
- BERIDZE, R. K., P. HANELT, D. MANDZGALADZE and K. PISTRICK (1987): Collection of plant-genetic resources in the Georgian SSR 1986. *Kulturpflanze* 35: 335-353.
- BERIDZE, R. K., K. PISTRICK, V. N. KANDELAKI and D. MANDZGALADZE (1989): Collecting plant-genetic resources in the Georgian SSR 1988 (Kachetia). *Kulturpflanze* 37: 177-192.
- HANELT, P., and R. K. BERIDZE (1991): The flora of cultivated plants of the Georgian SSR and its genetic resources. *Flora Veget. Mundi* 9: 113-120.
- SCHULTZE-MOTEL J. (1988): Archäologische Kulturpflanzenreste aus der Georgischen SSR (Teil 1). *Kulturpflanze* 36: 421-435.

SCHULTZE-MOTEL, J. (1989): Archäologische Kulturpflanzenreste aus der Georgischen SSR (Teil 2). Kulturpflanze 37: 415-426.

Missions for the collection of genetic resources in Poland

Reisen zur Sammlung genetischer Ressourcen in Polen

WIESLAW PODYMA¹, MARIAN GORSKI¹, TERESA KOTLINSKA² and WLODZIMIERZ MAJTKOWKI³

Zusammenfassung

Infolge der "zerstückelten" Landwirtschaftsstruktur haben in Polen viele Lokalformen von Kulturpflanzen überlebt. Sammelreisen führten in verschiedene Regionen im Nordosten und Süden des Landes, in denen noch viele Lokalformen von Kulturarten vorhanden sind. Insgesamt wurden mehr als 1900 Samenmuster sowohl von den Bauern als auch auf den lokalen Märkten erhalten.

In den letzten zwei Jahrzehnten wurden in allen besuchten Gebieten alte Kulturformen durch moderne Zuchtsorten ersetzt. Das ging am schnellsten bei den Feldfruchtarten vor sich, bei denen fast alle Landsorten und Unkräuter verschwunden sind, die zu alten Wirtschaftsformen gehören. Gemüse und andere Kulturen in den Hausgärten wurden weniger oft ausgetauscht, obwohl sich dieser Prozeß in den letzten Jahren beschleunigt hat.

Ökotypen von Gräsern werden systematisch in ganz Polen gesammelt. Gegenwärtig sind etwa 75 % des Territoriums abgesammelt worden, wobei etwa 17000 Akzessionen zusammengetragen wurden.

Summary

Poland is a unique example of a country in Central Europe where the old local forms of crop plants survived due to "crumbled" structure of farming. During the expeditions, regions rich in local races of agricultural and horticultural crops (north-eastern and southern part of Poland) were visited. Seed samples were obtained from farmers or in local markets. More than 1900 seed samples have been collected during the expeditions performed throughout Poland.

Over the past 20 years, replacement of old cultivated forms with new breeding materials has been observed in all regions visited. This trend is most rapid in field crops, out of which nearly all landraces and weeds associated with old agricultural communities have become extinct. The

¹ Gene Bank Laboratory
Plant Breeding and Acclimatization Institute,
Radzików, 05-870 Blonie, Poland

² Research Institute of Vegetables Crops
Konstytucji 3 Maja 1/3, PO Box 110
96-100 Skierniewice, Poland

³ Botanical Garden of Plant Breeding and Acclimatization Institute
Jedziecka 5, 85-687 Bydgoszcz, Poland

replacement of vegetables and other crops grown in house gardens has been slower. However, in the last few years, this process has accelerated.

Grass plant ecotypes are systematically collected in all regions of Poland. Presently, about 75% of the country's total area has been penetrated. More than 17000 seed samples of grasses have been collected during the expeditions.

1 Introduction

Systematic collection and conservation of indigenous plant genetic resources in Poland started in 1971. The expeditions are carried out almost every year. The collection missions have several aims:

- collecting old cultivars, local landraces of agricultural and horticultural crops and their weedy and wild counterparts,
- collecting of ecotypes of grasses
- collecting plant material for research - special purpose collection
- monitoring the progress of genetic erosion.

The priorities of the organized mission have changed over time. In the period from 1976-1979, the expeditions mainly focused on the collection of old cultivars and landraces of field crops in the main regions of their occurrence. New tasks, made necessary by the erosion of recorded genetic resources in other cultivated groups of plants, have been added to the collection activities. Systematic collection of vegetables began in the early 1990, while registration of old gardens of fruit trees and the collection of medicinal and ornamental plants found in house gardens are tasks recently assigned to the expeditions.

2 Collection of landraces of field crops

Poland is a unique example of a country in Central Europe, where the old local forms of crop plants survived owing to the "crumbled" structure of farming. Since 1976, fourteen trips have been conducted to northeast, east and southeast parts of Poland to collect cultivated, wild, and weedy germplasm (BULINSKA-RADOMSKA and GORSKI 1991, HAMMER and HANELT 1979, HAMMER 1985, HANELT and HAMMER 1977, KULPA and JASTRZEBSKI 1986, KULPA and GORSKI 1986). These regions have been traditionally regarded as agriculturally least advanced and, therefore most likely to provide old varieties and landraces of crop plants.

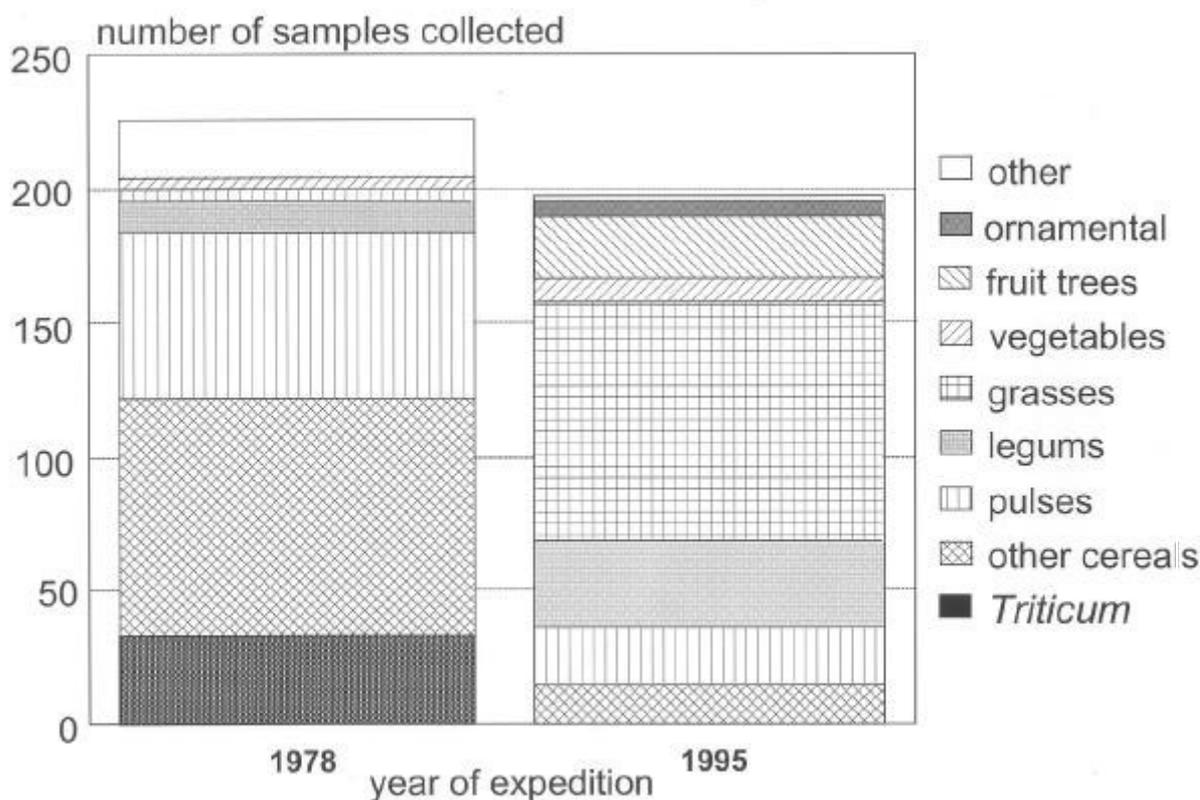


Fig. 1: Samples collected during missions in Pogórze Karpackie in 1978 and 1995
(1978 und 1995 während der Expeditionen in Pogórze Karpackie gesammelte Proben)

Most of our indigenous germplasm was collected in the mountainous regions of southeast Poland. During the aforementioned 14 missions, 1512 samples were collected of which 346 were landraces of cereals (Table 1).

The main areas of landraces and old varieties occurrence were defined during missions conducted between 1976 and 1979. They are situated in the southern part of the country and include the mountain regions of Beskidy, the Tatra and their forelands. Minor refugial regions have been discovered in eastern and south-eastern Poland in Polesie and in the basin of Sandomierz. Because of climatic, ecogeographic, and edaphic conditions as well as fairly primitive agricultural practices those areas for many years served as a refuge for primitive forms of cultivated plants. The geographical, ecological and sociological factors favored the local landraces (geographical isolation, unsuitable conditions for industrial production methods, infra-structure, tradition). It should be emphasized that local races competed successfully with new varieties in these regions. Well adapted to the specific environmental conditions, they guaranteed not high, but stable yields also in unfavorable years. The expeditions resulted also in the documented examples of active breeding activities of farmers, e.g. on *Vicia dasycarpa*, which was selected for fodder purposes from weedy populations of the species. The mentioned regions were characterized by cultivation of some relic crops e.g. *Camelina sativa*, *Raphanus sativus* var. *oleiformis*, *Panicum miliaceum* (KULPA and HANELT 1981), and have been refugial places of distribution of typical weeds as *Agrostemma githago*, *Bromus secalinus* or *Avena strigosa*.

Tab. 1: Collections made in Poland during 1976-1995

Year	Regions	Number of samples	Number of collected cereals	Major collections
1976	Pieniny, Gorce, Beskid Sadecki, Doly Jasielsko-Sanockie, Bieszczady	149	68	cereals, pulses, oil plants
1977	Podlasie, Polesie Lubelskie	23	14	cereals, legumes
1978	Plaskowyz Kolbuszowski, Doly Jasielsko-Sanockie, Beskid Niski, Gorce, Pieniny, Pogórze Spisko-Gubalowskie	214	111	cereals, pulses, oil plants
1979	Mazowsze, Podlasie, Suwalszczyzna	30	8	cereals, grasses, legumes
1984	Mazowsze, Polesie Tysmienickie, Wyzyna Lubelska	85	27	cereals, pulses
1985	Wyzyna Lubelska	70	31	cereals, pulses
1986	Pogórze Rzeszowskie and Dynowskie	47	20	cereals, legumes, pulses, oil plant
1987	Beskid Sadecki, Makowy, Zywiecki, Podhale, Wolyn Zachodni, Polesie Lubelskie	156	19	grasses, legumes, cereals
1988	Wyzyna Krakowsko-Wielunska, Polnocne Wysoczyzny Brzezne, Kraina Mazowiecka, Kraina Podlaska	140	21	cereals, pulses, legumes, oil plants
1989	Wyzyna Kielecko-Sandomierska, Góry Swietokrzyskie, Pogórze Szydłowskie	169	10	legumes, grasses, cereals, pulses
1990	Wyzyna Kielecko-Sandomierska, Bieszczady, Beskidy Zachodnie, Podhale, Tatry	57	0	legumes
1993	Kaszuby	58	1	vegetables, pulses
1994	Suwalszczyzna	117	1	vegetables, grasses
1995	Tatry, Pieniny, Gorce	197	15	grasses, pulses, cereals, fruit trees
	Total	1512	346	

During collecting missions organized in the period 1985-1990 a systematic decrease in number of samples of field crops was observed. In 1995 we decided to return to some places which were visited during the mission in 1978. Nearly all local field crops have disappeared. Fifteen samples of cereals were collected in comparison to the previous mission, when 111 samples of cereals were gathered. Only one sample of wheat was found, whereas in 1978, 33 variable accessions were collected. Local forms of *Hordeum vulgare* and *Avena sativa* are still grown on fields located above 1000 m, while at lower elevations cultivation of spring rye was recorded. Landraces well

adapted to the specific environmental conditions could successfully compete with modern cultivars here. The observations made during the last expedition, as compared to those of earlier years, indicate an almost complete eradication of old cultivars and landraces. The modernisation of Polish agriculture, exclusion of marginal areas from cultivation, and a wide access to seeds of new varieties are menacing the local populations of all crops.

The accessions collected during missions in the period 1976-1979 are "the core" of maintained landraces of field crops of Polish origin. Also, therefore, that earlier collected materials (SAWICKI 1975; CZEMBOR et al. 1994) disappeared nearly completely. At present, the local crop cultivars are available mainly as materials stored in the gene bank. According to our evaluations in the last decade, the local populations of crop plants disappeared almost completely. However, some regions exist where traditional vegetable varieties are still grown.

3 Collection of vegetables

A first special mission to collect vegetables was organized in 1991 by the Institute of Vegetables in cooperation with Central Gene Bank MAFF in Japan. The expedition was carried out in regions which have a long tradition of growing vegetables. Included were Nowe Miasto nad Pilicą and Przybyszewo, well known for growing the old ecotypes of onion type Zytawska-Przybyszewska and cucumber type Przybyszewski. The seeds of these vegetables are still available on the market. The neighbourhood of Jedrzejów, Pinczów, Skalbierz and Kazimierza Wielka is a very rich area for garlic ecotypes. In the Pogórze region, especially near Kraków, Wieliczka, Dobczyce, Nowy Targ and Mszana, different types of common bean, differentiated on morphological and agronomical characters, are still grown. Some of them were cultivated there in the XIX. century. Different types of shallot and garlic, and *Brassica napus* var. *napobrassica* were collected near Jordanów. Landraces of *Brassica napus* var. *napobrassica* are used here for human consumption as well as for fodder. A very old native variety of white head cabbage used for souring is still grown in the village of Włosienica near Oswiecim. Old vegetable varieties are still grown in the north-east region of Poland, too. Areas near Nowy Dwór and Elbląg are especially interesting because emigrants from former Eastern Poland live there. They still grow a lot of vegetables brought from their native regions, such as pumpkin, common bean, and tomatoes. In eastern regions (Hajnówka, Zabłudów, Trzescianka, Nowosady), every small garden contained old ecotypes of the following crops: red beet, curled parsley, carrot, dill, white mustard, onion, shallot, different types of common bean, tomatoes with yellow or red fruits, and pumpkin. In areas inhabited by fairly large populations of Belorussians, who preserve ethnic traditions, many local races of beans and pumpkin grown as fodder crop have been preserved. The Lublin district is well known for growing vegetables; mainly the areas near Lubartów, Szczebrzeszyn and Frampol are famous for local varieties of onions "Lubartowska" and "Szczebrzeszyska". Moreover, ecotypes of cucumber, garlic, lettuce, carrot, red beet, common bean and curled parsley were collected near Lublin.

The survey supported the opinion that vegetable landraces are in danger of extinction, as a result of ongoing cultural changes of countryside. The most interesting materials were collected

The expeditions are organized jointly by the Gene Bank Laboratory (formerly National Department of Plant Genetic Resources) of the Plant Breeding and Acclimatization Institute (agricultural crops and other species), the Botanical Garden of the Plant Breeding and Acclimatization Institute (grasses) and the Department of Germplasm Collection of the Institute of Vegetable Crops (vegetables). Also participation of foreign specialists can't be overemphasized. Often collection missions were organized in cooperation with other foreign institutions: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben; Institute of Plant Introduction and Genetic Resources, Sadovo; Research Institute of Plant Production, Piestany; N. I. VAVILOV Research Institute of Plant Industry, St. Petersburg; Welsh Plant Breeding Station, Institute of Grassland and Environmental Research, Aberystwyth; Deutsche Saatveredelung, Lippstadt-Bremen.

5 References

- BULINSKA-RADOMSKA, Z. and M. GORSKI, (1991): Plant genetic resources collecting in Poland during 1986-1990. In: GÓRAL S. (eds.) Plant Genetic Resources Conservation. Polish Gene Bank. Reports 1986-1990, 247-253. Radzików.
- CZEMBOR, H. J., S. GÓRAL and W. PODYMA (1994): Conservation of plant genetic resources in Poland. In: F. BEGEMANN and K. HAMMER (eds.), Integration of Conservation Strategies of Plant Genetic Resources in Europe, 56-65. ZADI and IPK.
- HAMMER, K. (1985): Bericht über eine Reise in die VR Polen zur Sammlung autochthoner Sippen vor Kulturpflanzen im Jahre 1984. Kulturpflanze 33, 213-223.
- HAMMER, K., und P. HANELT (1979): Botanische Ergebnisse einer Reise in die VR Polen 1976 zur Sammlung autochthoner Landsorten von Kulturpflanzen: Kulturpflanze 27, 109-149.
- HANELT, P. und K. HAMMER (1977): Bericht über eine Reise nach der VR Polen 1976 zur Sammlung autochthoner Sippen von Kulturpflanzen. Kulturpflanze 25, 33-44.
- HANELT, P. and J. SCHULTZE-MOTEL (1979): Bericht über die Reise in die VR Polen zur Sammlung autochthoner Sippen von Kulturpflanzen in Jahre 1978. Kulturpflanze 27, 151-163
- KULPA, W. i M. GORSKI (1986): Zasoby miejscowych form roślin uprawnych. Cz.II. Wyniki eksploracji zasobów roślinnych północno-wschodniej części Polski w latach 1977 i 1979: Biul. IHAR 160, 47-55.
- KULPA, W. and P. HANELT (1981): Activities regarding collection and evaluation of Polish landraces. Kulturpflanze 29, 81-90.
- KULPA, W. i A. JASTRZEBSKI (1986): Zasoby miejscowych form roślin uprawnych Cz.I. Wyniki eksploracji Płaskowyżu Kolbuszowskiego, Pogórza Karpackiego i Beskidów w latach 1976 i 1978. Biul. IHAR 160, 27-45.
- SAWICKI, J. (1975): Znaczenie agroekotypów zbóż z rejonu Karpat dla uprawy i hodowli: Postępy nauk rolniczych 1/150, 37-70.
- SCHMIDT, J. (1991): Territorial expeditions for the grasses collection on the Botanical Garden, Plant Breeding and Acclimatization Institute in Bydgoszcz in 1986-1990., In: GÓRAL S. (ed.) Plant Genetic Resources Conservation. Polish Gene Bank. Reports 1986-1990, 165-170. Radzików.

Lokalfloristisches zu Kulturpflanzen

Cultivated plants and local flora

HAGEN HERDAM¹

Zusammenfassung

In Land- und Forstwirtschaft sowie im Gartenbau kultivierte Farn- und Blütenpflanzen wurden mit ca. 380 Arten in der Lokalfloora des Nordharzes und seines Vorlandes beobachtet. Die in der Flora des Untersuchungsgebietes des Botanischen Arbeitskreises Nordharz e. V. registrierten Arten, deren Auftreten ausschließlich oder teilweise in Zusammenhang mit ihrer Verwendung als Kulturpflanze steht, werden aufgelistet.

Summary

Cultivated ferns and flowering plants in about 380 species have been observed in the local flora of the northern Harz mountains and adjacent lowland. A checklist of those species, occurrence of which is completely or partly connected with their cultivation in agriculture, forestry and horticulture, is submitted.

1 Einleitung

Die Lokalität, auf die sich die folgenden Ausführungen beziehen und in der auch dieser Tagungsort liegt, ist das Untersuchungsgebiet des Botanischen Arbeitskreises Nordharz e. V.. Das Gebiet liegt etwa im Zentrum Deutschlands. Es umfaßt den nördlichen, zu Sachsen-Anhalt gehörenden Teil des Harzes und sein Vorland nach Norden bis zum Lappwald und nach Nordosten über den größten Teil der Börde bis vor die Tore Magdeburgs.

Es ist ein Gebiet mit einer sehr langen floristischen Tradition, die bis in das 16. Jahrhundert zurückreicht. Bereits im Jahre 1588 erschien die "Sylva Hercynia" von JOHANNES THAL. Sie wird als eine der ältesten Lokalfloren der Welt überhaupt angesehen. VALERIUS CORDUS (1515-1544) und JOHANNES THAL (1542-1583) gelten nicht nur als Pioniere der hercynischen Floristik, sondern als Begründer dieser Wissenschaft schlechthin.

Die Geschichte der floristischen Erforschung des Gebietes ist verbunden mit Namen wie VON HALLER (1708-1777), HORNING (1795-1862), SCHATZ (1802-1867), SPORLEDER (1787-1875), HAMPE (1795-1880), SCHNEIDER (1809-1889) und ZOBEL (1861-1934), um nur einige zu nennen.

¹ Am Lindenberg 17
06493 Straßberg

In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts ist vor allem die 1961 erschienene "Flora von Halberstadt" von MERTENS (1886-1977) hervorzuheben.

Zahlreiche botanische Untersuchungen wurden in unserem Gebiet auch von den Fachbotanikern der Universität Halle durchgeführt, wofür hier nur die Namen MEUSEL und RAUSCHERT stehen mögen. Seit 35 Jahren ist die Flora des Gebietes auch Studienobjekt des Floristischen Arbeitskreises Nordharz und Vorland, der 1992 in "Botanischer Arbeitskreis Nordharz e. V." umbenannt wurde. Vorsitzender dieses Arbeitskreises ist, wie in der Laudatio durch Herrn Prof. WOBUS bereits erwähnt, seit 1992 unser verehrter Jubilar, Herr Dr. PETER HANELT.

Es sei mir gestattet, ihm auch an dieser Stelle unseren Dank für sein unermüdliches Wirken im Rahmen der Lokalfloristik auszudrücken!

2 Kurzcharakteristik des Gebietes

Das Gebiet, um dessen Flora es sich handelt, ist ca. 4100 km² groß, was etwa 1% der Fläche Deutschlands ausmacht. In ihm wurden etwas mehr als 2100 Farn- und Blütenpflanzensippen im Artrang registriert. Das sind fast zwei Drittel aller in der Bundesrepublik Deutschland vorkommenden Arten, womit das Gebiet als eine der floristisch reichsten Gegenden Deutschlands gelten kann. Bedingt ist dieser Artenreichtum durch die Grenzlage des nördlichen Mittelgebirgsrandes gegen das norddeutsche Tiefland, die edaphische Vielfalt, das reiche Biotopspektrum von subalpinen Matten des Brockens bis hinab in die Flußaue der Elbe mit einem für mitteldeutsche Verhältnisse beachtlichen Höhenunterschied von 1100 m, vor allem aber durch die Überschneidung von ozeanisch und kontinental beeinflussten Klimagebieten. Letzteres führt zum Zusammentreffen von subozeanisch bis ozeanisch verbreiteten mit subkontinental bis kontinental geprägten Arten in einem floristischen Knotenpunkt. Nach Angaben der Zentralstelle für die Florenkartierung Ostdeutschlands ist der Harzrand von Wernigerode bis Gernrode zugleich das Gebiet mit der höchsten Artendichte pro Meßtischblattquadrant in den neuen Bundesländern. Wie JÄGER in der Rezension der vom Botanischen Arbeitskreis Nordharz herausgegebenen "Neuen Flora von Halberstadt" (HERDAM et al. 1993) bemerkt, werden die an diesem Abschnitt des Nordharzrandes gefundenen Artenzahlen pro Meßtischblattquadrant in keinem anderen Gebiet Deutschlands erreicht und erst bei Klagenfurt im Südosten Österreichs übertroffen.

3 Kulturpflanzen in der Lokalflora

Kulturpflanzen sind für die Flora unseres Gebietes in mehrfacher Hinsicht von Bedeutung. Fassen wir Flora als Begriff sehr weit im Sinne der Gesamtheit pflanzlichen Lebens im Gebiet, so ist erstens festzustellen, daß sie vorwiegend aus Kulturpflanzen besteht, denn deren meist relativ kurzlebigen Bestände bedecken den größten Teil der Landesfläche. Rechnet man die forstlich kultivierten Pflanzen hinzu, so trifft dies nicht nur für die Fläche, sondern auch für die pflanzliche Biomasse im Gebiet zu.

Floristisch im Sinne des Artenbestandes sind moderne Kulturpflanzenbestände dagegen extrem arm. Das Credo modernen Ackerbaus ist die Monokultur. Daß dies nicht immer so war oder sein

muß, zeigen andere Formen der Landwirtschaft. Als Beispiel sei das Feld eines in Subsistenz wirtschaftenden Einzelbauern im Südosten Afrikas angeführt, auf dem mehrere Kulturpflanzenarten (Mais, Erdnuß, Sesam, Ananas, Melone, Maniok) im Gemisch gebaut sind. Ob auch in Europa Arten- oder Sortengemische künftig wieder interessanter werden, hängt von neuen Erkenntnissen ab. In der Forstwirtschaft scheint die Phase der Monokultur bereits teilweise überwunden.

Zweitens sind Kulturpflanzenbestände das Milieu für eine große Zahl spezialisierter Wildkräuter. Wie in anderen Vorträgen dieses Kolloquiums bereits gezeigt, wandert eine Reihe dieser Kräuter mit den Kulturpflanzen gemeinsam und ist so auch in unsere Flora gelangt. Dort, wo der Ordnungssinn des Menschen die natürliche Erosion bändigt und ausschließt, haben solche Arten, für die die Bodenverwundung lebensnotwendig ist, oft nur auf bearbeiteten Kulturflächen eine Chance zum Überleben.

Der Anteil der mit der Ackerkultur ungewollt als Wildkräuter in unsere Flora eingebrachten Archäophyten und Neophyten ist mit etwa 10% zu veranschlagen. Beispiele hierfür in der Lokalflora sind *Bupleurum rotundifolium*, *Agrostemma githago* und *Chrysanthemum segetum*.

Drittens schließlich sind die kultivierten Pflanzen selbst das Reservoir für Neubürger unserer Flora. Eine Reihe dieser Arten ist schon fest in unserer Flora etabliert und bildet subsponane Bestände aus, deren primärer Herd in einigen Fällen nicht mehr erkennbar ist. Bei anderen läßt sich ihre Ausbreitung im Gebiet sehr gut zurückverfolgen. Bei einer dritten Gruppe wird in einzelnen Fällen die spontane generative oder vegetative Reproduktion im Gebiet zwar beobachtet, jedoch vermögen sie sich nicht dauerhaft zu etablieren und sind nur temporärer Bestandteil unserer Flora. Andere schließlich überleben nur dank eines ständigen Populationsdruckes aus der Kultur. Beispiele hierfür sind bei generativer Reproduktion Weizen (*Triticum aestivum*), Mais (*Zea mays*), Tomate (*Lycopersicon esculentum*), Wassermelone (*Citrullus lanatus*) und bei vegetativer Vermehrung die Kartoffel (*Solanum tuberosum*).

Bei der Bearbeitung der Flora unseres Gebietes haben wir neben den einheimischen Arten, Archäophyten und fest etablierten Neophyten auch andere Arten erfaßt, die durch die Tätigkeit des Menschen eingebracht wurden und nun (zumindest eine bestimmte Zeit) ohne dessen Hilfe existieren. Darunter sind auch Kultur- und Zierpflanzen, die jetzt ruderal oder segetal auftreten, einschließlich solcher, deren Samen oder Pflanzenteile zu ihrer direkten Verwendung für Nahrungs- und Futterzwecke oder als versehentliche Beimengung in anderen Handelsgütern eingeführt wurden. Einige dieser Arten geben nur eine kurze Gastrolle (Passanten). Andere dagegen sind in der Lage, sich fest zu etablieren.

Um es künftigen Bearbeitern der Flora zu ermöglichen, die Historie der Einbürgerung zurückzuverfolgen, wurden daher auch die kultivierten Arten registriert, sofern sie außerhalb ihrer Kulturflächen auftraten und sich eine Verwilderungstendenz erkennen oder vermuten ließ.

Darüber hinaus wurden die in der freien Landschaft, also nicht in Obstplantagen (mit Ausnahme extensiv genutzter Streuobstwiesen), Parks, Gärten und an Straßen, jedoch in Wäldern, auf Halden usw. angepflanzten Gehölzarten erfaßt, da sie oftmals dauerhafte und bestimmende Elemente der Lebensräume darstellen.

Die Einbeziehung der Arten, die nicht oder noch nicht als etablierte Neophyten gelten können, hat verständlicherweise zu kontroversen Meinungen im Arbeitskreis geführt. Der Hauptgrund dafür, diese Arten nicht auszulassen, liegt darin, daß es in einer sich wandelnden Umwelt kaum

eindeutige Kriterien dafür gibt, ob eine Art dazu in der Lage ist, Neubürger unserer Flora zu werden. Aussagen zum vorhandenen oder fehlenden expansiven Potential dieser Arten zeigen bei genauer Betrachtung oft, daß die Autoren nur einen großen Ermessensspielraum entsprechend zu nutzen wußten. Bei einigen Neophyten wären wir heute froh, genauere Kenntnisse über Zeiten und primäre Herde ihrer Ausbreitung zu besitzen.

Für eine bestimmte Gruppe von Arten gilt, daß sie sowohl einheimisch sind, als auch durch Anpflanzung im Gebiet weit verbreitet wurden. Im Besonderen trifft dies für die einheimischen Forstbäume zu. Bei dieser Gruppe lassen sich natürliche und anthropogene Vorkommen oftmals nicht mehr sicher unterscheiden.

Im Folgenden wird eine Aufstellung der im Untersuchungsgebiet des Botanischen Arbeitskreises Nordharz e. V. registrierten mehr als 300 aus Kultur stammenden Arten gegeben, die die genannten Bedingungen erfüllen. Unter diesen findet sich auch eine Reihe von Arten, welche aus dem botanischen Brockengarten verwildert und in die einheimische Vegetation der Brockenkuppe eingedrungen sind. Weitere 69 Arten haben oder hatten auch natürliche Vorkommen im Gebiet, ein Teil der aktuellen Beobachtungen geht jedoch auf kultivierte Bestände zurück.

Eine eingehende Analyse, Wertung und Diskussion des Auftretens dieser Arten in unserer heimischen Flora bleibt einer künftigen Bearbeitung vorbehalten.

4 Literatur

HERDAM, H.; H.-U. KISON; U. WEGENER; CH. HÖGEL; W. ILLIG; A. BARTSCH; A. GROB und P. HANELT (1993): Neue Flora von Halberstadt. Botan. Arbeitskreis Nordharz e. V., Quedlinburg, 385 S.

Tab. 1: Nicht einheimische krautige Kultur- einschließlich Zierpflanzen

<i>Achillea distans</i>	Brocken
<i>Achnatherum splendens</i>	ob früher kultiviert?
<i>Aconitum napellus</i>	Neophyt in naturnahen Biotopen
<i>Adonis annua</i>	segetal
<i>Aegilops tauschii</i>	ruderal (aus Züchtungsinstitut)
<i>Alcea rosea</i>	ruderal
<i>Alchemilla alpina</i>	Brockengebiet
<i>Allium cepa</i>	ruderal
<i>Allium sativum</i>	ruderal
<i>Alyssum saxatile</i>	siedlungsnaher Mauern und Trockenrasen
<i>Amaranthus caudatus</i>	ruderal
<i>Amaranthus cruentus</i>	ruderal
<i>Ammophila arenaria</i>	früher zur Dünenbefestigung gepflanzt
<i>Anemone blanda</i>	ruderal
<i>Anethum graveolens</i>	ruderal
<i>Anthriscus cerefolium</i>	ruderal

<i>Antirrhinum majus</i>	ruderal und auf Mauern
<i>Arabis caucasica</i>	ruderal
<i>Asclepias syriaca</i>	ob früher kultiviert?
<i>Astilbe</i> × <i>arendsii</i>	ruderal
<i>Asyneuma canescens</i>	ruderal
<i>Atriplex hortensis</i>	ruderal
<i>Aubrieta deltoidea</i>	ruderal und auf Mauern
<i>Avena nuda</i>	früher (Standorte?)
<i>Avena sativa</i>	ruderal, Wildfütterungen
<i>Bergenia cordifolia</i>	ruderal
<i>Beta vulgaris</i>	ruderal
<i>Borago officinalis</i>	ruderal
<i>Brassica napus</i>	ruderal
<i>Brassica oleracea</i>	ruderal
<i>Briza maxima</i>	früher (Standort?)
<i>Calendula officinalis</i>	ruderal
<i>Callistephus chinensis</i>	ruderal
<i>Campanula cochleariifolia</i>	Brocken
<i>Campanula medium</i>	ruderal
<i>Campanula rhomboidalis</i>	Brocken
<i>Campanula scheuchzeri</i>	Brocken
<i>Cannabis sativa</i>	ruderal
<i>Centaurea montana</i>	ruderal, siedlungsnahe Bergwiesen
<i>Centranthus ruber</i>	Mauer in Siedlung
<i>Cerastium tomentosum</i>	ruderal, siedlungsnahe Trockenrasen
<i>Cheiranthus cheiri</i>	ruderal
<i>Chionodoxa luciliae</i>	siedlungsnahe Wälder und Parks
<i>Chrysanthemum coronarium</i>	ruderal
<i>Cichorium endivia</i>	ruderal
<i>Citrullus lanatus</i>	Flußbauen und ruderal
<i>Collomia grandiflora</i>	früher (Standort?)
<i>Consolida ajacis</i>	ruderal
<i>Coriandrum sativum</i>	ruderal/segetal
<i>Corvallis lutea</i>	Mauern
<i>Cosmos bipinnatus</i>	ruderal
<i>Crocus vernus</i>	ruderal, Parks, Halbtrockenrasen
<i>Cucurbita maxima/pepo</i>	ruderal
<i>Cyclamen coum</i>	angesät
<i>Dahlia pinnata</i>	ruderal (unbeständig)
<i>Datura stramonium</i>	Neophyt (ruderal)
<i>Delphinium elatum</i>	ruderal
<i>Dianthus barbatus</i>	ruderal
<i>Dianthus plumarius</i> agg.	Bergbauhalde
<i>Dicentra eximia</i>	Fichtenforst bei Hasselfelde
<i>Dicentra spectabilis</i>	ruderal
<i>Digitalis lanata</i>	ruderal

Lokalfloristisches zu Kulturpflanzen

<i>Doronicum orientale</i>	Bergwiesen, Fichtenforst und ruderal
<i>Duchesnea indica</i>	Gärten
<i>Epimedium alpinum</i>	früher Hakel aus Anpflanzung
<i>Eranthis hyemalis</i>	Neophyt in Wäldern und Parks
<i>Eruca sativa</i>	segetal
<i>Eryngium alpinum</i>	ruderal
<i>Eryngium planum</i>	ruderal
<i>Euphorbia lathyris</i>	ruderal, Gärten, z.T. gepflanzt
<i>Euphorbia marginata</i>	ruderal
<i>Fagopyrum esculentum</i>	ruderal, neuerdings auf Wildäckern gebaut
<i>Foeniculum vulgare</i>	ruderal
<i>Fragaria × magna</i>	ruderal
<i>Fritillaria imperialis</i>	ruderal (aus Gartenabfall)
<i>Galanthus nivalis</i>	Neophyt in Wäldern und Parks
<i>Galega officinalis</i>	ruderal
<i>Gentiana asclepiadea</i>	Brocken
<i>Gentiana lutea</i>	Brocken
<i>Gentiana pannonica</i>	Brocken
<i>Gentiana punctata</i>	Brocken
<i>Geranium macrorrhizum</i>	ruderal (Gartenrelikt)
<i>Geum reptans</i>	früher (Standort?)
<i>Gladiolus spec.</i>	ruderal
<i>Guizotia abyssinica</i>	ruderal, aus Vogelfutter
<i>Gypsophila paniculata</i>	ruderal und in Sandtrockenrasen
<i>Helianthus annuus</i>	ruderal und Mauern
<i>Helianthus tuberosus</i>	ruderal, Auen, z.T. gepflanzt
<i>Helleborus foetidus</i>	siedlungsnaher Wald
<i>Helleborus niger</i>	früher (Standort?)
<i>Hemerocallis fulva</i>	ruderal, in naturnahe Biotope eindringend
<i>Heracleum mantegazzianum</i>	Neophyt (ruderal und in Wäldern)
<i>Hieracium gombense</i>	Brocken
<i>Hieracium intybaceum</i>	Brocken
<i>Hieracium pallidiflorum</i>	Brocken
<i>Hieracium picroides</i>	Brocken
<i>Hordeum vulgare</i>	segetal/ruderal
<i>Hyacinthus orientalis</i>	ruderal
<i>Hyacinthoides non-scripta</i>	Wälder, Parks
<i>Hyssopus officinalis</i>	Neophyt (Halbtrockenrasen, Kulturrelikt)
<i>Iberis amara</i>	früher (Standort?)
<i>Iberis sempervirens</i>	ruderal
<i>Inula helenium</i>	Neophyt (ruderal, Auen)
<i>Iris germanica</i>	ruderal
<i>Iris pumila</i>	Mauern
<i>Iris sambucina</i>	früher (Standort?)
<i>Iris versicolor</i>	Bachtal im Harz (auf niedersächsischer Seite)
<i>Kochia scoparia</i> ssp. <i>scoparia</i>	ruderal

<i>Lactuca sativa</i>	ruderal
<i>Lathyrus latifolius</i>	Neophyt (ruderal)
<i>Lathyrus sativus</i>	ruderal/segetal
<i>Lens culinaris</i>	ruderal
<i>Lepidium sativum</i>	ruderal
<i>Leucanthemum maximum</i>	ruderal
<i>Levisticum officinale</i>	ruderal
<i>Limonium tataricum</i>	segetal
<i>Linum usitatissimum</i>	ruderal
<i>Lobularia maritima</i>	ruderal
<i>Lolium multiflorum</i>	Neophyt (ruderal/segetal)
<i>Lunaria annua</i>	Neophyt in Säumen
<i>Lupinus luteus</i>	ruderal
<i>Lupinus polyphyllus</i>	Neophyt (Brachen, Säume)
<i>Lychnis chalcedonica</i>	ruderal
<i>Lychnis coronaria</i>	ruderal
<i>Lycopersicon esculentum</i>	ruderal und Flußschotter
<i>Lysimachia punctata</i>	Neophyt (ruderal, Grabenränder, Böschungen)
<i>Macleaya cordata</i>	ruderal
<i>Majorana hortensis</i>	ruderal
<i>Matthiola incana</i>	ruderal
<i>Medicago</i> × <i>varia</i>	ruderal und Halbtrockenrasen
<i>Melissa officinalis</i>	ruderal und Halbtrockenrasen
<i>Muscari botryoides</i>	ruderal und Säume
<i>Muscari racemosum</i>	Neophyt (ruderal und Halbtrockenrasen)
<i>Myosotis alpestris</i>	ruderal/segetal
<i>Narcissus poeticus</i>	Neophyt in Wäldern und Gebüsch
<i>Narcissus pseudonarcissus</i>	Neophyt in Wäldern und Gebüsch
<i>Nicotiana rustica</i>	früher ruderal
<i>Nigella damascena</i>	ruderal
<i>Omphalodes verna</i>	Parks
<i>Ornithopus sativus</i>	Standort?
<i>Paeonia officinalis</i>	ruderal
<i>Panicum miliaceum</i>	ruderal, besonders Bahnstrecken
<i>Papaver orientale</i>	ruderal
<i>Papaver somniferum</i>	ruderal
<i>Parthenocissus inserta</i>	ruderal und Mauern
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	ruderal und Mauern
<i>Petroselinum crispum</i>	ruderal/segetal
<i>Petunia</i> × <i>atkinsiana</i>	Flußschotterbänke (Oker, Bode)
<i>Phacelia tanacetifolia</i>	ruderal/segetal
<i>Phalaris canariensis</i>	ruderal, Flußschotter, aus Vogelfutter
<i>Phlox paniculata</i>	ruderal
<i>Physalis franchetii</i>	ruderal
<i>Phytolacca acinosa</i>	ruderal
<i>Pimpinella anisum</i>	früher (Standort?)

Lokalfloristisches zu Kulturpflanzen

<i>Pisum sativum</i>	ruderal/segetal
<i>Poa alpina</i>	Brocken
<i>Polygonum affine</i>	ruderal
<i>Primula × nubescens</i>	ruderal
<i>Primula vulgaris</i>	ruderal
<i>Puschkinia scilloides</i>	Neophyt in Laubwald, ob gepflanzt?
<i>Raphanus sativus</i>	segetal/ruderal
<i>Rheum rhabarbarum</i>	ruderal, Gartenrelikte
<i>Rubia tinctorum</i>	früher ruderal
<i>Rudbeckia laciniata</i>	ruderal
<i>Rumex alpinus</i>	Brocken
<i>Rumex patientia</i>	Standort?
<i>Salvia officinalis</i>	Neophyt (Halbtrockenrasen, Kulturrelikt)
<i>Saponaria ocymoides</i>	Kalktrockenrasen
<i>Satureja hortensis</i>	ruderal
<i>Saxifraga hostii (spec.?)</i>	Kalkfelsen, ob gepflanzt?
<i>Saxifraga umbrosa</i>	ruderal
<i>Scilla amoena</i>	Wälder, Parks
<i>Scilla siberica</i>	Wälder, Säume, Parks
<i>Secale cereale</i>	segetal/ruderal
<i>Sedum aizoon</i>	ruderal?
<i>Sedum album</i>	ruderal, siedlungsnahe Silikatfelsen
<i>Sedum spurium</i>	ruderal, siedlungsnahe Felsen und Böschungen
<i>Sempervivum arachnoideum</i>	Mauern, vermutl. gepflanzt
<i>Setaria italica</i>	ruderal
<i>Silene pendula</i>	früher segetal
<i>Sinapis alba</i>	ruderal/segetal
<i>Silybum marianum</i>	ruderal
<i>Solidago canadensis</i>	Neophyt (ruderal, Brachen, Säume)
<i>Solidago gigantea</i>	Neophyt (ruderal, Brachen, Säume, besonders in Auen)
<i>Solanum tuberosum</i>	ruderal
<i>Spinacia oleracea</i>	ruderal
<i>Stachys lanata</i>	Neophyt (ruderal und Halbtrockenrasen)
<i>Symphytum asperum</i>	ruderal
<i>Tagetes patula</i>	Bachufer der Oker
<i>Tanacetum macrophyllum</i>	Neophyt (Laubwald)
<i>Tanacetum parthenium</i>	Neophyt (ruderal)
<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	ruderal
<i>Thymus vulgaris</i>	Neophyt (Halbtrockenrasen, Kulturrelikte)
<i>Trifolium incarnatum</i>	segetal/ruderal
<i>Trifolium resupinatum</i>	segetal/ruderal
<i>Triticum aestivum</i>	segetal/ruderal
<i>Tulipa gesnerana</i>	ruderal

<i>Vicia faba</i>	ruderal
<i>Vicia sativa</i>	segetal/ruderal und Halbtrockenrasen
<i>Vicia villosa</i>	segetal/ruderal
<i>Viola wittrockiana</i>	ruderal
<i>Xeranthemum annuum</i>	ruderal?
<i>Zea mays</i>	ruderal

Tab. 2: Nicht einheimische Forst-, Zier- und Obstgehölze

<i>Abies alba</i>	gepflanzt
<i>Abies concolor</i>	gepflanzt
<i>Abies grandis</i>	gepflanzt
<i>Abies nordmanniana</i>	gepflanzt
<i>Acer negundo</i>	Neophyt, gepflanzt und subsontan
<i>Acer saccharinum</i>	gepflanzt
<i>Acer saccharum</i>	gepflanzt
<i>Acer tataricum</i>	gepflanzt
<i>Aesculus hippocastanum</i>	Neophyt, gepflanzt und subsontan
<i>Ailanthus altissima</i>	Neophyt, gepflanzt und subsontan
<i>Alnus cordata</i>	gepflanzt
<i>Alnus viridis</i>	gepflanzt
<i>Amelanchier alnifolia</i>	gepflanzt?
<i>Amelanchier lamarckii</i>	früher, gepflanzt?
<i>Amorpha fruticosa</i>	Neophyt, gepflanzt und subsontan
<i>Aralia chinensis</i>	gepflanzt und subsontan
<i>Buddleia alternifolia</i>	gepflanzt?
<i>Buxus sempervirens</i>	ruderal (aus Gartenabfall)
<i>Caragana arborescens</i>	Neophyt, gepflanzt und subsontan
<i>Castanea sativa</i>	gepflanzt
<i>Cerasus mahaleb</i>	Neophyt
<i>Cerasus vulgaris</i>	gepflanzt
<i>Chamaecytisus supinus</i>	ruderal?
<i>Choenomeles speciosa</i>	gepflanzt
<i>Colutea arborescens</i>	Neophyt, gepflanzt und subsontan
<i>Cornus alba</i>	gepflanzt
<i>Cornus sericea</i>	gepflanzt, ob auch subsontan?
<i>Corylus colurna</i>	gepflanzt
<i>Cotoneaster spec.</i>	gepflanzt, ob auch subsontan?
<i>Cydonia oblonga</i>	gepflanzt
<i>Cytisus sessilifolius</i>	früher (ruderal?)
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	gepflanzt und subsontan
<i>Elaeagnus commutata</i>	gepflanzt und subsontan
<i>Erica herbacea</i>	vermutl. gepflanzt
<i>Fallopia aubertii</i>	ruderal
<i>Forsythia suspensa</i>	gepflanzt
<i>Fraxinus ornus</i>	gepflanzt

Lokalfloristisches zu Kulturpflanzen

<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	Neophyt, ob z.T. gepflanzt?
<i>Ginkgo biloba</i>	gepflanzt
<i>Hippophae rhamnoides</i>	Neophyt, gepflanzt und subsontan
<i>Juglans regia</i>	gepflanzt
<i>Juglans nigra</i>	gepflanzt
<i>Kerria japonica</i>	gepflanzt
<i>Laburnum anagyroides</i>	gepflanzt
<i>Larix decidua</i>	Neophyt, gepflanzt und subsontan
<i>Larix kaempferi</i>	gepflanzt
<i>Liriodendron tulipifera</i>	gepflanzt
<i>Lonicera caprifolium</i>	gepflanzt?
<i>Lonicera tatarica</i>	Neophyt, gepflanzt und subsontan
<i>Mahonia aquifolium</i>	Neophyt
<i>Malus domestica</i>	gepflanzt
<i>Mespilus germanica</i>	gepflanzt
<i>Morus alba</i>	gepflanzt
<i>Morus nigra</i>	gepflanzt
<i>Padus serotina</i>	Neophyt (sehr aggressiv), gepflanzt und subsontan
<i>Philadelphus coronarius</i>	gepflanzt, ob auch subsontan
<i>Physocarpus opulifolius</i>	gepflanzt
<i>Picea omorika</i>	gepflanzt
<i>Picea orientalis</i>	gepflanzt
<i>Picea pungens</i>	gepflanzt
<i>Picea sitchensis</i>	gepflanzt
<i>Pinus banksiana</i>	gepflanzt, ob auch subsontan?
<i>Pinus cembra</i>	gepflanzt
<i>Pinus contorta</i>	gepflanzt
<i>Pinus mugo</i>	gepflanzt
<i>Pinus nigra</i>	gepflanzt, ob auch subsontan?
<i>Pinus ponderosa</i>	gepflanzt
<i>Pinus strobus</i>	gepflanzt
<i>Platanus hybrida</i>	gepflanzt
<i>Populus balsamifera</i> agg.	gepflanzt
<i>Populus × canadensis</i>	gepflanzt, ob auch subsontan?
<i>Prunus domestica</i>	gepflanzt
<i>Prunus cerasifera</i>	gepflanzt
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	gepflanzt
<i>Ptelea trifoliata</i>	gepflanzt
<i>Pyracantha coccinea</i>	gepflanzt
<i>Quercus conferta</i>	gepflanzt
<i>Quercus rubra</i>	gepflanzt
<i>Rhododendron luteum</i>	subsontan?
<i>Rhus typhina</i>	Neophyt, gepflanzt und subsontan
<i>Ribes aureum</i>	gepflanzt
<i>Ribes sanguineum</i>	gepflanzt
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Neophyt, gepflanzt und subsontan

<i>Robinia viscosa</i>	gepflanzt
<i>Rosa glauca</i>	gepflanzt
<i>Rosa multiflora</i>	gepflanzt, ob auch subspontan?
<i>Rosa rugosa</i>	Neophyt, gepflanzt und subspontan
<i>Rubus laciniatus</i>	Neophyt
<i>Rubus odoratus</i>	ortsnaher Laubwaldsaum, gepflanzt?
<i>Salix chrysocoma</i>	gepflanzt
<i>Salix dasyclados</i>	gepflanzt
<i>Sequoia gigantea</i>	gepflanzt
<i>Sorbaria sorbifolia</i>	gepflanzt?
<i>Sorbus intermedia</i>	Neophyt, gepflanzt und subspontan
<i>Spiraea salicifolia</i> /× <i>billardii</i>	Neophyt in Bachauen des Harzes
<i>Spiraea alba</i>	meist gepflanzt
<i>Spiraea decumbens</i>	meist gepflanzt
<i>Spiraea japonica</i>	Laubforst, ob gepflanzt?
<i>Staphylea pinnata</i>	gepflanzt oder subspontan
<i>Symphoricarpus albus</i>	Neophyt, gepflanzt und subspontan
<i>Symphoricarpus orbiculatus</i>	gepflanzt
<i>Syringa vulgaris</i>	Neophyt, gepflanzt und subspontan
<i>Tamarix spec.</i>	gepflanzt
<i>Taxodium distichum</i>	gepflanzt
<i>Thuja occidentalis</i>	gepflanzt
<i>Thuja plicata</i>	gepflanzt
<i>Tilia tomentosa</i>	gepflanzt
<i>Tsuga canadensis</i>	gepflanzt
<i>Viburnum lantana</i>	Neophyt, gepflanzt und subspontan
<i>Vitis vinifera</i>	gepflanzt?

Tab. 3: Einheimische krautige Kultur- einschließlich Zierpflanzen (kultivierte Sippe nicht notwendigerweise einheimisch)

<i>Allium schoenoprasum</i>	obere Bode
<i>Alopecurus pratensis</i>	verbreitet
<i>Apium graveolens</i>	Salzstellen
<i>Aquilegia vulgaris</i>	Wälder
<i>Arrhenatherum elatius</i>	verbreitet (ob einheimisch?)
<i>Aruncus dioicus</i>	ob im Harz einheimisch?
<i>Asparagus officinalis</i>	verbreitet im Vorland
<i>Dactylis glomerata</i>	verbreitet
<i>Daucus carota</i>	verbreitet außer Hochharz
<i>Festuca pratensis</i>	verbreitet

Lokalfloristisches zu Kulturpflanzen

<i>Hedera helix</i>	verbreitet
<i>Hieracium aurantiacum</i>	ob im Harz einheimisch?
<i>Humulus lupulus</i>	verbreitet
<i>Iris sibirica</i>	Harzwiesen, selten im Vorland
<i>Jovibarba sobolifera</i>	ob einheimisch?
<i>Lolium perenne</i>	verbreitet
<i>Matteuccia struthiopteris</i>	Harztäler
<i>Nymphaea alba</i>	selten
<i>Nuphar lutea</i>	besonders untere Bodeaue
<i>Petrorhagia prolifera</i>	ob einheimisch?
<i>Phleum pratense</i>	verbreitet
<i>Poa pratensis</i>	verbreitet
<i>Polemonium caeruleum</i>	ob im Harz einheimisch?
<i>Scorzonera hispanica</i>	Halbtrockenrasen und Niederwälder auf Kalk
<i>Sedum reflexum</i>	Trocken- und Halbtrockenrasen
<i>Sempervivum tectorum</i>	Felsen und Mauern, ob einheimisch?
<i>Trifolium ochroleucon</i>	natürl. Vorkommen verschollen
<i>Trifolium pratense</i>	verbreitet
<i>Trifolium repens</i>	verbreitet

Tab. 4: Einheimische Forst-, Zier- und Obstgehölze

<i>Acer campestre</i>	verbreitet
<i>Acer platanoides</i>	verbreitet
<i>Acer pseudoplatanus</i>	verbreitet
<i>Alnus glutinosa</i>	verbreitet
<i>Alnus incana</i>	ob im Harz einheimisch?
<i>Betula pendula</i>	verbreitet
<i>Betula pubescens</i>	zerstreut
<i>Carpinus betulus</i>	verbreitet
<i>Cerasus avium</i>	verbreitet
<i>Cornus mas</i>	Münchenberg, Gr. Silgenstieg, Huy
<i>Cornus sanguinea</i>	verbreitet
<i>Corylus avellana</i>	verbreitet
<i>Crataegus laevigata</i> agg.	verbreitet
<i>Crataegus monogyna</i>	verbreitet
<i>Fagus sylvatica</i>	verbreitet
<i>Fraxinus excelsior</i>	verbreitet
<i>Ilex aquifolium</i>	Sommerschenburg
<i>Juniperus communis</i>	selten
<i>Ligustrum vulgare</i>	verbreitet

<i>Picea abies</i>	Hochharz
<i>Pinus sylvestris</i>	Durchbruchstäler, (Kreidesandsteinhöhen)
<i>Populus alba</i>	zerstreut
<i>Populus nigra</i>	ob einheimisch?
<i>Populus tremula</i>	verbreitet
<i>Pyrus communis</i> agg.	zerstreut
<i>Quercus petraea</i>	verbreitet
<i>Quercus robur</i>	verbreitet
<i>Ribes nigrum</i>	zerstreut
<i>Ribes rubrum</i>	zerstreut
<i>Ribes uva-crispa</i>	verbreitet
<i>Salix viminalis</i>	verbreitet
<i>Sorbus aria</i>	ob im Nordharz einheimisch?
<i>Sorbus aucuparia</i>	verbreitet
<i>Taxus baccata</i>	Bode- und Selketal, Klostergrund
<i>Tilia cordata</i>	verbreitet
<i>Tilia platyphyllos</i>	verbreitet
<i>Ulmus glabra</i>	im Bergland verbreitet, sonst zerstreut
<i>Ulmus laevis</i>	im Vorland zerstreut
<i>Ulmus minor</i>	im Vorland verbreitet
<i>Viburnum opulus</i>	verbreitet

Kulturpflanzenforschung und pflanzengenetische Ressourcen

Cultivated plants research (crop plant research) and plant genetic resources

KARL HAMMER ¹

Zusammenfassung

Die Konzepte "Kulturpflanzenforschung" und "pflanzengenetische Ressourcen" werden anhand neuer Forschungsergebnisse der Genbank Gatersleben beschrieben. Während Kulturpflanzenforschung ein breites Profil vertritt und verschiedene wissenschaftliche Ansätze im Kontext der kulturellen Entwicklung untersucht, waren die pflanzengenetischen Ressourcen seit ihrer ersten Fassung deutlich enger definiert. Es gab immer einen starken politischen Druck auf dieses Konzept, der wissenschaftliche Fragestellungen oft an den Rand gedrängt hat. Die Genbank Gatersleben hat versucht, mit Unterstützung der Abteilung Taxonomie, die Prinzipien der Kulturpflanzenforschung in die Arbeit mit den pflanzengenetischen Ressourcen zu inkorporieren. Ein wichtiges Ergebnis ist das Modell der integrierten Genbank. Die integrierte Genbank organisiert die umfassende Ex-situ-Erhaltung, sowie die Charakterisierung, Evaluierung, Dokumentation und befördert die Nutzung des Materials, gemeinsam mit der Züchtungsforschung. Zunehmend werden Arbeiten zur In-situ und On-farm-Erhaltung in das Konzept eingebunden.

Summary

The concepts of "cultivated plants research (crop plant research)" and "plant genetic resources" are described using examples from recent research of the Gatersleben genebank. Whereas cultivated plants research is based on a broader profile and investigates several scientific inputs considering cultural evolution, the definition of plant genetic resources was much narrower at the beginning. There was always a strong political pressure on this concept which often led to certain neglect of scientific approaches. Supported by the Department of Taxonomy, the Gatersleben Genebank tried to incorporate cultivated plants research into the work with plant genetic resources. As an important result the model of the integrated genebank was proposed. The integrated genebank organizes the comprehensive ex-situ conservation together with characterization, evaluation, documentation and stimulates, jointly with the breeding research, the use of the material. In-situ and on-farm conservation are increasingly incorporated into the concept.

¹ Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK)
Genbank
Corrensstr. 3
06466 Gatersleben

1 Einführung

Zu Beginn der siebziger Jahre, als die großen Sammelreisen des Gaterslebener Instituts schon einige Zeit zurücklagen, war es PETER HANELT, der in uns jungen Anfängern die Idee von Expeditionen zur Sammlung und zum Studium von Kulturpflanzen in Gebieten mit autochthonem Material, eingebettet in eine bodenständige Ackerbaukultur, hochhielt. Er selbst hatte an solchen Reisen nach China und in die Mongolei teilgenommen, hatte unter H. STUBBE und R. MANSFELD die Kunst der Exploration im Umfeld der Kulturpflanzen erlernt und ließ uns staunenden Neulingen gelegentlich die eine oder andere Kostprobe aus dem anscheinend so weit zurückliegenden Erfahrungsschatz des Pflanzensammlers zuteil werden.

Erst 1974 konnte wieder eine Sammelreise nach Mähren und in die Slowakei unternommen werden, wo der unvergessene FRANTIŠEK KÜHN (vgl. HAMMER und HANELT 1995) dabei war, eine Fundgrube in zentralen Bereichen Europas zu erschließen, rezente Emmeranbau in den Weißen Beskiden nachgewiesen hatte, und dringend der logistischen Unterstützung und des wissenschaftlichen Gedankenaustausches bedurfte. So wurde eine neue Vorgehensweise für die Gaterslebener Kulturpflanzenforscher begründet, die natürlich auch neues, interessantes Material von aktuellem züchterischem Wert aufspüren wollten, aber der Schwerpunkt der Arbeiten lag auf der Sammlung von gefährdetem Material mit überwiegend perspektivischer Bedeutung, das unmittelbar durch die Generosion bedroht war. Auch die zugegebenermaßen spärlichen Reste von Landsorten in Ostdeutschland fanden Berücksichtigung (HAMMER, HANELT und TITTEL 1977). Besonders gefährdete Gebiete Europas mit sich aus verschiedenen Gründen rasch verändernder Landwirtschaft genossen den Vorrang und sukzessive wurden die uns damals zugänglichen und mit Blick auf die Landsorten aussichtsreichen Teile Europas in die Exploration einbezogen - Tschechoslowakei und Polen, später auch Österreich, Spanien und Italien.

Die günstigen Möglichkeiten der achtziger Jahre erlaubten dann auch wieder größere Unternehmungen, die Gebiete in den traditionellen Genzentren VAVILOVS einschlossen.

Ein für die Kulturpflanzenforschung unschätzbare Material ist so zusammengekommen, das in der Genbank Gatersleben erhalten und charakterisiert, evaluiert und sowohl in nationalen als auch im internationalen Rahmen nutzbar gemacht wird (HAMMER, GÄDE und KNÜPFER 1994).

2 Kulturpflanzenforschung

Die Kulturpflanzenforschung schließt eine Nutzensbetrachtung logischerweise mit ein, haben sich doch die Kulturpflanzen seit etwa 10000 Jahren zu einer bedeutenden Quelle für die Befriedigung verschiedenster menschlicher Bedürfnisse entwickelt, wobei ihr Beitrag für die Ernährung als besonders wichtig einzuschätzen ist. Von der Wortbildung her bezieht Kulturpflanzenforschung den ganzen Komplex von Forschungsdisziplinen ein, der sich um die Kulturpflanzen rankt. So spricht STUBBE (1982 p. 12) ausdrücklich von einem Fortschritt in der Entwicklung der Kulturpflanzenforschung mit dem Beginn der zielgerichteten Pflanzenzüchtung in der Mitte des vergangenen Jahrhunderts. Vielleicht sollte man hier von einer Kulturpflanzenforschung im weiteren Sinne sprechen. Andererseits verbindet sich der Begriff Kulturpflanzenforschung mit dem gleichnamigen Institut, das 1943 durch die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der

Wissenschaften in Berlin unter H. STUBBE gegründet wurde und das wesentliche Probleme der Grundlagenforschung an Kulturpflanzen bearbeiten sollte (STUBBE 1982 p. 13).

Dieses Institut ist als Ergänzung zum bereits 1927 von ERWIN BAUR gegründeten Institut für Züchtungsforschung der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zu verstehen, das sich besonders den wissenschaftlichen Grundlagen der Züchtung verpflichtet sah. Damit wird klar, daß die Gründungsabsicht des Instituts für Kulturpflanzenforschung Züchtungsforschung und natürlich auch Pflanzenzüchtung überwiegend ausschloß. Man könnte also von Kulturpflanzenforschung im engeren Sinne sprechen, obwohl die Arbeiten des Instituts für Kulturpflanzenforschung dieses in Bezug auf die Züchtung einengende Prädikat sowohl durch ihre Breite, mit Abteilungen für Genetik, Cytologie, Systematik, Physiologie, Geschichte der Kulturpflanzen sowie der technischen Gartenabteilung (STUBBE 1982 p. 20), als auch durch ihre Tiefe nicht besonders geeignet erscheinen lassen.

Mit der Kulturpflanzenforschung *dictio* Gatersleben verbinden sich heute im deutschen Sprachraum meist die Vorstellungen über dieses Arbeitsgebiet, das sich durch das englische "Cultivated plants research" wohl am besten wiedergeben läßt, in dieser Form aber ungebräuchlich ist, denn der Begriff "crop plants" hat etwa schon seit zwei Jahrzehnten den der "cultivated plants" in den Hintergrund treten lassen.

Um den Gründergedanken zu verdeutlichen, sei auf eine Arbeit STUBBES (1957 p. 6) verwiesen, in der ausgeführt wird: "Der Entwicklungsgeschichte unserer Kulturpflanzen nachzusinnen, als einem maßgebenden historischen Prozeß bei der Evolution der menschlichen Gesellschaft, ist eines der Probleme, die uns in der Wissenschaft von den Kulturpflanzen immer von neuem nach dem Verlangen zu leidenschaftlicher Forschung erfüllen. Es ist das Besondere dieses Arbeitsgebietes, daß es nicht im engen Bereich spezialisierter biologischer Untersuchungen verharren darf, sondern nur dann dem erstrebten Ziele nahekommt, wenn viele geisteswissenschaftliche Disziplinen, Paläontologie, Vorgeschichte und Archäologie, Geschichte und Mythologie, Völkerkunde und Sprachforschung zur Lösung mancher Probleme herangezogen werden, die dann die Gesamtschau ermöglichen. Aber Kulturpflanzenforschung in solchem Sinne hat nicht nur zu ermitteln, welche biologischen und gesellschaftlichen Vorgänge erfolgt sind, um Kulturpflanzen entstehen zu lassen und sie oft weit zu verbreiten, sie hat in gleicher Weise aus dem in der Geschichte der Menschheit historisch gewordenen das Neue, Künftige und mit den modernen Methoden naturwissenschaftlicher Forschung Mögliche zu erkennen und zu verwirklichen. Es kommt also für den Biologen nicht allein darauf an, zu erforschen, wie alte und bekannte Kulturpflanzen einmal entstanden sind und sich auf der Erde verbreitet haben, sondern in gleicher Weise zu überlegen, wie neue geschaffen werden können. Dies ist der eigentliche Sinn moderner Kulturpflanzenforschung ...". Haben wir das Erbe STUBBES angetreten? Ein Beispiel aus der Sicht des VAVILOV-Hauses in Gatersleben, das die Struktureinheiten Taxonomie und Genbank unter einem Dach vereinigt und sich traditionell gemeinsamer Forschungsgegenstände bedient, soll zur Illustration herangezogen werden.

2.1 Fallbeispiel Bohnen

Nach einem Vergleich innerhalb der germanischen Sprachen bezieht sich der Name "Bohne" und seine verschiedenen Abwandlungen auf *Vicia faba* (vgl. HANELT 1972). Damit wird auf das hohe Anbualter dieser Art im mittleren und nördlichen Europa hingewiesen. Wenn wir heute unter Bohne gemeinhin *Phaseolus vulgaris* verstehen, eine Art neuweltlichen Ursprungs, und zur Kennzeichnung von *Vicia faba* erläuternde Attribute wie Acker-, Pferde- oder Saubohne notwendig sind, um eine exakte Bezeichnung zu ermöglichen, muß zwischenzeitlich ein Bedeutungswandel eingetreten sein. Dieser läßt sich auch klar nachweisen (vgl. HAMMER 1993). LINNÉ (1753, p. 723) beschrieb unter *Phaseolus vulgaris* eine neuweltliche Art, die heutige "Bohne" schlechthin. Der alte Name *Phaseolus* ging also auf eine andere Art über. Diese Art wurde darüber hinaus auch aus ihrem Herkunftsgebiet in die Alte Welt verfrachtet (India). Damit stellten sich dann der Zuordnung des klassischen Namens keine besonderen Hindernisse mehr entgegen. Ohne intensiveres Quellenstudium läßt sich der Fehler aber auf die vorlinnéische Zeit zurückverfolgen. LINNÉ (1753) selbst zitiert BAUHIN (1623) p. 339, mit *Smilax hortensis* sive *Phaseolus major* für die selbe Art. Damit läßt sich die Verwechslung schon für eine Zeit nachweisen, die gut einhundert Jahre nach der Einführung von *Phaseolus vulgaris* lag. Mithin könnte diese Sippe schon damals im Entstehungsgebiet der modernen Botanik eine so weite Verbreitung gefunden haben, daß sich für eine derartig häufige Art der klassische Name aufdrängte. Ganz ausschließen kann man natürlich auch einen simplen Irrtum der alten Botaniker nicht, dem später LINNÉ aufgesessen ist. Allerdings deuten auch die Volksnamen in Richtung der anfangs erläuterten Häufigkeitshypothese auf eine Verwechslung. Das italienische "fagiolo" und das spanische "frijol", mit klarer Ableitung von *Phaseolus*, kommen überwiegend für *Phaseolus vulgaris* zur Anwendung, zumindest dort, wo die Kultur dieser Art überwiegt, sowohl in der Alten als auch in der Neuen Welt.

Die Frage nach dem "phaseolus" der Alten wird meist mit Hinweis auf die Bohne im Sinne der germanischen Sprachen beantwortet (*Vicia faba*), für die allerdings der lateinische Name "fava" keine weiteren Verwechslungsmöglichkeiten zuläßt. In Wirklichkeit handelt es sich bei "phaseolus" um eine Art, die heute im Mittelmeergebiet meist nur ein Schattendasein führt, in manchen Gebieten allerdings als Gemüse wegen der besonderen Qualität ihrer Hülsen in hohem Ansehen steht - die Kuhbohne (*Vigna unguiculata*). Sucht man nun bei LINNÉ (1753) nach dieser Art, findet man auf Seite 725 *Dolichos unguiculatus*. Als Heimat wird Barbados zitiert. Nach LINNÉ also eine neuweltliche Art. Und tatsächlich hat sie sich in der Neuen Welt recht erfolgreich etabliert (PERRINO et al. 1992), ohne allerdings die angestammte Bohne so weit an den Rand zu drängen, wie es im umgekehrten Fall geschehen ist. Ganz selten findet sich auch bei den Volksnamen der Alten Welt ein Hinweis auf das Primat von *Vigna unguiculata* im Gebiet. Sie wird in Campanien, einem Gebiet Süditaliens mit starker gärtnerischer Tradition, als "fagiolo comune" bezeichnet (HAMMER et al. 1992), einem klaren sprachlichen Äquivalent zu "*Phaseolus vulgaris*."

Einen überraschenden Hinweis hinsichtlich der Anbaueignung von *Phaseolus vulgaris* in Europa haben molekulare Untersuchungen gebracht. Durch die Anwesenheit bestimmter Phaseoline lassen sich Rückschlüsse auf das Domestikationszentrum von *Phaseolus vulgaris* ziehen. So stammt das T-Phaseolin aus dem andinen Domestikationszentrum (GEPTS 1988). Dasselbe Phaseolin ließ sich in kubanischen Landsorten nachweisen (LIOI et al. 1990, CASTIÑEIRAS et al. 1991). Eine Reihe von verbreitungsgeschichtlichen, ethnographischen und anderen Hinweisen

macht eine Einwanderung der Bohnen nach Kuba über den Antillenbogen wahrscheinlich (vgl. CASTIÑEIRAS et al. 1991, fig. 3). Dorthin gelangten sie von den östlichen Anden mit Gruppen der ackerbauenden Arawak-Indianer über die Flußsysteme des Amazonas-Orinoko. Die andine Herkunft verschaffte den Bohnen im tropischen Kuba eine Präadaptation für den Anbau im kälteren Europa. Auch heute noch kann dieses Phänomen durch einen kleinen Versuch leicht bestätigt werden, indem man bestimmte kubanische Bohnen bei uns aussät und diese ohne besondere Schwierigkeiten aufwachsen und gleich einen ansprechenden Ertrag bringen. KOLUMBUS hat auf seiner ersten Reise 1492 die großen Antillen besucht und auch eine Beschreibung der Bohnen vermittelt. So könnten die ersten Bohnen schon sehr früh nach Spanien gelangt sein. Und tatsächlich gibt es einen recht frühen Hinweis im Stundenbuch der ANNE DE BRETAGNE (1508), mit einer Abbildung von *Phaseolus vulgaris* (CAMUS 1894). Es handelt sich dabei übrigens um die einzige neuweltliche Art in diesem Manuskript (ZEVEN und STEMERDIN 1986).

Die Hypothese von der frühen Einführung läßt sich also durch eine Reihe von Argumenten stützen. Letztlich wird aber erst der Nachweis und die Untersuchung früher Bohnenproben aus Archiven endgültig Aufklärung bringen.

Bisher hat die Ackerbohne (*Vicia faba*) nur am Rande unsere Aufmerksamkeit erregt, sozusagen als "Bohne" des Nordens. Sie ist aber gleicherweise von hervorragender Bedeutung für das Mittelmeergebiet. Als wir gemeinsam 1983 in Kalabrien unterwegs waren (PERRINO, HAMMER und HANELT 1984) und uns mit dem Expeditionsfahrzeug kurzzeitig auf Crotona, das alte Croton von PYTHAGORAS zubewegten, um diesen Plan dann doch aus Zeitgründen wieder aufzugeben, wurde ich von P. HANELT auf das Ackerbohnen-Paradoxon des PYTHAGORAS aufmerksam gemacht. Jedenfalls stellt sich der Sachverhalt so in meiner Erinnerung dar. Später hat mich auch R. MALY im Zusammenhang mit der Auswertung seiner Sammelreise aus dem Jahre 1950 (MALY et al. 1987) darauf hingewiesen. PYTHAGORAS wird die Warnung "kuámon apékhesthai" zugeschrieben - "enthaltet euch der Ackerbohnen" (GRMEK 1989). Diese auf das sechste Jahrhundert v.u. Zr. zurückgehende Mahnung ist in den folgenden Jahrhunderten und Jahrtausenden häufig interpretiert und offenbar wenig verstanden worden. Warum sollte man sich von einem geschätzten Gemüse fernhalten? Und nicht nur der Verzehr war verboten, sondern auch die Berührung der Pflanze. So soll PYTHAGORAS mit seinen Schülern vor Feinden geflohen sein, die ihn schließlich in die Enge trieben. Der Ausweg über ein Ackerbohnenfeld wäre möglich gewesen, jedoch weigerte sich PYTHAGORAS, es zu betreten und fand so mit seinen Schülern den sicheren Tod. Heute würde man von Tabu sprechen. Die möglichen Gründe dafür sind von späteren Interpreten in Vielzahl genannt worden. Nur einige können hier kurz wiederholt werden: Verwechslung mit dem giftigen Hyoscyamus - "huoskúamos" anstelle von "kúamos" oder Verbot besonders für Priester wegen der blähenden Wirkung und der damit verbundenen möglichen Störungen bei heiligen Handlungen. Insgesamt werden besonders religiöse Gründe ins Feld geführt. Eine interessante Variante wurde von KURT SPRENGEL vertreten (GRMEK 1989), der aus der Verwendung der Ackerbohnen Samen für die Wahl der Magistrate in den griechischen Stadtstaaten schloß, daß PYTHAGORAS seinen Anhängern die Warnung vor dem politischen Amt aussprechen wollte! LÉVI-STRAUSS (1993) verallgemeinert die Aussage des Pythagoras und konstatiert eine Zuordnung von mystischen Kräften zur Familie der Leguminosen, sowohl in der Alten als auch in der Neuen Welt. Ackerbohnen werden der Kategorie des Todes zugeordnet, während Getreide für Leben steht. Nach DÉTIENNE (1970) nehmen die Ackerbohnen eine Zwitterstellung zwischen Leben und Tod

ein und in verschiedenen Kulturen sind sie daher positiv oder negativ geprägt. Hier drücken sich offensichtlich auch alte Erfahrungen der Menschheit mit den bei vielen Leguminosen auftretenden giftigen Inhaltsstoffen aus (ENNEKING 1995). Für den spezifischen Fall der Ackerbohne gibt es aber noch eine andere Bedrohung, über sich die Wissenschaft erst gegen Ende des vergangenen Jahrhunderts klarzuwerden begann und die den Namen Favismus erhielt. Diese eigenartige Idiosyncrasie tritt im Mittelmeergebiet bei bestimmten Personen auf, wenn sie Ackerbohnen verspeisen oder nur in die Nähe eines blühenden Ackerbohnenfeldes kommen, und führt zu einer hämolytischen Krisis. Endlich nahm sich auch die Schulmedizin des Problems an und ermittelte beispielsweise 1905 für 72 sardische Gemeinden eine Morbidität von höher als 5 pro mille mit einer Lethalität von 8% (GRMEK 1989). Noch später wurde ein Zusammenhang zwischen Favismus und Malaria festgestellt, als Malariamittel bei bestimmten Probanden einen ähnlichen hämolytischen Schock auslösten wie die Ackerbohne (KATZ und SCHALL 1986). Ein Enzymmangel konnte bei den Patienten als Ursache dafür festgestellt werden, das Fehlen von Glukose-6-Phosphat-Dehydrogenase (G6PD). Die G6PD-Defizienz tritt besonders im Mittelmeergebiet auf, aber es gibt auch eine sogenannte Kanton-Variante und insgesamt etwa einhundert abnormale Formen von G6PD. Die Vererbung des Favismus ist geschlechtsgebunden. Der Locus für die Synthese von G6PD liegt auf dem x-Chromosom in der Nähe der Loci für Farbenblindheit und Hämophilie. Die Vererbung war demnach in einer patrilinear geprägten Gesellschaft schwer nachvollziehbar. Trotzdem gab es natürlich schon Beobachtungen zur Wirkung der Ackerbohne bei manchen Individuen im Kontext der Malaria. Im Sizilianischen bedeutet *zàfara* sowohl mit der Malaria verbundene Gelbsucht als auch solche, die im Zusammenhang mit dem Favismus auftritt. Der Schulmedizin entzog sich aber noch lange Zeit dieser zusammengehörige Wirkungsmechanismus, und erst nach dem zweiten Weltkrieg konnte immer deutlicher nachgewiesen werden, daß es auch einen Selektionsvorteil beim Auftreten von G6PD gibt, zumindest auf der weiblichen Seite, wo die Defizienz zu einer deutlich höheren Resistenz gegenüber Malaria führt. Da die Malaria zumindest im Mittelmeergebiet eine Volksseuche war, die besonders unter den Kindern große Opfer forderte, lassen sich biokulturelle Selektionsmodelle zu Favismus und Malaria entwickeln. Das Auftreten von G6PD und der Verzehr von *Vicia faba* führen so zu einem Selektionsvorteil (KATZ und SCHALL 1986) unter dem beachtlichen Druck des Malariabefalles, besonders durch *Plasmodium falciparum* mit einer Lethalitätsrate bei Kleinkindern von ca. 25 % (MCELROY und TOWNSEND 1985).

Es war natürlich außerordentlich schwer, die komplizierten Zusammenhänge in ihrer gesamten Komplexität zu erkennen. Malaria ist selbst lange Zeit nur mit den ungünstigen Umweltbedingungen in Zusammenhang gebracht worden (Malaria leitet ab von Italienisch mala = schlecht und aria = Luft), und eine Speise, die der überwiegende Teil der Bevölkerung ohne Schaden und mit großem Genuß verzehrt, kann eigentlich *per se* keine tödliche Erkrankung hervorrufen. Trotzdem deutet die Warnung des PYTHAGORAS auf den Wirkungsmechanismus Ackerbohne - Favismus hin. Wenn aber PYTHAGORAS über entsprechende Erkenntnisse verfügte, warum wurde Favismus erst von der Schulmedizin gegen Ende des 19. Jahrhunderts erkannt und beschrieben? Die historischen Gründe dafür werden von GRMEK (1989) ausführlich diskutiert, indem auch über den Erkenntnisfortschritt im allgemeinen philosophiert wird. Für die Kulturpflanzenforschung steht ein ausgezeichnetes Modell zur Koevolution von Kulturpflanze und Mensch zur Verfügung, das interessante Zusatzinformationen zu P. HANELTS favorisiertem Studienobjekt bietet (vgl. HANELT

1972a, b, 1973, HANELT et al. 1972), mit weiteren Arbeiten aus dem Institut korrespondiert und das den von STUBBE (1957) skizzierten Rahmen in verblüffender Weise ausfüllt und in Teilaspekten sogar noch überschreitet.

Bemerkenswert ist, daß der Begriff "Kulturpflanzenforschung" auch nach dem bahnbrechenden Definitionsansatz STUBBES (1957) nur selten aufgegriffen wurde. Zwar existierte er weiter im Institutsnamen, in abgekürzter Form lange Zeit noch als Titel der hauseigenen Zeitschrift und leicht variiert im "Vorläufigen Verzeichnis landwirtschaftlich oder gärtnerisch kultivierter Pflanzenarten (mit Ausschluß von Zierpflanzen)" - MANSFELD 1959 (2. Auflage 1986, Hrsg. J. SCHULTZE-MOTEL). MANSFELD selbst hat besonders mit seinem Verzeichnis Maßstäbe für eine breiter angelegte Kulturpflanzenforschung gesetzt. EVA LIPS (1962) hat darauf hingewiesen und die Beziehungen zwischen Kulturpflanzenforschung und Ethnologie aufgezeigt. Einen weiteren Meilenstein setzte HANELT (vgl. z.B. 1962) mit der deutlichen Einführung der evolutionsbezogenen Betrachtungsweise in der taxonomischen Forschung. Für die Genetik lieferte STUBBE (1971) den Nachweis für die Domestikationsvorgänge in seinen bahnbrechenden Mutationsversuchen mit *Lycopersicon*.

National hat sich Kulturpflanzenforschung im wissenschaftlichen Sprachgebrauch aber kaum durchsetzen können. Vielleicht war hier die Prägung auf das Gaterslebener Institut übergroß und verhinderte eine breitere Übernahme. Die nicht seltene "Nutzpflanzenkunde" ist nur ein schwaches, eingeschränktes Synonym. International führte sich, wie schon erwähnt, das kürzere "crops" für Kulturpflanzen ein, das von seinem sprachlichen Inhalt aber nicht die deutlichen Assoziation erkennen läßt, die sich mit dem Begriff "Kultur" verbinden.

3 Pflanzengenetische Ressourcen

Neben seiner ausführlichen Definition zur Kulturpflanzenforschung, wies STUBBE (1957, p. 7) auf ein weiteres Element hin: "Eine unerläßliche Voraussetzung für die Arbeit des Kulturpflanzenforschers ist die Sammlung und Erhaltung der auf der Erde vorhandenen Kulturpflanzen und ihrer Primitiv- und Wildformen. Die Weltsortimente liefern ihm die Vielfalt der Formen, die er für seine Untersuchungen braucht, und ihre Anlage ist um so dringender, als mit fortschreitender landwirtschaftlicher Kultur überall auf der Erde die primitiven Landsorten mehr und mehr ersetzt werden durch hochgezüchtete Formen und daher endgültig verloren gehen. Gleichzeitig haben diese Sortimente die wichtige Aufgabe, die Züchtungsforscher der Welt mit den Formen zu versorgen, die sie zur züchterischen Verbesserung der Kulturpflanzen benötigen. Sie erfüllen damit eine große praktische Aufgabe." Zu dieser Zeit existierte der Begriff "pflanzengenetische Ressourcen" noch nicht; FLITNER (1995, p. 155) verzeichnet ihn seit 1959, nach O.H. FRANKEL (pers. Mitteilung) setzte er sich erst mit dem IBP Handbook No. 11 (FRANKEL und BENNETT 1970) durch, und auch der Begriff "Genbank" war noch nicht üblich und wurde Gatersleben-typisch durch "Weltsortiment" oder "Sortiment" zum Ausdruck gebracht. Jedenfalls hat STUBBE ein Arbeitsgebiet charakterisiert, das auch heute noch nicht "als ein zusammenhängend konstituiertes Wissensgebiet gelten kann" (FLITNER 1995, p. 17), das aber recht spezifisch die Aufgaben der Genbanken umreißt, mit ihren Besonderheiten der Sammlung des Materials, seiner Bewahrung, Charakterisierung und Evaluierung bis hin zur Bereitstellung für die Belange der Grundlagen- und

Züchtungsforschung. Selbstverständlich ist dieses Gebiet der Kulturpflanzenforschung untergeordnet und diese muß das wissenschaftliche Instrument zur Untersuchung und Bearbeitung der pflanzen genetischen Ressourcen sein. Auf der anderen Seite hat sich aber eine Spezifik herausgebildet, die immer mehr politische Elemente einbezieht. Solcherart wird das Fachgebiet zunehmend von einer politischen Diskussion überwuchert, deren Auswirkungen der wissenschaftlichen Arbeit nicht immer förderlich sind. Der deutliche Beginn dieser Entwicklung wird markiert durch MOONEYS (1979) "Seeds of the Earth". Doch kehren wir zu STUBBES Ausführungen zurück und betrachten deren aktuellen Stand über ein Fallbeispiel.

3.1 Fallbeispiel Sammelreisen

Nachdem in Kuba schon kubanisch-deutsche Forschungsreisen in größerem Stil stattgefunden hatten, wurde im Jahre 1986 mit einer mehr spezifischen Exploration zur Erfassung und Sammlung pflanzen genetischer Ressourcen begonnen (vgl. ESQUIVEL et al. 1987). Ziel war es, eine Gesamtübersicht über diese Ressourcen in Kuba zu gewinnen. Gleichzeitig sollten Grundlagen für die Erfassung, Erhaltung und Nutzung der Ressourcen herausgearbeitet werden. Die Aufgabe erschien anfangs nicht über eine - allerdings notwendige - Routine hinauszugehen, wobei die spezifischen Erfahrungen des Gaterslebener Instituts Eingang finden sollten. Schon VAVILOV hatte anlässlich eines Besuches in Kuba in den zwanziger Jahren eine relative Armut an pflanzen genetischen Ressourcen postuliert (vgl. DÍAZ BARREIRO 1977). Allerdings rührten seine Erfahrungen von Kurzbesuchen im Umkreis der Hauptstadt her. Überraschend war daher schon im ersten Jahr der neuen Exploration ein Reichtum an pflanzen genetischen Ressourcen in den östlichen Teilen der Insel (ESQUIVEL et al. 1987). Später bestätigte sich dieser Befund auch für andere Gebiete, wobei aber Ostkuba immer noch eine Sonderstellung einnimmt. Im Vergleich mit anderen untersuchten Gebieten erwies sich Kuba als das artenreichste Land im Hinblick auf die Kulturpflanzen (vgl. Tabelle 1).

Tab. 1: Vergleich der Anzahl an Kulturpflanzen ausgewählter Gebiete (aus der Datenbank für Kulturpflanzen (nach KNÜPFER 1992))

	Kuba	Italien	Korea ¹	unterschiedliche Arten etc. insges.
Arten	1029	522	456	1597
Gattungen	531	300	314	781
Familien	117	86	99	158
Synonyme	727	347	358	1242
Volksnamen	1671	2833	530	5034

¹ Die Daten bedürfen noch der Aktualisierung

Der kubanische Hausgarten "Conuco" wurde als das Konzentrations-, Reproduktions- und Evolutionszentrum der Kulturpflanzen und eines Teiles ihrer verwandten Wildarten charakterisiert

(ESQUIVEL und HAMMER 1988). Die multikulturellen Einflüsse, die den Aufbau der kubanischen Gesellschaft bestimmten und bestimmen, wirkten sich auch hinsichtlich der Herausbildung einer interessanten Kulturpflanzenflora aus. Eine ethnobotanische Klassifikation der Kulturpflanzen Kubas konnte entwickelt werden unter Berücksichtigung von Introduktionsmodus und -zeit (HAMMER et al. 1992-1994):

- 1) Präkolumbianische Periode (vor 1492)
- 2) Frühe Introduktionen, der spanische Einfluß (1492 - ca. 1550)
- 3) Afrikanischer Einfluß (ca. 1550 - ca. 1850),
- 4) Ostasiatischer Einfluß (ca. 1850 - ca. 1900),
- 5) Spätankömmlinge, Introduktionen aus den USA (seit 1900), und
- 6) Mysteriöse Immigranten, d.h. Kulturpflanzen, deren Herkunft noch unbekannt ist.

Diese Grobgliederung bietet einen guten Rahmen zur Einordnung der pflanzen genetischen Ressourcen. Selbstverständlich sind auch Übergänge zwischen den einzelnen Perioden und unterschiedliche Introduktionsperioden für eine Kulturpflanzenart möglich. So gibt es Formen von *Allium fistulosum*, die offenbar aus dem Mittelmeergebiet stammen und schon mit den ersten Spaniern nach Kuba gelangten. Sie vermehren sich nur noch vegetativ und sind relativ kleinwüchsig. Kräftige Formen mit gut ausgebildeten Blüten sind erst später introduziert worden und finden sich heute auch noch im Anbau bei den Nachfahren ostasiatischer Einwanderer. *Brassica juncea* tritt verbreitet als Unkraut auf. Es gibt verschiedene Hinweise auf einen westafrikanischen Ursprung dieser Sippen (frühe Periode 3). Ausgesprochene Gemüseformen finden sich dagegen im ostasiatischen Kontext.

Dieses differenzierte Herangehen führte zu einer sehr genauen Erfassung der pflanzen genetischen Ressourcen, besonders auch ihres ethnobotanischen Herkunftswertes. Gleichzeitig wurden auch die Grenzen für eine mögliche Übernahme des Materials in Genbanken offenbar, die sich aus einem sehr großen Angebot an genetischen Ressourcen ergeben. Einerseits ist eine möglichst umfassende Dokumentation aller Ressourcen notwendig, andererseits muß aber sehr genau der Gefährdungsstatus dieses Materials Berücksichtigung finden. Folgendes Verfahren hat sich bewährt: Gefährdetes Material und solches mit absehbarem Nutzen wird als Probe in die Genbank übernommen. Alles übrige Material wird registriert und in den "Conucos" belassen, wobei noch die Maßnahmen zu präzisieren sind, die diesen Agroökosystemen eine dauerhafte Erhaltung bei gleichzeitiger Sicherung des evolutionären Potentials gewähren (ESQUIVEL und HAMMER 1992). Den Maßnahmen zur In-situ-Erhaltung wird also eine besondere Bedeutung beigemessen. In dieser Zusammenarbeit übernimmt die Genbank Gatersleben die Sicherheitsduplikate, bestimmtes Material für weitergehende Untersuchungen und relativ wenige ausgewählte Sippen zur Ergänzung und Erweiterung der existierenden Sammlungen.

Die Aktivitäten in Kuba haben gezeigt, daß ein relativ großer Anteil der Arbeiten zur Sammlung aber auch zur Charakterisierung und Evaluierung pflanzen genetischer Ressourcen in das Gebiet der Ethnobotanik fällt. Dieser anfangs fast ausschließlich für Gatersleben charakteristische Aspekt ist international nur sehr zögernd aufgenommen worden. Heute hat er sich aber voll etablieren können (vgl. z.B. PUTTER 1994). Damit wird deutlich, daß auch bei den pflanzen genetischen Ressourcen, vertreten vor allem durch die Aktivitäten des International Plant Genetic Resources Institute (Rom), ein umfassende wissenschaftliche Durchdringung dieser

Ressourcen angestrebt wird, im Sinne der von Gatersleben vertretenen Kulturpflanzenforschung. Man kann dies als deutlichen Hinweis dafür werten, die Kulturpflanzenforschung als wissenschaftliche Komponente zu betrachten, während die pflanzen genetischen Ressourcen die materiell-technische Seite darstellen, deren Basis die entsprechenden Ressourcen weltweit unter besonderer Berücksichtigung des Materials in Genbanken sind.

4 Integrale Ansätze

Kulturpflanzenforschung ist von Anfang an als integrierendes Fachgebiet konzipiert worden. Die Bearbeitungen an genetischen Ressourcen in der und durch die Genbank Gatersleben haben sich immer an diesem Maßstab orientieren wollen. Im folgenden sollen anhand von ausgewählten Problemen solche Ansätze aufgezeigt werden.

4.1 Evaluierungen

Die Vielzahl der Fruchtartengruppen in der Gaterslebener Genbank und das schnelle Wachstum der Kollektion in den Fruchtartengruppen (HAMMER 1993) erlaubt nur eine sehr breitangelegte Bearbeitung der Sammlungen, besonders auf taxonomischem Gebiet. Spezialwissen anderer Fachgebiete mußte der Genbank zugeführt werden. Folgerichtig wurde nach der morphologisch-systematischen Bearbeitung der Sammlung der Saatgerste (MANSFELD 1950) nach Wegen für eine weitergehende Evaluierung gesucht. Schon 1954 wurde dann mit der sekundären Evaluierung begonnen, d.h., der Untersuchung auf solche Merkmale, die ein ausgeprägtes Spezialwissen erfordern, im gegebenen Fall mit Reihenuntersuchungen in der Sommergerstenkollektion hinsichtlich des Verhaltens der einzelnen Muster gegenüber Mehltau (NOVER und MANSFELD 1955). Die programmatische Zielrichtung dieser Untersuchung wurde durch die Sammelüberschrift "Resistenzeigenschaften im Gersten- und Weizensortiment" dokumentiert und inzwischen liegt der neunundzwanzigste Beitrag dieser Reihe gedruckt vor (vgl. HAMMER 1991). Partner für die phytopathologischen Spezialuntersuchungen waren Wissenschaftler der Universität Halle sowie der Institute in Aschersleben und Hadmersleben. Nach dem gleichen Muster werden auch Reihenuntersuchungen an Hülsenfrüchten, Gemüse sowie Heil- und Gewürzpflanzen vorgenommen. Im Verlaufe von 15 Jahren wurden so mehr als 40.000 Muster phytopathologisch geprüft (HAMMER 1991). Weitere Reihenuntersuchungen erfolgten auf physiologische Merkmale (Toleranz gegenüber niedrigen Temperaturen bei Gemüse, Photosyntheseintensität bei Getreide), Inhaltsstoffe (Rohprotein und Lysin bei Getreide, Rohprotein und Methionin bei Ackerbohnen, ätherische Öle in der Dillfrucht) usw. Diese Methode der Integration spezifischer Untersuchungskapazitäten, wobei sowohl auf andere Institute als auch auf Abteilungen im Institut Gatersleben zurückgegriffen wurde, führte zu beachtlichen Ergebnissen und wurde als Maßstab für internationale Arbeiten mit Genbankmaterial herangezogen (vgl. z.B. LEHMANN et al. 1976). Sie orientiert sich nach dem züchterischen Bedarf, denn die teuren Untersuchungen können in der Regel nicht "auf Vorrat" durchgeführt werden. Die sachkundige Auswahl durch die wissenschaftlichen Betreuer der Fruchtartengruppen, die qualifizierte Bewertung durch

Spezialisten auf dem Gebiet der untersuchten Merkmale und die gemeinsame Auswertung der Versuche führen zu beachtenswerten wissenschaftlichen Resultaten. Damit gehen auch ökonomische Ergebnisse einher, und die Genbank Gatersleben gehört zu den ganz wenigen Einrichtungen ihrer Art, die den Nachweis über Neuzüchtungen erbringen können, in die Basismaterial aus den Sammlungen eingegangen ist, nachdem entsprechende sekundäre Evaluierungen erfolgreich in Züchtungsprogramme integriert werden konnten. 56 Getreide- und Gemüsesorten sind nachweisbar aus den Beständen der Genbank Gatersleben hervorgegangen, wobei zu beachten ist, daß zwischen dem Auffinden des gesuchten Merkmals und der züchterischen Umsetzung immerhin etwa 20 Jahre liegen und damit Berichte über eine erfolgreiche Nutzung nicht stimuliert werden (HAMMER 1991).

Der Umfang der 1995 durchgeführten Evaluierungen ist im Kontext von Tabelle 2 ersichtlich.

Die Tabelle zeigt weiterhin, daß Material in nur relativ bescheidenem Umfang an die Züchter direkt abgegeben wird. Dagegen läßt die Kategorie Grundlagen- und angewandte Forschung etc. einen sehr hohen Anteil an den Gesamtabgaben erkennen. Die entsprechenden Tendenzen können schon über Jahre verfolgt werden. Auch sie weisen auf die abnehmenden Möglichkeiten der direkten Nutzung von Genbankmaterial durch die modernen Züchter hin. Gleichzeitig ist die Züchtungsforschung gefordert, die neues Basismaterial so aufbereiten kann, daß es relativ schnell in Neuzüchtungen Eingang findet. Da die Evaluierungen zu einem guten Teil in Zusammenarbeit mit der Züchtungsforschung durchgeführt werden, ist in der Regel auch für eine entsprechende Weiterveredelung der positiv bewerteten Akzessionen gesorgt. Der Unterschied zwischen den Kategorien Evaluierungen und Grundlagenforschung etc. in Tabelle 2 besteht im Grad der Abstimmung zwischen der Genbank und den Nutzern des Materials. Er ist bei "Evaluierungen" auf einem deutlich höheren Integrationsniveau angesiedelt.

Auf den Zusammenhang zwischen den Evaluierungen am Material der Genbank und der Herauszüchtung neuer Sorten auf der Basis der dabei gefundenen Sippen mit positiver Merkmalsausprägung ist schon am Fallbeispiel Gatersleben aufmerksam gemacht worden (HAMMER 1991). Einer Gesamtzahl von 64.326 Evaluierungen in den Jahren 1975-1990 stehen 56 neu zugelassene Sorten gegenüber. Die durchschnittlichen Evaluierungen pro Jahr beliefen sich auf rund 4000 Muster, wobei das großangelegte Proteinscreening im Institut Gatersleben mit einbezogen war (MÜNTZ und LEHMANN 1987), das allerdings bisher im Hinblick auf eine Integration von Positivabweichern in Neuzuchtmaterial ohne Erfolg geblieben ist. Ein Evaluierungsumfang von über 3000 Mustern (Tab. 2) (1994: 1.493, HAMMER 1995) kommt dem unter anderen Organisationsbedingungen erzielten Umfang schon recht nahe. Bemerkenswert ist der schon erwähnte Zusammenhang zwischen dem Beginn entsprechender Untersuchungen zur Evaluierung und dem Zulassungsjahr daraus resultierender Sorten (vgl. Tab. 5 in HAMMER 1991). Inwiefern neue Methoden in der Pflanzenzüchtung hier Abhilfe schaffen können, ist zu hoffen aber noch nicht durch Fallbeispiele belegt. Jedenfalls sind die zwanzig Jahre zwischen Evaluierung und Sortenzulassung ein bemerkenswerter Hinweis in Richtung auf die am Beginn dieses Abschnitts getroffene Aussage vom Auseinanderklaffen zwischen der Verfügbarkeit genetischer Ressourcen und deren Einsatzmöglichkeiten im Kontext der Verbesserung moderner Hochleistungssorten. Für eine effektive Nutzung der genetischen Ressourcen ist damit die Züchtungsforschung von steigender Bedeutung, was auch für die Entwicklungsländer zutrifft, allerdings bei wesentlich schnellerem züchterischen Umschlag (vgl. z.B. CASTIÑEIRAS et al. 1991).

4.2 Anatomie von Genzentren

Das breite Konzept der Genzentren, wie es von VAVILOV (1926) formuliert worden ist, wird noch heute weithin in seinen Grundzügen akzeptiert und kann als Grundlage für vielfältige Untersuchungen im Rahmen der pflanzen genetischen Ressourcen dienen. HARLAN (1951) schlug hingegen "anatomische" Studien vor, die im Gegensatz zu den "morphologischen" Ansätzen VAVILOVS mehr in die Tiefe gehen sollten. VAVILOV hat seine erste fundamentale Arbeit über Genzentren 1926 publiziert (VAVILOV 1926). Schon bald wurden die Ergebnisse auch während des Fünften Internationalen Genetikerkongresses in Berlin (1927) einem internationalen Publikum vorgestellt (VAVILOV 1928). Das internationale Echo war überwältigend und noch immer wird die Genzentrentheorie, wenn auch zuweilen kontrovers (vgl. z.B. BRÜCHER 1969), diskutiert. Die Theorie war Orientierung für Generationen von Kulturpflanzen- und Züchtungsforschern und

Tab. 2: Durch die Genbank Gatersleben im Jahre 1995 abgegebenes Material

Botanische Gärten		536
Deutschland	427	
übrige Länder	109	
Grundlagenforschung, angewandte Forschung, Kollektionen		9.091
Deutschland	4.902	
übrige Länder	4.189	
Züchter		2.311
Deutschland	1.574	
übrige Länder	764	
Abgabe innerhalb des IPK		825
Evaluierungen		3.319
Abgabe Gatersleben		16.082
Abgabe Außenstelle "Süd"		446
Abgabe Außenstellen "Nord"		2.431
Abgabe insgesamt		18.959

führte regelrecht zu einer weltweiten Bewegung hinsichtlich der Sammlung, des Schutzes und der Nutzung pflanzen genetischer Ressourcen. VAVILOV und seine Schule haben nie aufgehört, die

Theorie weiterzuentwickeln (z.B. VAVILOV 1935, VAVILOV 1940, _UKOVSKIJ 1968), und sie waren bemüht, immer neue Details zur Verbesserung des Konzeptes einzuarbeiten. HARLAN (1951) schlug mit seinem erwähnten Vorgehen ein völlig neues Konzept vor. Er untersuchte die Türkei und kam zu dem Schluß, daß dort viele Mikrozentren existieren, die verschiedene hochvariable Kulturpflanzen umfassen, und einen Einstieg in die Abläufe der Kulturpflanzenevolution ermöglichen. Nach intensiven Studien dieser "anatomischen" Faktoren, kam letztendlich wieder ein "morphologisches" Ergebnis zustande in Gestalt seiner Theorie von den Zentren und Nicht-Zentren (HARLAN 1971). Damit war das kurze Zwischenspiel von den "anatomischen" Studien zuende, und "Morphologie" beherrschte wieder das Feld. Langjährige Untersuchungen in Süditalien erlaubten eine Weiterführung der Studien im Sinne HARLANs (1951), in einem Teil des klassischen mediterranen Genzentrums, das von VAVILOV schon in seiner ersten entsprechenden Arbeit so hervorragend charakterisiert und definiert worden ist, daß er es während seiner weiteren Studien kaum noch weiterentwickeln mußte (DOROFEYEV und FILATENKO 1992). Unsere Untersuchungen wurden seit 1980 gemeinsam mit dem Istituto del Germoplasma (Bari) ausgeführt (PERRINO et al. 1981). Inzwischen haben in Süditalien und Sizilien elf gemeinsame Explorationen stattgefunden und mehr als 2.000 Muster von Kulturpflanzen und ihren verwandten Wildarten wurden gesammelt (HAMMER 1993a, HAMMER und PERRINO 1995). Zusätzlich wurden auch die Informationen zusammengetragen und kompiliert, die Material außerhalb des Sammlungsprogrammes betreffen (HAMMER et al. 1992). Unsere Ergebnisse werden mit denen VAVILOVs (1935) verglichen (Tab. 3).

Zu beachten ist, daß VAVILOVs Untersuchungen das gesamte Mittelmeergebiet einschließen. Andererseits beschränkt er seine Betrachtungen auf einige Kulturpflanzengruppen. Arzneipflanzen beispielsweise fanden überhaupt nicht Berücksichtigung. Außerdem legte VAVILOV den Schwerpunkt seiner Studien auf hochdomestizierte Pflanzen. Daher ist die deutliche Erhöhung der Anzahl der Kulturpflanzenarten nachvollziehbar (Tabelle 3).

Tab. 3: Vergleich aktueller Beobachtungen zu Kulturpflanzen in Süditalien mit den Ergebnissen von VAVILOV (1935) zum Genzentrum Mittelmeergebiet

Fruchtartengruppen (Verwendung)	Vavilov (1935)	Süditalien (aktuell)
1. Körnerpflanzen (C. & Pu.) ¹	16	3
2. Futterpflanzen (Fo.)	11	56
3. Öl- und Gewürzpflanzen (Oi.)	7	3
4. Obst (Fr.)	2	26
5. Gemüse (V.)	30	38
6. Würzpflanzen und Pflanzen mit ätherischen Ölen (Sp.)	15	14
7. Farbstoff- und Tanninpflanzen (teilweise I.)	2	2
8. Pflanzen für verschiedene Nutzungen (M. & N. teilweise I. & weitere Nutzungsrichtungen)	1	63
Gesamt	84	205

Arten (Fruchtartengruppen in Klammern), die von VAVILOV (1935) erwähnt wurden aber nicht in Süditalien in Kultur nachgewiesen werden konnten: *Ulex europaeus* (2), *Lathyrus gorgoni* (2), *Ornithopus sativus* (2), *Argania sideroxyylon* (3), *Allium kurrat* (5), *Rheum officinale* (5), *Blitum rubrum* (5).

¹ zu den Abkürzungen vgl. Erläuterungen am Ende dieses Abschnitts

In unsere Studien wurden solche Arten aus Süditalien und Sizilien einbezogen, die in diesem Gebiet entstanden sind oder dort noch verwandte Wildarten haben. Damit waren die Voraussetzungen für einen Genaustausch gegeben. Die Anzahl der Gemüse ist hoch. Auf diese Tatsache hat schon VAVILOV (1935) hingewiesen, der das Mittelmeergebiet und seinen Reichtum an Gemüsen mit Ostasien (China) verglich. Eine weitere wichtige Gruppe stellen die Futterpflanzen dar, die besonders wegen ihrer Trockenresistenz in den letzten Jahrzehnten in den Mittelpunkt des Interesses gerückt sind. Obstarten sind im Gebiet hervorragend entwickelt und zeigen diverse Evolutionsrichtungen u.a. auch durch Introgression wildwachsender Verwandter. Nach VAVILOV (vgl. DOROFEYEV und FILATENKO 1992) ist Süditalien eine Art sekundäres Genzentrum. Im Gegensatz zum klassischen sekundären Genzentrum Äthiopiens, das überwiegend durch Isolation und Selektionsdrücke aus disruptiver Selektion geprägt ist, spielen hier die erwähnten Introgressionen seitens der vorkommenden wildwachsenden Verwandten eine Rolle. Für die Körnerfrüchte kann die besondere Bedeutung des Gebietes östliches Mittelmeergebiet / Naher Osten abgeleitet werden (Tab. 4). Dort konnte eine beträchtliche Anzahl dieser Kulturpflanzen durch VAVILOV gefunden, im Vergleich zu Süditalien. Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß nur sehr wenige Arten (7), die von VAVILOV als typisch für das Mittelmeergebiet aufgelistet werden, nicht in Süditalien

nachgewiesen werden konnten. Die Ursache liegt in ihrer oft sehr begrenzten Verbreitung (vgl. Tab. 3).

Insgesamt 40,3 % der Arten, die in Süditalien gefunden wurden, haben auch ein Mikrozentrum im evolutionären Sinne dort (Tabelle 4) und können damit als einheimisch klassifiziert werden. Der Prozeß der Domestikation begann im Gebiet mit der Introdution der Landwirtschaft ungefähr 5000-4000 v.Zr. aus dem östlichen Mittelmeerraum und setzte sich über Jahrtausende fort, so daß man neben sehr alten Domestikationsprodukten auch solche finden kann, die erst unlängst in Kultur genommen worden sind, wie einige Futterpflanzen. Kulturpflanzen, die von Beginn des Prozesses bis etwa zum sechsten Jahrhundert v.Zr. introduziert worden sind, werden als Archaeophyten bezeichnet (HAMMER und PERRINO 1995). Der geographische Ursprung dieser Gruppe ist der Nahe Osten/ östliches Mittelmeergebiet mit 12,8 % (Regionen nach HAMMER et al. 1992, vgl. auch ZEVEN und DE WET 1982), nördliche und östliche Teile Afrikas mit 3,3 %, Europa einschließlich nördlicher Teil von Italien mit 6,7 % und das westliche Mittelmeergebiet mit 1,2 %. Damit sind alle wesentlichen Teile des Mittelmeergebietes eingeschlossen aber auch Zentral-/Mittel-Asien mit 3,1 %.

Palaeophyten wurden vom sechsten Jahrhundert v.Zr. bis zum 15. Jahrhundert n.Zr. introduziert. Hier eingeschlossen sind im wesentlichen Kulturpflanzen aus Süd-/Südost-Asien (4,7 %) und Ost-Asien (7,1 %).

Die Introdution der Neophyten begann mit dem 16. Jahrhundert. Wichtige Herkunftsgebiete sind Südafrika (2,2 %), Mittel-/Süd-Amerika (10,8 %), Nord-Amerika (5,9 %) und Australien/Neuseeland (1,9 %).

Wie deutlich herausgearbeitet werden konnte, gibt es eine Korrelation zwischen Chrono- und Geoelementen. Die Einteilung einer Kulturpflanzenflora kann nach den gleichen Kriterien wie die von Wildpflanzenflore vorgenommen werden (HANELT und BERIDZE 1991), so daß hier ein hervorragender Ansatz zur integralen Bearbeitung von Wild- und Kulturpflanzenflore vorliegen könnte, wenn nicht durch die Generosion viele Verbreitungsmuster etc. bei den Kulturpflanzen kaum noch deutlich zum Ausdruck kommen, besonders auf dem infraspezifischen Niveau. Natürlich kann Material zu verschiedenen Zeiten und auf unterschiedlichen Wegen introduziert worden sein. So können Neophyten auch aus Europa kommen (z.B. *Fragaria ananassa*) und Palaeophyten aus Zentral/Mittel-Asien (z.B. *Daucus carota*). Es muß also von Fall zu Fall entschieden werden (vgl. HAMMER und PERRINO 1995). Für 509 Taxa (meist auf dem Artniveau) wurde eine Klassifizierung in Geoelemente vorgenommen (vgl. Tabelle 4). Eine erste Studie hatte 524 Taxa umfaßt (HAMMER et al. 1992). Die genaue Analyse führte jetzt zum Ausschluß von 15 Taxa, die nicht überzeugend eingeordnet werden konnten, und zu einer Neuklassifizierung in wenigen anderen Fällen. Das Gesamtbild hat sich dadurch kaum geändert. Die genaue Analyse des Mikrozentriums Süditalien/Sizilien wird im Folgenden detailliert dargestellt, in Anlehnung an die Methode und im Vergleich mit den Ergebnissen von VAVILOV (1935). Die Einteilung erfolgt nach Geoelementen. Folgende Abkürzungen wurden für die Fruchtartengruppen gewählt:

Getreide

C.

Faserpflanzen

Fi.

Kulturpflanzenforschung und pflanzengenetische Ressourcen

Futterpflanzen	Fo.
Obst	Fr.
Industriepflanzen	I.
Arzneipflanzen	M.
Nüsse	N.
Ölpflanzen	Oi.
Hülsenfrüchte	Pu.
Würzpflanzen	Sp.
Stärkepflanzen außer Getreide	St.
Gemüse	V.
Weitere Nutzungsrichtungen	Sundry

Tab. 4: Herkunft von Kulturpflanzen Süditaliens (nach HAMMER et al. 1992, bearbeitet)

	Süd-italien	Naher Osten/ östliches Mittel- meergebiet	Nördliche und östl. Teile Afrikas	Europa	Westliches Mittelmeer- gebiet	Zentral-/ Mittel- Asien	Süd-/ Südost- Asien	Ost- asien	Süd- afrika	Mittel-/Süd- amerika	Nord- amerika	Australien/ Neuseeland	Gesamt
C	1	11	2	-	1	2	-	2	-	1	-	-	20
Fi	-	1	-	-	-	2	-	-	1	1	-	1	6
Fo	56	4	1	6	1	-	-	1	-	1	2	1	73
Fr	26	10	1	6	-	2	10	17	2	24	11	-	109
I	12	2	2	3	1	2	2	1	3	3	1	2	34
M	39	11	6	7	2	-	2	1	-	3	2	1	74
N	4	3	-	-	-	1	-	2	-	1	5	-	16
Oi	3	1	1	1	-	-	1	-	-	-	1	-	8
Pu	2	7	1	-	-	-	1	3	-	3	-	-	17
Sp	14	8	1	3	-	2	2	-	-	3	-	-	33
St	-	-	1	-	-	-	1	-	-	2	1	-	5
V	38	7	-	7	1	5	5	7	1	8	3	1	83
Sundry	10	-	1	1	-	-	-	2	4	5	4	4	31
Gesamt	205	65	17	34	6	16	24	36	11	55	30	10	509
Prozent	40,3	12,8	3,3	6,7	1,2	3,1	4,7	7,1	2,2	10,8	5,9	1,9	100

Süditalien und Sizilien

Die Bedeutung dieses Mikrozentrams wird durch die große Anzahl von Taxa betont, die im Gebiet ihren Ursprung haben oder stark evolutionär beeinflusst werden. Ein Charakteristikum ist der Selektionsdruck auf große Samen (vgl. VAVILOV 1935).

1.	<i>Achillea millefolium</i>	M.	104.	<i>Malus domestica</i>	Fr.
2.	<i>Adonis aestivalis</i>	M.	105.	<i>Malus sylvestris</i>	Fr. (Unterlagen)
3.	<i>Agropyron cristatum</i>	Fo.	106.	<i>Matricaria recutita</i>	M.
4.	<i>Agropyron elongatum</i>	Fo.	107.	<i>Medicago arborea</i>	Fo.
5.	<i>Agropyron intermedium</i>	Fo.	108.	<i>Medicago falcata</i>	Fo.
6.	<i>Agrostis stolonifera</i>	Fo.	109.	<i>Medicago lupulina</i>	Fo.
7.	<i>Agrostis tenuis</i>	Fo.	110.	<i>Medicago minima</i>	Fo.
8.	<i>Alopecurus pratensis</i>	Fo.	111.	<i>Medicago nigra</i>	Fo.
9.	<i>Althaea officinalis</i>	M.	112.	<i>Medicago orbicularis</i>	Fo.
10.	<i>Amelanchier ovalis</i>	Fr.	113.	<i>Medicago sativa</i>	Fo.
11.	<i>Anthyllis vulneraria</i>	Fo.	114.	<i>Medicago x varia</i>	Fo.
12.	<i>Apium graveolens</i>	V. (Vavilov 1935)	115.	<i>Melilotus alba</i>	Fo.
13.	<i>Arbutus unedo</i>	Fr.	116.	<i>Melilotus officinalis</i>	Fo.
14.	<i>Arrhenatherum elatius</i>	Fo.	117.	<i>Melissa officinalis</i>	I.
15.	<i>Arundo donax</i>	Hecken	118.	<i>Mentha pulegium</i>	M.
16.	<i>Asparagus officinalis</i>	V. (Vavilov 1935)	119.	<i>Mentha spicata</i>	M.
17.	<i>Astragalus boeticus</i>	I.	120.	<i>Mespilus germanica</i>	Fr.
18.	<i>Atropa bella-donna</i>	M.	121.	<i>Muscari comosum</i>	V.
19.	<i>Avena sativa</i>	C. (Vavilov 1935)	122.	<i>Myrtus communis</i>	Sp.
20.	<i>Berberis vulgaris</i>	M.	123.	<i>Narcissus poeticus</i>	I.
21.	<i>Beta vulgaris</i>	V. (Vavilov 1935)	124.	<i>Nerium oleander</i>	Hecken
22.	<i>Brachypodium pinnatum</i>	Fo.	125.	<i>Nigella damascena</i>	M.
23.	<i>Brassica napus subsp. napobrassica</i>	V.	126.	<i>Olea europaea</i>	Oi. (Vavilov 1935)
24.	<i>Brassica nigra</i>	M. (Vavilov 1935)	127.	<i>Origanum vulgare</i>	Sp.
25.	<i>Brassica oleracea</i>	V. (Vavilov 1935)	128.	<i>Paliurus spina-christi</i>	Hecken
26.	<i>Brassica rapa subsp. oleifera</i>	Oi. (Vavilov 1935)	129.	<i>Petroselinum crispum</i>	V. (Vavilov 1935)
27.	<i>Brassica tournefortii</i>	Oi.	130.	<i>Phalaris tuberosa</i>	Fo.
28.	<i>Bromus inermis</i>	Fo.	131.	<i>Phleum pratense</i>	Fo.
29.	<i>Calendula officinalis</i>	M.	132.	<i>Physalis alkekengi</i>	M.
30.	<i>Campanula rapunculus</i>	V.	133.	<i>Pinus pinea</i>	N.
31.	<i>Capparis sicula</i>	Sp.	134.	<i>Pistacia terebinthus</i>	Fr. (Unterlagen)
32.	<i>Capparis spinosa</i>	Sp.	135.	<i>Plantago afra</i>	M.
33.	<i>Carpinus betulus</i>	Hecken	136.	<i>Plantago coronopus</i>	V.
34.	<i>Carum carvi</i>	Sp. (Vavilov 1935)	137.	<i>Poa nemoralis</i>	Fo.

		1935)			
35.	<i>Castanea sativa</i>	N.	138.	<i>Poa pratensis</i>	Fo.
36.	<i>Celtis australis</i>	Fr.	139.	<i>Populus nigra</i>	Fo.
37.	<i>Ceratonia siliqua</i>	Fo. (Vavilov 1935)	140.	<i>Primula vulgaris</i>	Sp.
38.	<i>Cercis siliquastrum</i>	V.	141.	<i>Prunus avium</i>	Fr.
39.	<i>Chenopodium bonus-henricus</i>	V.	142.	<i>Prunus domestica</i>	Fr.
40.	<i>Chenopodium botrys</i>	M.	143.	<i>Prunus dulcis</i>	N.
41.	<i>Chrysanthemum coronarium</i>	V.	144.	<i>Prunus mahaleb</i>	Fr. (Unterlagen)
42.	<i>Chrysanthemum vulgare</i>	M.	145.	<i>Prunus spinosa</i>	Fr. (Unterlagen)
43.	<i>Cichorium endivia</i>	V. (Vavilov 1935)	146.	<i>Pyrus communis</i>	Fr.
44.	<i>Cichorium intybus</i>	V. (Vavilov 1935)	147.	<i>Pyrus spinosa</i>	Fr. (Unterlagen)
45.	<i>Cnicus benedictus</i>	M.	148.	<i>Quercus frainetto</i>	Fo.
46.	<i>Cornus mas</i>	Fr.	149.	<i>Quercus ilex</i>	Fo.
47.	<i>Corylus avellana</i>	N.	150.	<i>Quercus suber</i>	I.
48.	<i>Crataegus azarolus</i>	Fr.	151.	<i>Raphanus sativus</i>	V.
49.	<i>Crataegus laciniatus</i>	Fr.	152.	<i>Reichardia picroides</i>	V.
50.	<i>Crataegus monogyna</i>	Fr.	153.	<i>Reseda luteola</i>	I.
51.	<i>Crataegus oxyacantha</i>	Hecken	154.	<i>Rhus coriaria</i>	I. (Vavilov 1935)
52.	<i>Crithmum maritimum</i>	V.	155.	<i>Rosa gallica</i>	M.
53.	<i>Crocus vernus</i>	M.	156.	<i>Rosmarinus officinalis</i>	M. (Vavilov 1935)
54.	<i>Cupressus sempervirens</i>	Hecken	157.	<i>Rubia tinctorum</i>	I. (Vavilov 1935)
55.	<i>Cynara cardunculus</i>	V. (Vavilov 1935)	158.	<i>Rubus idaeus</i>	Fr.
56.	<i>Cynara scolymus</i>	V. (Vavilov 1935)	159.	<i>Rumex patientia</i>	V. (Vavilov 1935)
57.	<i>Cynosurus cristatus</i>	Fo.	160.	<i>Rumex rugosus</i>	V.
58.	<i>Dactylis glomerata</i>	Fo.	161.	<i>Rumex scutatus</i>	V.
59.	<i>Delphinium staphisagria</i>	M.	162.	<i>Ruta chalepensis</i>	M.
60.	<i>Dianthus caryophyllus</i>	Sp.	163.	<i>Ruta graveolens</i>	Sp. (Vavilov 1935)
61.	<i>Diplotaxis tenuifolia</i>	V.	164.	<i>Salix alba</i>	I.
62.	<i>Drimia maritima</i>	M.	165.	<i>Salix purpurea</i>	I.
63.	<i>Ecballium elaterium</i>	M.	166.	<i>Salsola kali</i>	V.
64.	<i>Elaeagnus angustifolia</i>	Fr.	167.	<i>Salsola soda</i>	V.
65.	<i>Erodium moschatum</i>	M.	168.	<i>Salvia sclarea</i>	M.
66.	<i>Eruca sativa</i>	V. (Vavilov 1935)	169.	<i>Salvia triloba</i>	M.
67.	<i>Fedia coruncopiae</i>	V.	170.	<i>Sanguisorba officinalis</i>	V.
68.	<i>Festuca arundinacea</i>	Fo.	171.	<i>Satureja montana</i>	Sp. (Vavilov 1935)
69.	<i>Festuca ovina</i>	Fo.	172.	<i>Scolymus hispanicus</i>	V. (Vavilov 1935)
70.	<i>Festuca pratensis</i>	Fo.	173.	<i>Scorpiurus muricatus</i>	Fo.
71.	<i>Festuca rubra</i>	Fo.	174.	<i>Sedum album</i>	Sp.
72.	<i>Ficus carica</i>	Fr.	175.	<i>Sedum telephium</i>	V.

Kulturpflanzenforschung und pflanzen genetische Ressourcen

73.	<i>Foeniculum vulgare</i>	M. (Vavilov 1935)	176.	<i>Silybum marianum</i>	M.
74.	<i>Fragaria vesca</i>	Fr.	177.	<i>Sinapis alba</i>	M. (Vavilov 1935)
75.	<i>Fraxinus excelsior</i>	I.	178.	<i>Smyrniolum olusatrum</i>	V. (Vavilov 1935)
76.	<i>Fraxinus ornus</i>	I.	179.	<i>Sorbus aucuparia</i>	Fr.
77.	<i>Glycyrrhiza glabra</i>	M.	180.	<i>Sorbus domestica</i>	Fr.
78.	<i>Hedysarum coronarium</i>	Fo. (Vavilov 1935)	181.	<i>Sorbus torminalis</i>	Fr.
79.	<i>Helichrysum italicum</i>	M.	182.	<i>Sorghum halepense</i>	Fo.
80.	<i>Hesperis matronalis</i>	M.	183.	<i>Spartium junceum</i>	(Erosions- kontrolle)
81.	<i>Humulus lupulus</i>	M. (Vavilov 1935)	184.	<i>Stachys officinalis</i>	M.
82.	<i>Hyoscyamus niger</i>	M.	185.	<i>Taraxacum officinale</i>	M.
83.	<i>Inula helenium</i>	M.	186.	<i>Tetragonolobus purpureus</i>	V.
84.	<i>Iris germanica</i>	M.	187.	<i>Teucrium marum</i>	M.
85.	<i>Juncus acutus</i>	Soil erosion	188.	<i>Thymus serpyllum</i>	Sp.
86.	<i>Lactuca sativa</i>	V. (Vavilov 1935)	189.	<i>Tragopogon porrifolius</i>	V. (Vavilov 1935)
87.	<i>Lathyrus cicera</i>	Fo. (Vavilov 1935)	190.	<i>Trifolium incarnatum</i>	Fo. (Vavilov 1935)
88.	<i>Lathyrus clymenum</i>	Fo.	191.	<i>Trifolium pratense</i>	Fo.
89.	<i>Lathyrus ochrus</i>	Fo. (Vavilov 1935)	192.	<i>Trifolium squarrosum</i>	Fo.
90.	<i>Laurus nobilis</i>	Sp. (Vavilov 1935)	193.	<i>Trifolium subterraneum</i>	Fo.
91.	<i>Lavandula angustifolia</i>	I.	194.	<i>Trifolium vesiculosum</i>	Fo.
92.	<i>Lens nigricans</i>	Pu.	195.	<i>Trisetum flavescens</i>	Fo.
93.	<i>Lepidium latifolium</i>	V.	196.	<i>Ulmus glabra</i>	Hecken
94.	<i>Ligustrum vulgare</i>	Hecken	197.	<i>Valerianella eriocarpa</i>	V.
95.	<i>Lolium multiflorum</i>	Fo.	198.	<i>Valerianella locusta</i>	V.
96.	<i>Lolium perenne</i>	Fo.	199.	<i>Vicia articulata</i>	Pu (Vavilov 1935)
97.	<i>Lolium rigidum</i>	Fo.	200.	<i>Vicia cracca</i>	Fo.
98.	<i>Lotus corniculatus</i>	Fo.	201.	<i>Vicia sativa</i>	Fo. (Vavilov 1935)
99.	<i>Lotus edulis</i>	V.	202.	<i>Vicia villosa</i>	Fo.
100.	<i>Lotus tenuis</i>	Fo.	203.	<i>Viola odorata</i>	Sp.
101.	<i>Lotus uliginosus</i>	Fo.	204.	<i>Vitex agnus-castus</i>	Sp.
102.	<i>Lupinus angustifolius</i>	Fo. (Vavilov 1935)	205.	<i>Vitis vinifera</i>	Fr.
103.	<i>Lupinus luteus</i>	Fo. (Vavilov 1935)			

Naher Osten / östliches Mittelmeergebiet

Von hier wurde die Landwirtschaft ursprünglich ins Gebiet introduziert. Die Gruppe enthält einige der wichtigsten Kulturpflanzen.

206.	<i>Alcea rosea</i>	M.	239.	<i>Linum usitatissimum</i>	Fi. (Vavilov 1935)
207.	<i>Allium ampeloprasum</i>	V.	240.	<i>Lupinus albus</i>	Pu. (Vavilov 1935)
208.	<i>Allium porrum</i>	V. (Vavilov 1935)	241.	<i>Morus nigra</i>	Fr.
209.	<i>Allium scorodoprasum</i>	V.	242.	<i>Nepeta cataria</i>	M.
210.	<i>Ammi majus</i>	Sp.	243.	<i>Nigella sativa</i>	Sp. (Vavilov 1935)
211.	<i>Anethum graveolens</i>	Sp. (Vavilov 1935)	244.	<i>Origanum dictamnus</i>	M.
212.	<i>Anthriscus cerefolium</i>	V. (Vavilov 1935)	245.	<i>Origanum majorana</i>	Sp.
213.	<i>Avena brevis</i>	C. (Vavilov 1935)	246.	<i>Phoenix dactylifera</i>	Fr.
214.	<i>Avena nuda</i>	C.	247.	<i>Pimpinella anisum</i>	M. (Vavilov 1935)
215.	<i>Borago officinalis</i>	M.	248.	<i>Pisum sativum</i>	Pu. (Vavilov 1935)
216.	<i>Brassica napus</i> subsp. <i>napus</i>	V.	249.	<i>Portulaca oleracea</i>	V. (Vavilov 1935)
217.	<i>Carthamus tinctorius</i>	Oi.	250.	<i>Prunus cerasifera</i>	Fr.
218.	<i>Chrysanthemum balsamita</i>	Sp.	251.	<i>Prunus cerasus</i>	Fr.
219.	<i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i>	I.	252.	<i>Punica granatum</i>	Fr.
220.	<i>Chrysanthemum parthenium</i>	M.	253.	<i>Rosa x centifolia</i>	M.
221.	<i>Cicer arietinum</i>	Pu. (Vavilov 1935)	254.	<i>Salvia officinalis</i>	Sp. (Vavilov 1935)
222.	<i>Citrullus lanatus</i>	Fr.	255.	<i>Satureja hortensis</i>	Sp.
223.	<i>Citrus deliciosa</i>	Fr.	256.	<i>Secale cereale</i>	C.
224.	<i>Cordia myxa</i>	Fr.	257.	<i>Trifolium alexandrinum</i>	Fo. (Vavilov 1935)
225.	<i>Coriandrum sativum</i>	M.	258.	<i>Trifolium resupinatum</i>	Fo.
226.	<i>Corylus maxima</i>	N.	259.	<i>Trigonella foenum-graecum</i>	M.
227.	<i>Corylus pontica</i>	N.	260.	<i>Triticum aestivum</i>	C.
228.	<i>Crocus sativus</i>	Sp.	261.	<i>Triticum dicoccon</i>	C. (Vavilov 1935)
229.	<i>Cydonia oblonga</i>	Fr.	262.	<i>Triticum durum</i>	C. (Vavilov 1935)
230.	<i>Erysimum cheiri</i>	M.	263.	<i>Triticum monococcum</i>	C.
231.	<i>Galega officinalis</i>	Fo.	264.	<i>Triticum polonicum</i>	C. (Vavilov 1935)
232.	<i>Hordeum vulgare</i>	C. (Vavilov 1935)	265.	<i>Triticum spelta</i>	C. (Vavilov 1935)
233.	<i>Hyssopus officinalis</i>	M. (Vavilov 1935)	266.	<i>Triticum turgidum</i>	C.
234.	<i>Juglans regia</i>	N.	267.	<i>Vicia ervilia</i>	Fo. (Vavilov 1935)

Kulturpflanzenforschung und pflanzen genetische Ressourcen

235.	<i>Lathyrus sativus</i>	Pu. (Vavilov 1935)	268.	<i>Vicia faba</i>	Pu (Vavilov 1935)
236.	<i>Lens culinaris</i>	Pu. (Vavilov 1935)	269.	<i>Vicia narbonensis</i>	Pu.
237.	<i>Lepidium sativum</i>	V. (Vavilov 1935)	270.	<i>Ziziphus jujuba</i>	Fr.
238.	<i>Lilium candidum</i>	I.			

Nördliche und östliche Teile Afrikas

Dieses Gebiet ist von geringer Bedeutung. Aber es gibt oft Verbindungen zwischen den Sippen des nördlichen Afrika und besonders Sizilien (z.B. bei den Weizen, vgl. HAMMER et al. 1988), die einen früheren intensiven Austausch von Material zwischen beiden Gebieten anzeigen.

271.	<i>Aloe arborescens</i>	M.	280.	<i>Lavandula dentata</i>	I.
272.	<i>Aloe vera</i>	M.	281.	<i>Meriandra bengalensis</i>	M.
273.	<i>Anacyclus pyrethrum</i>	Fo.	282.	<i>Pennisetum americanum</i>	C.
274.	<i>Atriplex halimus</i>	Fo.	283.	<i>Pistacia atlantica</i>	(Unterlagen)
275.	<i>Cassia italica</i>	M.	284.	<i>Ricinus communis</i>	M.
276.	<i>Citrullus colocynthis</i>	M.	285.	<i>Sorghum bicolor</i>	C.
277.	<i>Cyperus esculentus</i>	St. (Vavilov 1935)	286.	<i>Vigna unguiculata</i>	Pu.
278.	<i>Cyperus papyrus</i>	I.	287.	<i>Ziziphus lotus</i>	Fr.
279.	<i>Guizotia abyssinica</i>	Oi.			

Europa

Der Einfluß dieses Gebietes ist besonders für kleinere Fruchtarten bedeutsam. Andererseits ist Süditalien, über die Brücke Mittel- und Norditalien, von großer Bedeutung für zahlreiche Fruchtarten Europas, wie das schon HEHN (1887) diskutiert hatte.

288.	<i>Anthemis nobilis</i>	M.	305.	<i>Lolium x hybridum</i>	Fo.
289.	<i>Armoracia rusticana</i>	Sp.	306.	<i>Lycium europaeum</i>	Hecken
290.	<i>Artemisia abrotanum</i>	M.	307.	<i>Mentha x piperita</i>	M. (Vavilov 1935)
291.	<i>Artemisia absinthium</i>	M.	308.	<i>Onobrychis viciaefolia</i>	Fo.
292.	<i>Artemisia dracunculus</i>	Sp.	309.	<i>Pastinaca sativa</i>	V. (Vavilov 1935)
293.	<i>Atriplex hortensis</i>	V.	310.	<i>Populus x canadensis</i>	Fo.
294.	<i>Brassica rapa</i> subsp. <i>rapa</i>	V. (Vavilov 1935)	311.	<i>Ribes nigrum</i>	Fr.
295.	<i>Camelina sativa</i>	Oi.	312.	<i>Ribes rubrum</i>	Fr.
296.	<i>Chaerophyllum bulbosum</i>	V.	313.	<i>Ribes uva-crispa</i>	Fr.
297.	<i>Cochlearia glastifolia</i>	M.	314.	<i>Rubus discolor</i>	Fr.
298.	<i>Cochlearia officinalis</i>	V.	315.	<i>Salix viminalis</i>	I.
299.	<i>Crambe maritima</i>	V. (Vavilov 1935)	316.	<i>Saponaria officinalis</i>	I.
300.	<i>Fragaria ananassa</i>	Fr.	317.	<i>Sium sisarum</i>	V.
301.	<i>Fragaria moschata</i>	Fr.	318.	<i>Spergula arvensis</i>	Fo. (Vavilov 1935)
302.	<i>Glycyrrhiza echinata</i>	M.	319.	<i>Thymus vulgaris</i>	Sp. (Vavilov 1935)
303.	<i>Gypsophila paniculata</i>	M.	320.	<i>Trifolium hybridum</i>	Fo.
304.	<i>Isatis tinctoria</i>	I.	321.	<i>Trifolium repens</i>	Fo. (Vavilov 1935)

Westliches Mittelmeergebiet

Das westliche Mittelmeergebiet ist relativ unbedeutend für die Domestikation von Kulturpflanzen.

322.	<i>Avena strigosa</i>	C. (Vavilov 1935)	325.	<i>Papaver somniferum</i>	M.
323.	<i>Iris pallida</i>	M. (Vavilov 1935)	326.	<i>Phalaris canariensis</i>	Fo. (Vavilov 1935)
324.	<i>Lavandula x intermedia</i>	I.	327.	<i>Scorzonera hispanica</i>	V. (Vavilov 1935)

Zentral-/Mittel-Asien

Dieses alte landwirtschaftliche Zentrum hat einige sehr charakteristische Elemente für die Kulturpflanzenflora Süditaliens beigesteuert.

328.	<i>Allium cepa</i>	V. (Vavilov 1935)	336.	<i>Fagopyrum esculentum</i>	C.
------	--------------------	-------------------	------	-----------------------------	----

Kulturpflanzenforschung und pflanzen genetische Ressourcen

329.	<i>Allium x proliferum</i>	V.	337.	<i>Gossypium hirsutum</i>	Fi.
330.	<i>Allium sativum</i>	Sp. (Vavilov 1935)	338.	<i>Jasminum officinale</i>	I.
331.	<i>Allium schoenoprasum</i>	V.	339.	<i>Panicum miliaceum</i>	C.
332.	<i>Cannabis sativa</i>	Fi.	340.	<i>Pistacia vera</i>	N.
333.	<i>Cucumis melo</i>	Fr.	341.	<i>Prunus armeniaca</i>	Fr.
334.	<i>Cuminum cyminum</i>	Sp. (Vavilov 1935)	342.	<i>Rosa moschata</i>	I.
335.	<i>Daucus carota</i>	V.	343.	<i>Spinacia oleracea</i>	V.

Süd-/Südost-Asien

Obstgehölze, besonders aus der Gattung *Citrus*, sind bedeutende Introduktionen aus diesem Gebiet.

344.	<i>Abelmoschus esculentus</i>	V.	356.	<i>Cyamopsis tetragonoloba</i>	Pu
345.	<i>Abelmoschus moschatus</i>	I.	357.	<i>Cymbopogon citratus</i>	Sp.
346.	<i>Chenopodium giganteum</i>	V.	358.	<i>Datura metel</i>	M.
347.	<i>Citrus aurantiifolia</i>	Fr.	359.	<i>Elaeagnus latifolia</i>	Fr.
348.	<i>Citrus aurantium</i>	Fr.	360.	<i>Holboellia latifolia</i>	Fr.
349.	<i>Citrus limetta</i>	Fr.	361.	<i>Jasminum sambac</i>	I.
350.	<i>Citrus limon</i>	Fr.	362.	<i>Luffa cylindrica</i>	V.
351.	<i>Citrus maxima</i>	Fr.	363.	<i>Melia azedarach</i>	M.
352.	<i>Citrus medica</i>	Fr.	364.	<i>Musa acuminata</i>	Fr.
353.	<i>Citrus sinensis</i>	Fr.	365.	<i>Ocimum basilicum</i>	Sp.
354.	<i>Colocasia esculenta</i>	St.	366.	<i>Sesamum orientale</i>	Oi.
355.	<i>Cucumis sativus</i>	V.	367.	<i>Solanum melongena</i>	V.

Ostasien

Verschiedene Palaeophyten sind aus diesem Gebiet introduziert worden. Aber es gibt auch einige spätere Introduktionen, besonders Obstgehölze.

368.	<i>Acorus calamus</i>	I.	386.	<i>Hovenia dulcis</i>	Fr.
369.	<i>Actinidia deliciosa</i>	Fr.	387.	<i>Lablab purpureus</i>	Pu.
370.	<i>Allium fistulosum</i>	V.	388.	<i>Ligustrum lucidum</i>	hedges
371.	<i>Allium tuberosum</i>	V.	389.	<i>Ligustrum ovalifolium</i>	hedges
372.	<i>Brassica juncea</i>	V.	390.	<i>Malus baccata</i>	Fr. (Pfropfunterlagen)
373.	<i>Brassica rapa</i> subsp. <i>chinensis</i>	V.	391.	<i>Morus alba</i>	Fr.
374.	<i>Brassica rapa</i> subsp. <i>pekinensis</i>	V.	392.	<i>Oryza sativa</i>	C.
375.	<i>Castanea crenata</i>	N.	393.	<i>Poncirus trifoliata</i>	(Pfropfunterlagen)
376.	<i>Castanea mollissima</i>	N.	394.	<i>Prunus persica</i>	Fr.
377.	<i>Cathayaia polycarpa</i>	Fr.	395.	<i>Prunus simonii</i>	Fr.
378.	<i>Citrus myrtifolia</i>	Fr.	396.	<i>Pyrus bretschneideri</i>	Fr.
379.	<i>Citrus unshiu</i>	Fr.	397.	<i>Rheum rhabarbarum</i>	V.

380.	<i>Diospyros kaki</i>	Fr.	398.	<i>Rheum rhaponticum</i>	M.
381.	<i>Diospyros lotus</i>	Fr.	399.	<i>Rubus phoenicolasius</i>	Fr.
382.	<i>Eriobotrya japonica</i>	Fr.	400.	<i>Setaria italica</i>	C.
383.	<i>Fortunella japonica</i>	Fr.	401.	<i>Stachys affinis</i>	V.
384.	<i>Fortunella margarita</i>	Fr.	402.	<i>Vigna angularis</i>	Pu.
385.	<i>Glycine max</i>	Fo.	403.	<i>Vigna radiata</i>	Pu.

Südafrika

Nur wenige Kulturpflanzen mit Bedeutung stammen von hier.

404.	<i>Acacia horrida</i>	Hecken	410.	<i>Lycium afrum</i>	Hecken
405.	<i>Carissa macrocarpa</i>	Fr.	411.	<i>Mesembryanthemum cry-</i> <i>stallinum</i>	V.
406.	<i>Carpobrotus acinaciformis</i>	Sandfestlegung	412.	<i>Pelargonium capitatum</i>	I.
407.	<i>Carpobrotus edulis</i>	Sandfestlegung	413.	<i>Pelargonium odoratissimum</i>	I.
408.	<i>Dovyalis caffra</i>	Fr.	414.	<i>Pelargonium radula</i>	I.
409.	<i>Gossypium herbaceum</i>	Fi.			

Mittel-/Süd-Amerika

Südtaliens Acker- und Gartenbau sowie auch Küche sind unvorstellbar ohne einige der Arten dieses Gebietes. Die spezifischen Selektionsdrücke Südtaliens haben bei manchen dieser Arten eine große und charakteristische Variation hervorgebracht.

415.	<i>Acacia farnesiana</i>	Hecken	443.	<i>Ipomoea batatas</i>	St.
416.	<i>Acca sellowiana</i>	Fr.	444.	<i>Lippia triphylla</i>	M.
417.	<i>Agave americana</i>	Hecken	445.	<i>Lycopersicon esculentum</i>	V.
418.	<i>Agave sisalana</i>	Fi.	446.	<i>Malpighia glabra</i>	Fr.
419.	<i>Ananas comosus</i>	Fr.	447.	<i>Manilkara zapota</i>	Fr.
420.	<i>Annona cherimola</i>	Fr.	448.	<i>Monstera deliciosa</i>	Fr.
421.	<i>Arachis hypogaea</i>	N.	449.	<i>Nicotiana rustica</i>	I.
422.	<i>Bromus willdenowii</i>	Fo.	450.	<i>Nicotiana tabacum</i>	I.
423.	<i>Canna edulis</i>	St.	451.	<i>Opuntia amyclaea</i>	Fr.
424.	<i>Capsicum annum</i>	V.	452.	<i>Opuntia dillenii</i>	Hecken
425.	<i>Capsicum frutescens</i>	Sp.	453.	<i>Opuntia ficus-indica</i>	Fr.
426.	<i>Carica x heilbornii</i>	Fr.	454.	<i>Passiflora edulis</i>	Fr.
427.	<i>Carica papaya</i>	Fr.	455.	<i>Persea americana</i>	Fr.
428.	<i>Carica pubescens</i>	Fr.	456.	<i>Phaseolus coccineus</i>	Pu.
429.	<i>Casimiroa edulis</i>	Fr.	457.	<i>Phaseolus lunatus</i>	Pu.
430.	<i>Cereus jamacaru</i>	Fr.	458.	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Pu.
431.	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	M.	459.	<i>Physalis peruviana</i>	Fr.
432.	<i>Chrysobalamus icaco</i>	Fr.	460.	<i>Psidium guajava</i>	Fr.
433.	<i>Citrus paradisi</i>	Fr.	461.	<i>Psidium guineense</i>	Fr.
434.	<i>Coccoloba uvifera</i>	Erosionskon-trolle	462.	<i>Psidium littorale</i>	Fr.
435.	<i>Cucurbita ficifolia</i>	V.	463.	<i>Schinus molle</i>	M.
436.	<i>Cucurbita maxima</i>	V.	464.	<i>Sechium edule</i>	V.
437.	<i>Cucurbita moschata</i>	V.	465.	<i>Solanum muricatum</i>	Fr.

Kulturpflanzenforschung und pflanzen genetische Ressourcen

438.	<i>Cucurbita pepo</i>	V.	466.	<i>Solanum tuberosum</i>	V.
439.	<i>Cyphomandra betacea</i>	Fr.	467.	<i>Tropaeolum majus</i>	Sp.
440.	<i>Dichondra micrantha</i>	Rasengras	468.	<i>Tropaeolum minus</i>	Sp.
441.	<i>Eugenia uniflora</i>	Fr.	469.	<i>Zea mays</i>	C.
442.	<i>Heliotropium arborescens</i>	I.			

Nordamerika

Die Anzahl der Arten aus diesem Gebiet ist relativ hoch, aber sie sind meist von untergeordneter Bedeutung.

470.	<i>Amaranthus hybridus</i> convar. <i>erythrostachys</i>	Repellent	485.	<i>Physalis pruinosa</i>	Fr.
471.	<i>Carya illinoensis</i>	N.	486.	<i>Phytolacca americana</i>	I.
472.	<i>Carya ovalis</i>	N.	487.	<i>Populus deltoides</i>	Fo.
473.	<i>Carya ovata</i>	N.	488.	<i>Proboscidea louisianica</i>	V.
474.	<i>Diospyros virginiana</i>	Fr. (Pflropfunterlagen)	489.	<i>Prunus pumila</i>	Fr.
475.	<i>Gleditsia triacanthos</i>	Hecken	490.	<i>Prunus serotina</i>	Fr.
476.	<i>Grindelia robusta</i>	M.	491.	<i>Robinia pseudo-acacia</i>	Hecken, Erosions- kontrolle
477.	<i>Helianthus annuus</i>	Oi.	492.	<i>Simmondsia chinensis</i>	I.
478.	<i>Helianthus tuberosus</i>	St.	493.	<i>Vaccinium corymbosum</i>	Fr.
479.	<i>Juglans hindsii</i>	N. (Pflropfunterlagen)	494.	<i>Vaccinium macrocarpon</i>	Fr.
480.	<i>Juglans nigra</i>	N. (Pflropfunterlagen)	495.	<i>Vitis aestivalis</i>	Fr.
481.	<i>Maclura pomifera</i>	Hecken	496.	<i>Vitis labrusca</i>	Fr.
482.	<i>Montia perfoliata</i>	V.	497.	<i>Vitis riparia</i>	Fr.
483.	<i>Oenothera biennis</i>	V.	498.	<i>Vitis rotundifolia</i>	Fr.
484.	<i>Passiflora incarnata</i>	M.	499.	<i>Vitis rupestris</i>	Fr.

Australien/Neuseeland

Nur wenige Kulturpflanzen mit untergeordneter Bedeutung stammen aus diesem Gebiet

500.	<i>Acacia dealbata</i>	I.	505.	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Windschutz
501.	<i>Acacia mearnsii</i>	Hecken	506.	<i>Casuarina stricta</i>	Windschutz
502.	<i>Acacia pycnantha</i>	I.	507.	<i>Eucalyptus globulus</i>	M.
503.	<i>Acacia saligna</i>	Hecken	508.	<i>Phormium tenax</i>	Fi.
504.	<i>Atriplex nummularia</i>	Fo.	509.	<i>Tetragonia tetragonioides</i>	V.

Die Ergebnisse der detaillierten Klassifikation zeigen die Wichtigkeit "anatomischer" Studien als Grundlage für ein Inventory pflanzen genetischer Ressourcen, das wiederum die Basis für die Auswahl der Sammlungs- und Erhaltungsstrategien, die Schätzung der genetischen Erosion und die Bewertung der evolutionären Bedeutung eines Gebietes (vgl. HAMMER und PERRINO 1995) sein muß. Eine Zusammenschau derartiger "anatomischer" Studien aus verschiedenen Gebieten könnte einen integralen Ansatz für die Erhaltung pflanzen genetischer Ressourcen liefern. Die Genzentren

VAVILOVs haben ihre Bedeutung als Mannigfaltigkeitsgebiete noch erhalten können. Es sind aber mehr Studien, auch auf dem infraspezifischen Niveau, notwendig, um das Material für eine effektive gegenwärtige und zukünftige Nutzung erhalten zu können.

4.3 Generosion

Der Begriff Generosion hat sich im Kontext der wachsenden internationalen Bedeutung der Arbeit mit den pflanzengenetischen Ressourcen herausgebildet. Der Begriff taucht anfangs im Zusammenhang mit der Verarmung der Vielfalt der Landwirtschaft auf (BENNETT 1968). Später kam es zu einer deutlichen Begriffserweiterung im Rahmen der Gesamtschau zur Biodiversität, indem letztlich die gesamte belebte Natur einbezogen wurde. Bei den Landsorten der Kulturpflanzen ist dieser Prozeß natürlich schon sehr viel früher beobachtet worden. Harlan (1950) hat aus der Türkei über Verluste berichtet, und auch vorher gab es im Zusammenhang mit der wachsenden Erkenntnis des Wertes von Landsorten (von PROSKOWETZ und SCHINDLER 1890), Hinweise auf und Warnungen vor ihrem möglichen Verlust. Regelrecht eskaliert ist der Prozeß dann in der Folge der "grünen Revolution", wobei der raschen Verbreitung der Hohertragsorten eine besondere Rolle bei der Generosion beigemessen wurde (DALRYMPLE 1986). In den achtziger Jahren wurde dann auch folgerichtig das endgültige Verschwinden der Landsorten prognostiziert. Leider führte diese Prognose nun aber nicht zu verstärkten Sammlungs- und Erhaltungsmaßnahmen, sondern die Generosion wurde als schon vollendet angesehen, und mit dem Hinweis auf die hochgerechneten Leistungen der letzten zwanzig Jahre wurde die Frage gestellt: Haben wir nicht eigentlich schon zuviel Material? Das war eine in zweierlei Hinsicht nachteilige Entwicklung. Die Aktivitäten zur Rettung der aussterbenden Landsorten wurden im wesentlichen eingestellt oder zumindest stark eingeschränkt, und es wurden gleichzeitig nur noch wenige Untersuchungen zu den noch existierenden Landsorten durchgeführt. Erst mit den Untersuchungen zur Entwicklung der On-farm-Erhaltung (vgl. ESQUIVEL und HAMMER 1988, BRUSH 1995) erreichte dieses Thema wieder die ihm zukommende Aufmerksamkeit. Es wurde über verschiedene Methoden der Beschreibung des Ausmaßes der Generosion nachgedacht (GUARINO 1995), ein Verfahren zur Schätzung ist bisher noch nicht mitgeteilt worden, abgesehen von dem Versuch von K. HAMMER, H. KNÜPFER, K. PISTRICK und L. XHUVELI - Estimating genetic erosion in crops - an example from Albania. Diese als Manuskript vorliegende Arbeit sollte auf dem Festsymposium anlässlich des einhundertsten Jubiläums des VAVILOV-Instituts in St. Petersburg "Global Genetic Resources - Heritage of Mankind", 7. - 13. August 1994 vorgetragen werden. Der Vortrag konnte leider nicht in das offizielle Programm aufgenommen werden. So beschränkt sich die bisherige Informationsverbreitung auf einige verteilte Vortragsmanuskripte und die Pausendiskussion, und auch die anfangs vorgesehene Publikation des Tagungsbandes kann wohl nicht realisiert werden. Inzwischen ist aber ein größerer Beitrag im Druck, in den auch Süditalien mit einbezogen werden konnte (HAMMER et al., 1996). Albanien bot für die Ermittlung von Schätzwerten insofern ausgezeichnete Voraussetzungen, als STUBBE 1941 eine Sammelreise dort durchgeführt hat (STUBBE 1982). Seit 1993 läuft eine internationale Exploration dieses Gebietes (HAMMER et al. 1994) bei der eine repräsentative Auswahl der alten Sammlungsorte untersucht werden konnte. Eine interessante Parallele gibt es für Süditalien. MALY, ein Schüler

STUBBES, hatte dort 1950 eine größere Sammelreise unternommen (MALY et al. 1987). Seit 1980 wurde dieses Gebiet systematisch in Zusammenarbeit mit dem Istituto del Germoplasma untersucht. Die ursprünglichen Aufsammlungen stehen in der Genbank Gatersleben für Vergleichssammlungen zur Verfügung. Damit war es möglich, den noch vorhandenen Anteil der Landsorten in den Untersuchungsgebieten zu kalkulieren. In Süditalien war die höchste Generosion für typische Vertreter der Feldkulturen zu verzeichnen, während für die Gartenkulturen etwas bessere Erhaltungsmöglichkeiten zur Verfügung standen durch größere Nischenbildungen für allerdings in der Regel kleinere Populationen (HAMMER et al. 1996). In Albanien waren nur Feldkulturen in der primären Sammlung vertreten.

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse zeigt Tabelle 5.

Tab. 5: Schätzung der Generosion auf dem Artniveau für Landsorten in Albanien (Vergleich zwischen den Sammlungen 1941 und 1993) und Süditalien (Vergleich zwischen den Sammlungen 1950 und 1983/86) nach HAMMER et al. (1996)

	Proben ausgewählter Sammelorte (primäre Aktivitäten)	Proben ausgewählter Sammelorte (neuere Aufsammlungen)	Generosion (%)
Italien	103	28	72,8
Albanien	29	8	72,4

Die Zahlen in Tabelle 5 belegen das starke Wirken der Generosion in verschiedenen Teilen des Mittelmeergebiets. Die gefundenen hohen Werte scheinen insgesamt für das Gebiet typisch zu sein. Erstaunlich ist die Übereinstimmung mit einer FAO-Schätzung, nach der seit Beginn unseres Jahrhunderts 75 % der genetischen Diversität bei den landwirtschaftlichen Kulturpflanzen verlorengegangen ist (SAOUMA 1993).

Geht man von der Voraussetzung aus, daß die jährliche Verlustrate konstant war, ergibt sich eine jährliche Generosion für Albanien von 2,45 % und für Italien von 3,88 %. Die Erosionsgeschwindigkeit in Italien ist also wesentlich höher durch eine schnellere landwirtschaftliche Entwicklung. In beiden Fällen ist aber noch Landsortenmaterial vorhanden, das durch geeignete Maßnahmen auch vor Ort erhalten werden könnte. Allerdings müssen dafür neue Verfahren entwickelt und Methoden erprobt werden. Natürlich ist mit der beschriebenen Methode nur ein grober Schätzrahmen gegeben. Auf dem infraspezifischen Niveau gibt es auch Generosion. Hierzu wären morphologische oder auch molekulare Methoden heranzuziehen. Jedenfalls stehen diese Optionen durch Sicherstellung des Materials in der Genbank noch offen.

5 Integrierte Genbank

Das Konzept der integrierten Genbank ist das Ergebnis der über fünfzigjährigen Arbeit der Genbank Gatersleben (HAMMER et al. 1994). Die Bezeichnung wurde erstmals durch HAMMER (1995a) gewählt nach Vorarbeiten in den Jahren 1993 und 1994 (vgl. auch Hammer 1993c, 1994, 1995b). Das Konzept geht davon aus, daß die Genbank Gatersleben über eine innere Struktur verfügt, die die Voraussetzungen für alle notwendigen Funktionen zur Sammlung, Erhaltung, Charakterisierung, Evaluierung und Dokumentation pflanzengenetischer Ressourcen schafft, in ein modernes biologisches Forschungsinstitut eingebettet ist und im Wechselspiel mit der Abteilung Taxonomie und den anderen Abteilungen des Instituts moderne Fragen speziell der sammlungsbezogenen Forschung und allgemein der Kulturpflanzenforschung bearbeiten kann, als größte derartige Einrichtung im nationalen Rahmen die Ex-situ-Erhaltung ausführt sowie dabei ist, enge Verbindungen zur In-situ und On-farm-Erhaltung zu knüpfen, und im internationalen Maßstab besonders durch eine Reihe von Ergebnissen zur Rettung gefährdeter Materials hervorgetreten ist. Aus dem integrierten Ansatz sollen hier nur drei Aspekte etwas näher beleuchtet werden.

5.1 Erhaltung und Reproduktion

Durch die Samenkühlagerhäuser kann für die meisten Arten die Dauer der Keimfähigkeit deutlich verlängert werden (KELLER und HAMMER 1994). Damit verringert sich der Reproduktionsanbau zur Gewinnung frischen Saatgutes. Neue Genbanken haben sich anfangs meist gar nicht auf einen Reproduktionsanbau eingestellt, weil bis zum notwendigen Nachbau des Materials doch erst zwei bis drei Jahrzehnte vergehen würden. Diese Situation hat zu einer Vernachlässigung des Reproduktionsanbaus geführt. In Gatersleben gab es von Beginn an die Notwendigkeit zur Vermehrung des Materials in relativ kurzen Abständen auf dem Versuchsfeld. Die ersten Erfahrungen zu den Reproduktionsmaßnahmen wurden von LEHMANN und MANSFELD (1957) zusammenfassend dargestellt und so eine Richtschnur für die weiteren Arbeiten geschaffen. Aus Sicherheitsgründen wurde für Selbstbefruchter ein disjunktiver Parzellenanbau vorgeschlagen, bei dem beispielsweise Parzellen von Weizen und Gerste im Wechsel zum Anbau kommen. Damit können Vermischungen während der Ernte vermieden werden. Außerdem stellte sich später heraus, daß der etwas vergrößerte Abstand zwischen den Parzellen mit gleichen Arten, der inhärenten Neigung mancher Sippen zur Fremdbefruchtung stärkere Grenzen setzt (z.B. Gerste, vgl. HAMMER 1975). Größere Probleme bestehen bei der sippenechten Vermehrung von Fremdbefruchtern. Für Anemophile hat sich eine Isolierung durch Leinenbeutel bewährt. Für Entomophile muß außer der Isolation durch oder in Kästen, Kabinen und Gewächshäusern für die notwendigen Bestäuber gesorgt werden. Nach anfänglichen Versuchen mit Honigbienen, wurden später bessere Erfahrung mit Hummeln, Solitärbienen und zuletzt Schwebfliegen gemacht (GLADIS 1989). Ein Zusammenpflanzen verschiedener Arten in größeren Isoliergewächshäusern, die dann durch verschiedene Insekten bestäubt werden (meist Kombination von Solitärbienen und Schwebfliegen), hat sich bisher am besten bewährt. Aufgrund des hohen Aufwandes bei Fremdbefruchtern ist diese Gruppe in den Genbanken sehr vernachlässigt. Der relativ hohe Anteil am

Gesamtmaterial in Gatersleben (vgl. Tab. 6) ist durch das große Artenspektrum möglich, das den Anbau jeweils mehrerer durch Kreuzungsbarrieren getrennter Sippen in den Isoliergewächshäusern nebeneinander gestattet. Größere Bestände von disjunkt angebauten Selbstbefruchtern liefern weitere Isolierstandorte, und außerdem stehen noch Möglichkeiten auf bestimmten Standorten, die im gesamten Institutsgelände verteilt sind, zur Verfügung. Wie auch für weitere Merkmale (u.a. Keimfähigkeitsdauer, Kulturanforderungen, Erntebesonderheiten), kommt es durch die Integration einfacher und schwieriger Sammlungsteile zu einem ausgleichenden Effekt, der die Führung einer größeren Sammlung bei angemessenem Aufwand ermöglicht (Tab. 7).

Bei einer Gesamtanzahl des in Gatersleben selbst gehaltenen Materials von 79.222 Mustern (vgl. Tab. 6) ergibt sich ein Reproduktionsanteil von ca. 13 %. Dem würde eine Reproduktionsintervall von knapp 8 Jahren entsprechen. Wir befinden uns also in einem deutlich kürzeren Zeitrhythmus als den ca. 20 Jahren die für Getreide, die größte Gruppe, im allgemeinen angenommen werden (jährlicher Reproduktionsanteil = 5 %). Hier zeigen sich teils Probleme mit schwierigem Material, das unter Umständen mehrere Jahre hintereinander angebaut werden muß, um eine gute Probe in die Langzeitlagerung überführen zu können, und teils die Tatsache, daß ausdauerndes Material mehrjährig im Versuchsfeld steht. In erfahrenen Genbanken häuft sich der Anteil des schwierigen Materials, weil diese Arbeit von den anderen nicht geleistet werden kann. Zur Integration des komplizierten Materials in die Sammlung sind oft neue Wege auszuarbeiten, und es ist auch mit entsprechenden Verlusten zu rechnen (vgl. MALY et al. 1987). Schwieriges Material sollte von Anfang an durch Anbauversuche auf seine Vermehrungsfähigkeit unter den Ex-situ-Bedingungen der Genbanken getestet werden. Werden solche Sippen erst bei eingeschränkter Keimung in die Reproduktion genommen, ist es meist für eine erfolgreiche Erhaltung zu spät. Da schwieriges Material nicht unbedingt ausgewiesen ist, sollte der Anbauversuch immer relativ früh erfolgen.

So trivial die Ex-situ-Reproduktion erscheint, ist sie doch von herausragender Bedeutung für die dauerhafte Erhaltung eines Musters in der Genbank. Während der Saatgutproduktion werden auch alle anderen wichtigen Aufgaben erfüllt, wie die Entnahme von Vergleichsmaterial für die botanischen Referenzsammlungen, die Determination des Materials (Zusammenarbeit mit Abteilung Taxonomie), Charakterisierung sowie primäre und sekundäre Evaluierung.

Tab. 6: Sortimentsbestand am Standort Gatersleben im Jahre 1995

Getreide und Gräser				37.101
dav.	Weizen	16.990	dav. Aegilops	1.093
	Gerste	11.990	Hirsen	492
	Hafer	2.820	Mais	1.404
	Roggen	1.019	Gräser	1.293
Leguminosen				18.510
dav.	Phaseolusbohnen	7.815	dav. Platterbsen	428
	Vigna und Lablab	584	Wicken	1.596
	Ackerbohnen	1.503	Lupinen	811
	Sojabohnen	1.424	Linsen	311
	Erbsen	3.093	Klecarten u.a.	903
	Kichererbsen	242		
Kürbisgewächse				2.032
dav.	Kürbisse	652	dav. Gurken	472
	Melonen	395	Sonstige	513
Gemüse (einschl. Rüben)				10.356
dav.	Tomaten	2.805	dav. Zwiebeln	1.257
	Paprika	1.313	Brassica-Kohl	1.424
	Eierfrüchte	76	Salat	822
	Beta-Rüben	499	Spinat	160
	Raphanus	496	Sellerie	155
	Möhren	259	Sonstiges	863
	Zichorie	227		
Öl-, Faser- und Farbpflanzen				3.516
dav.	Brassica-Öl	445	dav. Farb- u. techn. Pflanzen	25
	Mohn	744	Faserpflanzen	9
	Lein	1.611	Sonstige	77
	Sonnenblumen	245		33
				5
Arznei- und Gewürzpflanzen				3.097
Tabak				458
Löwenmaul-Wildarten				83
Erdbeeren				74
Zierpflanzen				1.458
Mutanten (dav. Tomaten = 620, Soja = 1.519, Antirrhinum = 398)				2.537
Sortimentsbestand 1995, insgesamt				79.222

Tab. 7: Sortimentsanbau am Standort Gatersleben im Jahre 1995

1. Flächenangaben zum parzellierten Anbau auf dem Versuchsfeld			
1.1. Getreidesortimente		2,4 ha	
1.2. Allgemeine Sortimente		3,4 ha	
1.3. Isolierstreifen und Streulagen		1,5 ha	
1.4. Dauergärten einschl. Allium		5,5 ha	
Ex-situ-Reproduktion insgesamt		12,8 ha	
2. Anzahl angebaute Sippen der Fruchtarten(gruppen)			
Weizen	899	Mais	71
Gerste	987	Hirse	82
Hafer	178	Gräser	136
Roggen	64	Aegilops	77
Getreide/Gramineen insges.			2.494
Gartenbohnen	788	Erbsen	217
Ackerbohnen	214	Kichererbsen	44
Sojabohnen	237	Platterbsen	62
Linsen	-	Vicia-Arten	129
Lupinen	53	Kleeartige	289
Leguminosen insges.			2.033
Gemüse (Kohl-, Zwiebel-, Wurzel-)	2.386	Paprika und Eierfrüchte	89
Salat	91	Kürbisgewächse	133
Tomaten	375	Sonst. Gemüse	18
Gemüse einschl. Cucurbitaceen insges.			3.092
Öl-, Faser- und techn. Pflanzen			279
Lein			159
Mohn			71
Tabak und Spezialsortimente			41
Öl-, Faser- u. techn. Pflanzen insges.			446
Arznei- und Gewürzpflanzen insges.			1.196
Zierpflanzen	505	Erdbeeren	67
Löwenmaul	32	Betarüben	125
Sonstiges Allgemeines Sortiment insges.			729
Sortimentsanbau, insgesamt			9.990

5.2 Wildpflanzen und Unkräuter

Die wachsenden Möglichkeiten für die Verwendung von Wildpflanzen in der Pflanzenzüchtung haben zu einer starken Nachfrage nach solchem Material in den Genbanken geführt. Spezialkollektionen entwickelten sich, und es waren einige spezifische Fragen zu klären, die durch LEHMANN und MANSFELD (1957) noch nicht mit bearbeitet worden sind. 1980 erschien dann der erste Beitrag einer neuen Serie, der sich speziell mit Wildpflanzenkollektionen in der Genbank auseinandersetzte (HAMMER 1980). Prinzipiell standen ähnliche Probleme wie in Botanischen Gärten an. Die Kulturverfahren mußten auf die Wildpflanzen abgestellt werden, wobei oft diffizile Sippenanforderungen zu berücksichtigen waren. Aus der Vielzahl unterschiedlicher Vertreter einer Art, die jährlich sippenecht reproduziert werden müssen, ergibt sich die Notwendigkeit der genauen Kenntnis der Reproduktionssysteme. Sind diese bei den Kulturpflanzen im wesentlichen bekannt (auf spezifische Abweichungen wurde schon im vorhergehenden Abschnitt hingewiesen), so gibt es hier bei den Wildpflanzen meist nur einzelne Hinweise. Bei *Aegilops* (HAMMER 1980) und *Secale* (HAMMER et al. 1987) als anemophilen Gattungen konnten alle Übergänge von autogam bis obligatorisch allogam festgestellt werden, wobei eine recht einheitliche Tendenz innerhalb der Arten beobachtet werden konnte (HAMMER 1987, 1990). Abgeleitet wurde eine größer werdende Isolieranforderung, vom Anbau innerhalb der üblichen Reproduktion der Autogamen, über größere Isolationsabstände bei den fakultativ Allogamen bis zu strenger Isolierung bei den obligatorischen Fremdbefruchtern. Ganz ähnliche Verhältnisse zeigten sich bei *Datura* (HAMMER et al. 1983), einer entomophilen Gattung.

Der wachsende Bedarf der Nutzer war das entscheidende Kriterium für den Aufbau der vorgenannten Sammlungen, die Verfügbarkeit des Materials also das entscheidende Element. Aber zuweilen ergibt sich doch die Verbindung zum Artenschutz wie beispielsweise bei *Aegilops mutica*, einer Art aus dem Roten Buch der UdSSR, von der in Gatersleben acht Sippen erhalten werden (Anonym 1990). Natürlich können die speziell entwickelten Methoden der Genbank, z.B. die In-vitro-Lagerung (KELLER 1991), auch für Artenschutzprogramme nützlich sein. Die Ansätze einer Zusammenarbeit zwischen Genbank und Naturschutz reichen von der Lagerung von Sicherheitsduplikaten bis zur Beratung bei bestimmten Erhaltungsprogrammen (HAMMER 1993). So wurde in Zusammenarbeit mit dem Institut für Landschaftsforschung und Naturschutz Halle die Erfassung pflanzengenetischer Ressourcen in geschützten Gebieten vorgenommen (SCHLOSSER 1984). In 761 Schutzgebieten mit der Gesamtfläche von mehr als 100000 ha wurden die Information zu den pflanzengenetischen Ressourcen erfaßt. Schließlich wurden 980 Wild- und 148 Adventivpflanzenarten als Ressourcen in Mitteleuropa ausgewiesen (SCHLOSSER, REICHHOFF und HANELT, 1991), die in geeigneter Weise "in situ" geschützt werden können. Die bei diesem Programm investierten Genbankaktivitäten entspringen dem Interesse der Genbank an der Gesamtproblematik der Erhaltung und Nutzung genetischer Ressourcen und der Erkenntnis, daß nicht die gesamte Fülle des entsprechenden Materials in Genbanken erhalten werden muß und kann. Für Wildpflanzen sollten immer In-situ-Methoden im Vordergrund stehen, wenn nicht bestimmte Gefährdungs- oder Verfügbarkeitsaspekte angezeigt sind.

Eine besondere Stellung im Naturschutz nehmen die Unkräuter ein. Sie existieren überwiegend im Kontext der landwirtschaftlichen und gärtnerischen Einflußsphäre des Menschen und sind dadurch den üblichen Schutzmaßnahmen schwer zugänglich. In vielen Fällen sind sie aber ge-

netische Ressourcen, so daß sie voll in die Interessensphäre der Genbanken einzubeziehen wären (HAMMER 1985). Als Produkte der Selektionsdrücke in den Agroökosystemen verfügen sie oft selbst über Domestikationsmerkmale und sind meist außerhalb der vom Menschen geprägten Umwelt nicht überlebensfähig. Natürlich würden solche Arten in den Feldflurenreservaten des Naturschutzes überleben können. Es hat sich aber oft eine Fülle von verschiedenen infraspezifischen Sippen mit Anpassungen an unterschiedliche Fruchtarten, Sorten, klimatische und edaphische Bedingungen herausgebildet, deren Vielfalt sich in den Reservaten kaum widerspiegeln kann.

Einige dieser auch als Indikatorpflanzen für Landsorten nützlichen Unkräuter sind durch die Gaterslebener Sammelreisen regelmäßig in Proben von Kulturpflanzensaatgut mit erfaßt worden. Im Ergebnis entstanden Spezialkollektionen verschiedener Unkräuter dieses konvergenten Entwicklungstyps (KUPZOW 1980). Besonders charakteristisch entwickelte sich die Sammlung der Kornrade (gegenwärtig 214 Sippen). Diese Art ist nicht nur ein hervorragendes Objekt für Domestikationsstudien, sondern stellte sich auch als genetische Ressource mit unterschiedlichen Nutzungsrichtungen heraus (HAMMER, HANELT und KNÜPFER 1982). Gerade die Unkräuter vom konvergenten Entwicklungstyp sollten daher in die Genbanken integriert werden. Hier ist aber besondere Eile geboten, weil die Landsorten als Trägerkulturen schon in vielen Gebieten der Erde völlig erloschen sind.

5.3 Expedition und Exploration

Die größte Änderung in der Genbankarbeit hat sich nach meiner Einschätzung bei den Sammelreisen ergeben. VAVILOV hatte seinerzeit die Beschaffung von Material, das für die landwirtschaftliche Produktion in seinem Lande von größter Wichtigkeit war, in den Vordergrund seiner Argumentationen gestellt. Man beschaffte sich also benötigtes Material über Sammelreisen, zog seine wissenschaftlichen Schlußfolgerungen und übergab es zur weiteren Erhaltung an geeignete Einrichtungen. Solche Sammelreisen entsprachen im wesentlichen denen der Botaniker, wobei allerdings lebendes Material, vor allem Saatgut, eine besondere Rolle spielte. Anfangs spielten Überlegungen zur Gefährdung und der sich daraus ableitenden Rettung des Materials noch keine Rolle. Erst dieser Aspekt änderte allmählich seit den fünfziger Jahren die Haltung zu den genetischen Ressourcen - die Rettung gefährdeten Materials wurde als immer wichtiger eingeschätzt. Gleichzeitig begann aber ein Prozeß, der zunehmend den Wert genetischer Ressourcen in neuem Licht erscheinen ließ. Schon KUCKUCK (1962, zitiert nach FLITNER 1995) weist auf die Möglichkeit der Interpretation von Sammelreisen im Sinne kolonialer Ausbeutung hin. Die traditionellen Sammelreisen, die etwa vierzig Jahre lang das Geschehen bestimmten und eine große Anzahl von Material in die Ex-situ-Erhaltung gebracht hatten, wobei natürlich auch zahlreiche Muster dem Aussterben entgingen, denn der sich rapide beschleunigende Generosion war keine der eingeleiteten Maßnahmen gewachsen, wurden und werden zwar von manchen Ländern noch weitergeführt, aber es entwickelten sich auch entschieden neue Ansätze. Zwar wurde die wissenschaftliche Basis der Sammelreisen im Sinne des traditionellen Vorgehens weiter entwickelt und verfeinert und ein charakteristisches Modell für die Gaterslebener Aktivitäten entstand (vgl. HAMMER et al. 1995), aber es kam eine Reihe neuer Elemente dazu. So wurden die Reisen immer

gemeinsam mit Wissenschaftlern der Partnerländer durchgeführt. Der Hauptteil des Materials verblieb immer in der Genbank des Partners, wobei bei sehr geringen Sammelmengen das Material oft in Gatersleben reproduziert wurde. Duplikate wurden in die Genbank Gatersleben übernommen, und es erfolgte die gemeinsame Auswertung des Materials. Besonderheit der Sammelreisen wurde immer mehr, daß jeweils ein breites Spektrum an Kulturpflanzen und ihrer wildwachsenden Verwandten in die Untersuchungen einbezogen wurde, das oft die engeren Sammlungsziele der beteiligten Genbanken weit übertraf. Letztlich lief das Ganze auf eine Gesamtschau der wichtigsten pflanzengenetischen Ressourcen hinaus, die über spezielle Check-Listen erfaßt (HAMMER 1991) und in ihrer Verbreitung, Nutzung, Variabilität etc. charakterisiert werden. Ein ganz wichtiges Ziel war dabei die Feststellung des Gefährdungsstatus für jede Art und natürlich auch die zugehörigen Landsorten. Für Süditalien wurde ein spezielles Modell entwickelt (HAMMER und PERRINO 1995), das von dem Gefährdungsstatus ausgeht. Man kann folgende Stufen unterscheiden.

- 1) Gefährdetes und seltenes Material (nur vereinzelte Fundorte). Hier sollte unbedingt eine Probe in die Ex-situ-Erhaltung übernommen werden. Das trifft natürlich auch für Sippen zu, für die bisher ein Nachweis fehlte bzw. die neu und selten im Gebiet aufgefunden werden konnten.
- 2) Seltenes Material (mehr als 10 Fundorte). Die weitere Entwicklung dieser Sippen muß genau verfolgt werden. Eine On-farm-Erhaltung ist mit speziell interessierten Betrieben abzustimmen. Sicherheitsduplikate sollten in die Ex-situ-Erhaltung übernommen werden.
- 3) Mäßig verbreitetes Material (mehr als 100 Fundorte). Für die On-farm-Erhaltung bestens geeignet. In Einzelfällen sollten Sicherheitsduplikate in die Genbanken übernommen werden. Eine regelmäßige Kontrolle der Situation ist angezeigt.
- 4) Häufiges Material. Hier sind keine besonderen Maßnahmen notwendig. Die Erhaltung wird durch den allgemeinen Anbau garantiert.

Dieses System muß natürlich weiter untersucht werden, um Veränderungen rechtzeitig registrieren und entsprechende Maßnahmen einleiten zu können. In diesem Modell hat sich die Stellung der Genbanken zum Material deutlich verändert, und aus den Sammelreisen sind Explorationsreisen geworden. Das ist natürlich nur möglich, wenn tatsächlich ein möglichst breites Spektrum an Fruchtarten einbezogen wird. Die heute im allgemeinen praktizierte punktuelle Nachsuche in einzelnen Gebieten nach bestimmten Sippen, die aufgrund ihrer erwarteten Merkmalsausprägungen zur Ergänzung der Sammlungen notwendig sind, ist eine vollkommen andere Annäherung an die Problematik. Für sie können Fruchtartenspezialisten herangezogen werden, während im ersten Fall breiter orientierte Wissenschaftler benötigt werden, wie sie etwa in Genbanken zu finden sind. Damit kommen auf die Genbanken automatisch Aufgaben zu, die sich nicht nur auf den Ex-situ-Bereich der Erhaltung orientieren. Programme sind mit dem Nichtregierungsorganisationen (NRO) und anderen Interessenten auszuarbeiten und abzustimmen, um die On-farm-Erhaltung zu gewährleisten. Ein weitergehender Sonderfall schlägt sogar die Brücke zum Naturschutz. Relativ häufig wurden in Süditalien Introgressionen von Wild- in Kultursippen und umgekehrt gefunden, so bei den Gattungen *Beta*, *Brassica*, *Pyrus*, *Raphanus* und *Secale* (HAMMER und PERRINO 1995). Die Introgressionen sind von großer evolutionärer Bedeutung für die betreffenden Arten. Diese Kulturpflanzenpopulationen sollten also durch On-

farm-Methoden erhalten werden. Für die verwandten Wildarten sind ebenso Methoden zur In-situ-Erhaltung angebracht. Das vorgeschlagene Modell ist auf jeden Fall für den Kulturpflanzenforscher reizvoll. Bei den Naturschützern trifft man eher auf Skepsis, weil sie einen Verlust der genetischen Integrität bei den Wildpflanzen befürchten. Hier muß noch Neuland beschritten werden. Aber genauso wie die ersten Vorschläge für ein On-farm-Erhaltung für *Triticum dicoccon* und *Triticum monoccum* schon über zehn Jahre zurückliegen (PERRINO und HAMMER 1984), aber erst seit Beginn der neunziger Jahre zunehmend realisiert werden konnten - aus vergessenen Getreiden sind wieder Objekte für den Anbau und die Forschung geworden (vgl. PADULOSI, HAMMER und HELLER 1996) - ,wird es zu integralen Ansätzen zwischen Genbanken und Naturschutz kommen. Eine Reihe von Ideen ist jedenfalls schon zusammengetragen worden (vgl. HAMMER und KNAPP 1993). Die Rolle der Genbanken hat sich deutlich geändert (HAMMER und PERRINO 1995). Sie haben eine katalytische Funktion bei der Steuerung entsprechender Aktivitäten von Landwirten und Naturschutz. Andererseits sind sie kritische Beobachter der evolutionären Prozesse *in situ*, also sowohl der Generosion als auch positiver evolutionärer Effekte. Außerdem stehen sie als Sicherheitsdepot zur Verfügung. Hier wird weit über die traditionelle Arbeit der Genbanken hinausgegangen. Die entsprechenden Arbeiten gehen auch in den tropischen Bereich hinein (HAMMER, ESQUIVEL und KNÜPFER 1992-1994), wo das dort vorhandene Material eine direkte Nutzung durch die Züchtung der Industrieländer wenig wahrscheinlich macht. Der Anteil an Entwicklungshilfe im besten Sinne nimmt zu.

6 Literatur

- AKERROYD, J. (1996): Editorial: What really is diversity? Plant Talk 4, January 1996, 2.
- ANONYM (1990): Erste gemeinsame Veröffentlichung über den Sammlungsbestand pflanzengenetischer Ressourcen in Braunschweig und Gatersleben. Braunschweig und Gatersleben, 70 pp.
- BAUHIN, C. (1623): Pinax Theatri Botanici. Basel.
- BENNETT, E. (Hrsg.) (1968): Record of the FAO/IBP Technical Conference on the Exploration, Utilization and Conservation of Plant Genetic Resources. FAO, Rome.
- BRÜCHER, H. (1969): Gibt es Genzentren? Naturwissenschaften 56, 77 - 84.
- BRUSH, S.B. (1995): In situ conservation of landraces in centers of crop diversity. Crop Sci. 35, 346 - 354.
- CAMUS, J. (1894): Les noms des plantes du Livre d'Heures d'Anne de Bretagne. J. Bot. 8, 19 - 23.
- CASTIÑEIRAS, L., M. ESQUIVEL, L. LIOI and K. HAMMER, (1991): Origin, diversity and utilization of the Cuban germplasm of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Euphytica 57, 1 - 8.
- DIAZ BARREIRO, F. (1977: NICOLÁS I. VAVILOV. Primeras relaciones científicas de la URSS y Cuba. La Habana, 101 pp.
- DALRYMPLE, D. (1986): Development and spread of high-yielding wheat varieties in developing countries. USAID, Washington, D.C.
- DÉTIENNE, M. (1970): La Cuisine de Pythagore. Arch. Sociologie Religions No. 29, 141 - 162.
- DOROFYEV, V.F. and A.A. FILATENKO (1992: Preface. In: VAVILOV, N.I., Origin and Geography of Cultivated Plants. Cambr. Univ. Press.
- ENNEKING, D. (1995): The Toxicity of *Vicia* Species and Their Utilisation as Grain Legumes.

- Centre for Legumes in Mediterranean Agriculture (CLIMA) Occasional Publication No. 6, Nedlands W.A., 119 pp.
- ESQUIVEL, M., L. CASTIÑEIRAS, B. RODRÍGUEZ and K. HAMMER (1987): Collecting plant genetic resources in Cuba. *Kulturpflanze* 35, 367 - 378.
- ESQUIVEL, M. and K. HAMMER, (1988): The "conuco" - an important refuge of Cuban plant genetic resources. *Kulturpflanze* 36, 451 - 463.
- ESQUIVEL, M. and K. HAMMER, (1992): The Cuban homegarden 'conuco': a perspective environment for evolution and in situ conservation of plant genetic resources. *Genetic Resources Crop Evolution* 39, 9 - 22.
- FLITNER, M., (1995a): Sammler, Räuber und Gelehrte. Die politischen Interessen an pflanzengenetischen Ressourcen 1895 - 1995. Campus, Frankfurt / New York, 336 pp.
- FLITNER, M. (1995b): Genetische Ressourcen: Von der Entstehung und den Konjekturen eines Begriffes. *Loccumer Protokolle* 66/94, 203 - 213.
- FRANKEL, O. and E. BENNETT (eds.), (1970): Genetic Resources in Plants - Their Exploration and Conservation. IBP Handbook No. 11, 554 pp.
- GEPTS, P. (1988): Phaseolin is an evolutionary marker. In: P. GEPTS (ed.), Genetic Resources of *Phaseolus* Beans. Kluwer, Dordrecht, pp. 251 - 241.
- GRMEK, M.D., (1989): Diseases in the Ancient Greek World. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London.
- GUARINO, L. (1995): Assessing the threat of genetic erosion. In: L. GUARINO, V.R. RAO and R. REID (eds.), Collecting Plant Genetic Diversity - Technical Guidelines, pp. 67 - 74, CAB International, Wallingford, U.K.
- HAMMER, K. (1975): Die Variabilität einiger Komponenten der Allogamieneigung bei der Kulturgerste (*Hordeum vulgare* L.s.l.). *Kulturpflanze* 23, 167 - 180.
- HAMMER, K. (1980): Vorarbeiten zur monographischen Darstellung von Wildpflanzensortimenten: *Aegilops* L. *Kulturpflanze* 28, 33 - 180.
- HAMMER, K. (1985): Erhaltung von Unkrautsippen - eine Aufgabe für die Genbank? *Arch. Naturschutz und Landschaftsforsch.* 25, 75 - 79.
- HAMMER, K. (1987): Resistenzmerkmale und Reproduktionssystem als Indikatoren für evolutionäre Tendenzen in der Gattung *Aegilops* L. *Biol. Zbl.* 106, 273 - 282.
- HAMMER, K. (1990): Breeding system and phylogenetic relationships in *Secale* L. *Biol. Zbl.* 109, 45 - 50.
- HAMMER, K. (1991a): Die Nutzung des Materials der Gaterslebener Genbank für die Resistenzzüchtung - eine Übersicht. *Votr. Pflanzenzüchtg.* 19, 197 - 206.
- HAMMER, K. (1991b): Checklists and germplasm collecting. *FAO/IBPGR Plant Genetic Resources Newsl.* 85, 15 - 17.
- HAMMER, K. (1992a): Genbankarbeit und Naturschutz in Deutschland - erste Ansätze zu einer Kooperation. *Votr. Pflanzenzüchtg.* 25, 10 - 13.
- HAMMER, K. (1992b): Neu- und altweltliche Bohnen. *Votr. Pflanzenzüchtg.* 22, 162 - 165.
- HAMMER, K. (1993a): Sammlung pflanzlicher genetischer Ressourcen im Mittelmeergebiet. *Tropenlandwirt, Beih.* 49, 49 - 59.
- HAMMER, K. (1993b): Anmerkungen zur Einführungsgeschichte der Bohne in der Alten Welt. *Kataloge des OÖ. Landesmuseums, n. F.* 61, 253 - 256.

- HAMMER, K. (1993c): Generosion aus Genbank-Sicht. Votr. Pflanzenzüchtg. 25, 140 - 148.
- HAMMER, K. (1994): Ex situ and on farm conservation and the formal sector. In: F. BEGEMANN and K. HAMMER (eds.), Integration of Conservation Strategies of Plant Genetic Resources in Europe. Proc. Int. Symp. Gatersleben, pp. 156 - 165.
- HAMMER, K. (1995a): Ex-situ-Erhaltung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Schriften zu Genetischen Ressourcen 1, 95 - 105.
- HAMMER, K. (1995b): Ex-situ und In-situ-Erhaltung pflanzen genetischer Ressourcen in Deutschland. IWU-Tagungsberichte (Magdeburg), 17 - 32.
- HAMMER, K., M. ESQUIVEL and H. KNÜPFER (1992 - 1994): "... y tienen faxones y fabas muy diversos de los nuestros ..." Origin, Evolution and Diversity of Cuban Plant Genetic Resources. IPK Gatersleben, 3 vols.
- HAMMER, K., R. FRITSCH, P. HANELT, H. KNÜPFER and K. PISTRICK (1995): Collecting by the Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research (IPK) at Gatersleben. In: L. GUARINO et al. (eds.), Collecting Plant Genetic Diversity. Technical Guidelines, pp. 713 - 725. CAB International, Wallingford, U.K.
- HAMMER, K., H. GÄDE und H. KNÜPFER (1994): 50 Jahre Genbank Gatersleben - eine Übersicht. Votr. Pflanzenzüchtg. 27, 333 - 383.
- HAMMER, K. and P. HANELT (1995): FRANTIŠEK KÜHN 1931 - 1995. Genetic Res. Crop Evol. 42, v - vi.
- HAMMER, K., P. HANELT und H. KNÜPFER (1982): Vorarbeiten zur monographischen Darstellung von Wildpflanzensortimenten: *Agrostemma* L. Kulturpflanze 30, 45 - 96.
- HAMMER, K., P. HANELT und C. TITTEL (1977): Sammlung autochthoner Kulturpflanzen auf dem Gebiet der DDR. Kulturpflanze 25, 89 - 99.
- HAMMER, K., und H.D. KNAPP (Hrsg.) (1993): Erhaltung und Nutzung pflanzen genetischer Ressourcen - eine internationale Aufgabe für Naturschützer, Genbanken und Pflanzenzüchter. Votr. Pflanzenzüchtg. 25.
- HAMMER, K., H. KNÜPFER, G. LAGHETTI and P. PERRINO (1992): Seeds from the Past. A Catalogue of Germplasm in South Italy and Sicily. Bari, ii + 173 pp.
- HAMMER, K., H. KNÜPFER, L. XHUVELI and P. PERRINO (1996): Estimating genetic erosion in landraces - two case studies. Gen. Res. Crop Evol., in press.
- HAMMER, K., G. LAGHETTI, D. PIGNONE, K. PISTRICK, L. XHUVELI and P. PERRINO (1994): Emergency collecting missions to Albania, autumn 1994. Plant Genetic Resources Newsletter 104, 21 - 23.
- HAMMER, K., C.O. LEHMANN and P. PERRINO (1988): A check-list of the Libyan cultivated plants including an inventory of the germplasm collected in the years 1981 (1982 and 1983. Kulturpflanze 36, 475 - 527.
- HAMMER, K. and P. PERRINO (1995): Plant genetic resources in South Italy and Sicily - studies towards in situ and on farm conservation. Plant Genetic Resources Newsl. 103 (19 - 23.
- HAMMER, K., A. ROMEIKE und C. TITTEL (1983): Vorarbeiten zur monographischen Darstellung von Wildpflanzensortimenten: *Datura* L., sectiones *Dutra* Bernh., *Ceratocaulis* Bernh. et *Datura*. Kulturpflanze 31, 13 - 75.
- HANELT, P. (1962): Die intraspezifische morphologische Variabilität von *Ornithopus sativus* Brot. Kulturpflanze (Heft 3), 134 - 143.

- HANELT, P. (1972a): Zur Geschichte des Anbaues von *Vicia faba* L. und ihrer verschiedenen Formen. Kulturpflanze 20, 209 - 223.
- HANELT, P. (1972b): Die infraspezifische Variabilität von *Vicia faba* L. und ihre Gliederung. Kulturpflanze 20, 75 - 128.
- HANELT, P. (1973): Merkmalsvariabilität bei *Vicia faba* L. - I. Künstliche morphologische Systeme bei Kulturpflanzen-Arten. Kulturpflanze 21, 55 - 57.
- HANELT, P. and R.K. BERIDZE (1991): The flora of cultivated plants of the Georgian SSR and its genetic resources. Flora et Vegetatio Mundi 9, 113 - 120.
- HANELT, P., H.I. SCHÄFER und J. SCHULTZE-MOTEL (1972): Die Stellung von *Vicia faba* L. in der Gattung VICIA L. und Betrachtungen zur Entstehung dieser Kulturart. Kulturpflanze 20, 263 - 275.
- HARLAN, J. R. (1950): Collecting of crop plants in Turkey (1948). Agron. J. 42, 258 - 259.
- HARLAN, J.R. (1951): Anatomy of gene centers. Amer. Nat. 85, 97 - 103.
- HARLAN, J.R. (1971): Agricultural origins: centres and noncentres. Science 174, 468 - 474.
- HEHN, V. (1887): Kulturpflanzen und Haustiere in ihrem Übergang aus Asien nach Griechenland und Italien sowie in das übrige Europa. Berlin.
- KATZ, S.H. and J.I. SCHALL (1986): Favism and malaria: a model of nutrition and biocultural evolution. In: N.L. ETKIN (ed.), Plants in Indigenous Medicine and Diet. Biobehavioral Approaches, pp. 211 - 228. Redgrave Publishing Company, Bedford Hills, U.S.A.
- KELLER, J. (1991): Die Etablierung von In-vitro-Kulturen zur Langzeitlagerung von Allium-Formen in der Genbank Gatersleben. Votr. Pflanzenzüchtg. 21, 151 - 154.
- KELLER, J. und K. HAMMER (1994): Kühllagerung von Saatgut und In-vitro-Kulturen. Gewer-
bekälte, Beiheft zu Klima, Kälte, Heizung (KI) 3, 14 - 15.
- KNÜPFER, H. (1992): The database of cultivated plants of Cuba. In: K. HAMMER et al. (eds.), "...
y tienen faxes y fabas muy diversos de los nuestros ..." Origin, Evolution und Diversity of
Cuban Plant Genetic Resources, Vol. 1, 202 - 212.
- KUPZOW, A.J. (1980): Theoretical basis of plant domestication. Theor. Appl. Genet. 57, 65 - 74.
- LEHMANN, C.O. und R. MANSFELD (1957): Zur Technik der Sortimentserhaltung. Kulturpflanze
5, 108 - 138.
- LEHMANN, C.O., I. NOVER and F. SCHOLZ (1976): The Gatersleben Barley Collection and its
evaluation. In: Barley Genetics III, Garching, 64 - 69.
- LÉVI-STRAUSS, C. (1993): Pythagoras in Amerika. In: C. LÉVI-STRAUSS, Der Blick aus der Ferne,
228 - 300. Fischer, Frankfurt a. M.
- LINNÉ, C. (1753): Species Plantarum. Holmiae.
- LIOI, L., M. ESQUIVEL, L. CASTIÑEIRAS and K. HAMMER (1990): Phaseolin variation among
common bean landraces from Cuba. Biol. Zbl. 109, 231 - 233.
- LIPS, E. (1962): Ethnologie und Kulturpflanzenforschung. Kulturpflanze Beih. 3 (191 - 233).
- MALY, R., K. HAMMER und C.O. LEHMANN (1987): Sammlung pflanzlicher genetischer Res-
ourcen in Süditalien - ein Reisebericht aus dem Jahre 1950 mit Bemerkungen zur Erhaltung
der Landsorten "in situ" und in der Genbank. Kulturpflanze 35, 109 - 134.
- MANSFELD, R. (1950): Das morphologische System der Saatgerste, *Hordeum vulgare* L. s.l.
Züchter 20, 8 - 24.
- MANSFELD, R. (1959): Vorläufiges Verzeichnis landwirtschaftlich oder gärtnerisch kultivierter

- Pflanzenarten (mit Ausschluß von Zierpflanzen). Kulturpflanze, Beiheft 2, 659 pp.
- MC ELROY, A. and P.K. TOWNSEND (1985): Medical Anthropology in Ecological Perspective. Westview Press, Boulder and London.
- MOONEY, P.R. (1979): Seeds of the Earth. Canadian Council, Ottawa.
- MÜNTZ, K. und C.O. LEHMANN (1987): Reserveproteinforschung und Genbank. Kulturpflanze 35, 25 - 52.
- NOVER, I. und R. MANSFELD (1995): Resistenzeigenschaften im Gersten- und Weizensortiment Gatersleben. I. Prüfung von Sommergersten auf ihr Verhalten gegen *Erysiphe graminis* f. sp. *hordei* Marchal. Kulturpflanze 3, 105 - 113.
- PADULOSI, St., K. HAMMER and J. HELLER (eds.) (1996): Hulled Wheats: Promotion of conservation and use of variable underutilized species. IPGR, Rome (in press).
- PERRINO, P., K. HAMMER and P. HANELT (1981): Report of travels to South Italy 1980 for the collection of indigenous material of cultivated plants. Kulturpflanze 29, 433 - 442.
- PERRINO, P., T. SHAGARODSKY, M. ESQUIVEL, H. URANGA and K. HAMMER (1992): The cultivated races of *Vigna* Savi in Cuba. Feddes Rep. 103, 509 - 514.
- PERRINO, P., K. HAMMER and P. HANELT (1984): Collection of land-races of cultivated plants in South Italy 1983. Kulturpflanze 32, 207 - 216.
- PROSKOWETZ, E. von und F. SCHINDLER (1890): Welches Werthverhältnis besteht zwischen den Landrassen landwirtschaftlicher Kulturpflanzen und den sogenannten Züchtungsrassen? Internationaler land- und forstwirtschaftlicher Congress zu Wien 1890. Section I: Landwirtschaft. Subsection: Pflanzenbau. Frage 5, Heft 13, 3 - 24.
- PUTTER, A. (ed.) (1994): Safeguarding the Genetic Basis of Africa's Traditional Crops. Proc. CTA/IPGRI/KARI/UNEP Seminar, Nairobi, Kenya, 211 pp.
- SAOUMA, E. (1993): Message from the FAO Director-General Edouard Saouma on the occasion of World Food Day 1993. Diversity 9 (3) 5.
- SCHLOSSER, S. (1984): The use of nature reserves for in situ conservation. FAO/IBPGR Plant Genetic Resources Newsl. 61, 23 - 25.
- SCHLOSSER, S., L. REICHHOFF und P. HANELT (Hrsg.) (1991): Wildpflanzen Mitteleuropas. Nutzung und Schutz. Berlin, 550 pp.
- SCHULTZE-MOTEL, J. (Hrsg.) (1986): Rudolf Mansfelds Verzeichnis landwirtschaftlicher und gärtnerischer Kulturpflanzen (ohne Zierpflanzen). Akad.-Verl., Berlin.
- STUBBE, H. (1957): Sinn und Bedeutung der Kulturpflanzenforschung. Vorträge und Schriften AdW zu Berlin, Heft 62, 1 - 21.
- STUBBE, H. (1971): Weitere evolutionsgenetische Untersuchungen in der Gattung *Lycopersicon*. Biol. Zbl. 90, 545 - 559.
- STUBBE, H. (1982): Geschichte des Instituts für Kulturpflanzenforschung Gatersleben. Akademie-Verlag, Berlin.
- VAVILOV, N.I. (1926): Centers of origin of cultivated plants (russ.). Trudy prikl. bot., gen. i sel., vol. 16, no. 2.
- VAVILOV, N.I. (1928): Geographische Genzentren unserer Kulturpflanzen. Ztschr. indukt. Abst.- u. Vererbungsl., Suppl. 1, 342 - 369.
- VAVILOV, N.I. (1935): The phyto-geographical basis for plant breeding (russ.). Teoreti_ eskije Osnovy Selekcii, vol. 1. Moskva-Leningrad.

- VAVILOV, N.I. (1940): Introduction of plants during the Soviet era and its results (russ., lecture presented to the Conference on Botanical Gardens at the Academy of Sciences, January 1940). Firstly published: *Izbrannyje Trudy* vol. 5, 5 (1965) 674 - 689.
- ZEVEN, A.C. and J.M.J. DE WET (1982): *Dictionary of Cultivated Plants and their Regions of Diversity*. Wageningen.
- ZEVEN, A. and G.J. STEMERDIN (1986): A cluster analysis of eight mediaeval manuscripts based on depicted plant taxa. *J. d'Agric. Trad. Bota. Appl.* 23, 225 - 241.
- ZUKOVSKIJ, P.M. (1968): New centres of origin and new gene centres of cultivated plants including specifically endemic microcentres of species closely allied to cultivated species (russ.). *Bot. Zur.* 53, 430 - 460.

Teilnehmerliste

Nancy Arrowsmith

ARCHE NOAH
Postfach 139
Margaretenstr. 14
3500 Krems
Österreich

Dr. Rusudan Beridze

ul. Joseliani 37/118
380 015 Tiflis
Georgien

Prof. Dieter Bommer

Südring 1
37124 Rosdorf

Dr. Siegfried Bräutigam

Staatliches Museum für Naturkunde
Postfach 300 154 1
02806 Görlitz

Prof. Dr. Valentin Burenin

N. I. Vavilov Institute
of Plant Industry
42-44 Bolshaya Morskaya Street
190 000 St. Petersburg
Rußland

Dr. Rolf Büttner

IPK Gatersleben
Genbank Obst
Dorfplatz 2
01326 Dresden-Pillnitz

Dr. Rolf Franke

Paul Muggenburg GmbH & Co.
Bahnhofstr. 2
25486 Alveslohe

Prof. Helmut Freitag

Anneliese Freitag
Universität/Gesamthochschule Kassel
Morphologie u. Systematik der Pflanzen
Heinrich-Plett-Straße 40
34109 Kassel

Prof. Dietrich Fürnkranz

Universität Salzburg
Institut für Botanik
Hellbrunnerstr. 34
5020 Salzburg
Österreich

Dr. Tatjana B. Fursa

N. I. Vavilov Institute
of Plant Industry
42-44 Bolshaya Morskaya Street
190 000 St. Petersburg
Rußland

Prof. John Hawkes

School of Continuing Studies
University of Birmingham
Edgbaston
Birmingham B15 2TT
U. K.

Prof. Hagen Herdam

Am Lindenberg 17
06493 Straßberg

Ing. Romana Bocková

Dr. Vojtech Holubec
Výzkumný ústav rostlinné výroby
Ruzyne 507
CZ-161 06 Praha

Prof. Dr. Walter Hondelmann

Wilhelm-Siegel-Weg 12
22927 Großhansdorf

Prof. Dr. Eckehart J. Jäger

MLU Halle-Wittenberg
Institut für Geobotanik und
Botanischer Garten
Neuwerk 21
06108 Halle

Kand. biol. Djulietta Mandzgaladze

Nuzubidze Street 88/ 48
380 086 Tiflis
Georgien

Prof. Dr. Gerd Müller

Botanischer Garten
der Universität Leipzig
Linnéstr. 1
04103 Leipzig

Dr. Johannes Nauenburg

Universität Rostock
Botanischer Garten
18051 Rostock

Prof. Dr. Pietro Perrino

National Research Council
Germplasm Institute
165/A Via G. Amendola
70126 Bari
Italia

Prof. Dr. W. Plarre

Museumsdorf Düppel Berlin
AG Pflanzliche Gen-Ressourcen
Clauertstraße 11
14163 Berlin

Dr. Wieslaw Podyma

Plant Breeding and

Acclimatization Institute Radzików
05-870 Blonie
Poland

Ahmad Guy Prouveur

Museumsdorf Düppel Berlin
AG Pflanzliche Gen-Ressourcen
Clauertstraße 11
14163 Berlin

Prof. Hans Roß

Dompfaffenweg 33
50829 Köln

Dr. Martin Schmiedeknecht

Halberstädter Straße 22
06449 Aschersleben

Prof. Dr. Hildemar Scholz

Botanisches Museum Berlin-Dahlem
Königin-Luise-Str. 6-8
14191 Berlin

Dr. Konrad Schüler

IPK Gatersleben
Genbank Außenstelle Nord
18190 Groß-Lüsewitz

Dr. Christian Schwenke

Lessingstraße 3
14532 Kleinmachnow

Dr. Lieselotte Stählin

Bergstraße 18
35435 Wettenberg

Rüdiger Stegemann

Bötzen 49
79219 Staufen

Prof. Dr. Attila T. Szabo

Berzsenyi College

Teilnehmerliste

P.O.B. 170
9701 Szombathely
Hungary

Dr. Ingo Uhlemann
Technische Universität Dresden
Institut für Botanik
Mommsenstr. 13
01062 Dresden

Prof. Dr. Gerhard Wagenitz
Universität Göttingen
Systematisch-Geobotanisches Institut
Untere Karspüle 2
37073 Göttingen

Dr. Uwe Wegener
Nationalparkverwaltung Hochharz
Lindenallee 35
38855 Wernigerode

Dr. Helmut Wunder
Nationalparkverwaltung
Doktorberg 6
83471 Berchtesgaden

Axel Diederichsen
Ulrich Freytag
Dr. Nikolai Friesen
Dr. Reinhard Fritsch
Prof. Dr. Karl Hammer
Dr. Peter Hanelt
Dr. Helmut Gäde
Dr. Thomas Gladis,
Dr. Joachim Keller
Dr. Manfred Klaas
Dr. Helmut Knüpfner
Dr. Joachim Kruse
Dr. Horst Lux
Dr. Helga Maaß
Waltraud Mühlenberg
Prof. Dr. Klaus Müntz
Dr. Klaus Pistrick
Dr. Ingo Schubert
Silke Stracke
Prof. Dr. Ulrich Wobus
Institut für Pflanzengenetik und
Kulturpflanzenforschung
Corrensstraße 3
06466 Gatersleben

Prof. Dr. Konrad Bachmann
Dr. Johannes Battjes