

Beitr. Naturk. Oberösterreichs	5	151-160	30.12.1997
--------------------------------	---	---------	------------

***Cochlearia pyrenaica* DC., das Löffelkraut, in Oberösterreich (mit Anmerkungen zur Karyologie und zur Genomgröße)**

R. KRISAI & J. GREILHUBER

Abstract: *Cochlearia pyrenaica* s. str., previously considered to be extinct in Upper Austria, is reported from a locality in the surroundings of Braunau am Inn. The habitat is not directly, but rather latently ecologically endangered. The chromosome number of these plants is $2n = 12$ and $n = 6$, respectively, in accordance with previous counts in this taxon. Some detailed karyological investigations have been conducted, in particular, Feulgen-densitometric measurements have been done. The genome size (1C) of *C. pyrenaica* is 0.376 pg (*Allium cepa*: 16.75 pg), of which 0.235 pg are localised in the chromocentres. Genome size in *Arabidopsis thaliana* was also measured for comparison and is 0.167 pg, of which 0.061 pg are localised in chromocentres.

1. Einleitung

Cochlearia pyrenaica s. str., das Löffelkraut, eine stattliche, nicht gerade unscheinbare Pflanze, scheint in Oberösterreich nur aus der Umgebung von Braunau bekannt zu sein. Die alten Florenwerke (BRITTINGER 1862, DUFTSCHMID 1883) führen es nicht an, erst VIERHAPPER sen. (1888), der die Flora des Innviertels gut kannte, bezeichnet es (sub *C. officinalis* L.) als „an quelligen Stellen und Wiesenbächen in Osternberg und von da an bis gegen Rothenbuch stellenweise sehr häufig“. Die Angabe für Oberösterreich bei JANCHEN (1956-1960) geht offenbar darauf zurück. Die Pflanze wurde in den sechziger Jahren dieses Jahrhunderts im Rahmen der floristischen Kartierung mehrfach genannt - die Listen liegen in Linz und Wien auf - und von KRISAI (1974) kurz erwähnt. Trotzdem führt VOGT (1985), der die mitteleuropäischen Arten der *C. pyrenaica*-Gruppe eingehend behandelt, keine Vorkommen in Oberösterreich an, und auch in der neuen österreichischen Flora (ADLER & al. 1994) wird es als in Oberösterreich ausgestorben bezeichnet. Das ist aber erfreulicherweise nicht der Fall. Da sich die als diploid bekannte *C. pyrenaica* von der weiter westlich in Bayern vorkommenden hexaploiden *C. bavarica* hauptsächlich in quantitativen Merkmalen unterscheidet, die noch dazu überlappen (VOGT & LIPPERT 1988), wurde die Chromosomenzahl ermittelt, wobei sich einige Untersuchungen zur Karyologie anschließen ließen, die Verteilung, Menge und Verhalten des Heterochromatins, sowie die Anzahl der Nukleolus-Organisatoren, die Größenverhältnisse der Chromosomen und die Genomgröße betreffen.

2. Material und Methoden

Junge Teilblütenstände von zwei *C. pyrenaica* Pflanzen wurden an Ort und Stelle (bei der Klostermühle in Blankenbach, Stadt Braunau) in Methanol-Eisessig (3:1) fixiert, in 96 % Ethanol übertragen und bei Tiefkühltemperatur aufbewahrt. Die Untersuchung der Chromosomen erfolgte nach Feulgen-Färbung.

Die scanning-densitometrische Bestimmung der Genomgröße (DNA-Gehalt des Chromosomensatzes) erfolgte nach quantitativer Feulgen-Färbung am Leitz MPV II Cytophotometer (Programm CELANB) in der bei GREILHUBER & EBERT (1994) beschriebenen Weise. Die Schrittweite war 0.5 μm , und es wurde im Feulgen-Absorptionsmaximum bei 570 nm gemessen. Die weitgehend auf elektronisches Rauschen zurückgehende mittlere Hintergrundextinktion (typischerweise zwischen $E = 0.01$ und 0.02) wurde berücksichtigt, was beim Programm CELANB nicht automatisch erfolgt. Als Vergleichsmaterial zur Genomgrößen-Bestimmung bei *C. pyrenaica*, d. h. zur internen Standardisierung der Feulgen-Reaktion, dienen Wurzelspitzen von *Allium cepa* 'Frühstamm' Steckzwiebeln, Hauptwurzelspitzen von *Pisum sativum* 'Kleine Rheinländerin' und junge Sprosse von *Arabidopsis thaliana* 'Niederzone' und 'Columbia', die genau so wie *C. pyrenaica* fixiert und vollkommen parallel mit dem Testmaterial im selben Probenröhrchen verarbeitet wurden. Die Anzahl (N) der gemessenen Kerne und Präparate ist aus den Tabellen ersichtlich.

Die Bestimmung der Heterochromatin-Menge bei *C. pyrenaica* und *A. thaliana* erfolgte durch Feulgen-Densitometrie, indem zuerst die Gesamtmenge der Feulgen-DNA bei möglichst niedrig angesetztem Hintergrund-Niveau ($E = 0.03$) bestimmt wurde, und sodann das Niveau gerade so weit angehoben wurde, daß vom Photometer nur mehr die Chromozentren registriert wurden.

Die Zahl der Nukleolus-Organisatoren von *C. pyrenaica* wurde mit der Versilberungstechnik bestimmt (KODAMA & al. 1980). Meristematische Gewebe wurden in 45 % Essigsäure gequetscht. Die Präparate wurden nach Absprengen des Deckglases über einer Kälteplatte luftgetrocknet und anschließend mit 50 % AgNO_3 bei 60 °C für ca. 45 min versilbert.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. Die Vorkommen bei Braunau

Daß *C. pyrenaica* in Oberösterreich so wenig beachtet wurde, mag einerseits an der frühen Blütezeit (März-April), andererseits daran liegen, daß es zumeist mit dem Bitteren Schaumkraut (*Cardamine amara*) zusammen vorkommt und aus größerer Entfernung wegen seiner hellen Blütenfarbe leicht für dieses gehalten werden kann.

Die Umgebung von Braunau ist auf österreichischer Seite durch mehrere Niederterrassen-Stufen gekennzeichnet, die GÖTZINGER (1925) beschrieben hat und die ihre Entstehung der Tätigkeit von Inn und Salzach verdanken. Auch wenn die Höhenunterschiede zwischen den einzelnen Stufen eher bescheiden sind, wirken sie sich im Landschaftsbild doch recht deutlich aus. Am Fuß der unteren Terrassen und in den Hängen selbst treten dort, wo wasserstauende Horizonte angeschnitten wurden, reichlich Quellen zutage, deren Wasser zu Fischteichen gestaut wird und dann dem Inn zustrebt. Die Böden auf der Niederterrasse sind flachgründig (keine Lößauflage!) und schotterig, und das sagt zusammen mit dem kalten, kalkreichen Quellwasser dem Löffelkraut zu. Offenbar braucht es auch offene, vegetationsarme Stellen, denn im geschlossenen Rasen kann es sich trotz entsprechender Feuchtigkeit nicht halten.

Oberhalb der Stadt kommt die Pflanze noch mehrfach vor (letzte Beobachtungen 1992-1995), während sie unterhalb, in der Niederung von St. Peter bis Mining, von wo ältere Vorkommen belegt sind, verschwunden zu sein scheint. Gerade dieses einst floristisch so interessante Gebiet wurde in den letzten Jahrzehnten durch Entwässerungen, Siedlungsbauten und neue Straßen nachhaltig verändert, was zum Versiegen vieler Quellbäche führte. Damit sind auch andere lokal interessante Arten, wie *Schoenus ferrugineus*, *Primula farinosa*, *Drosera anglica*, *Triglochin palustre*, *Gentiana verna* und *Sphagnum centrale* aus dieser Gegend verschwunden, was jeder Naturfreund bedauern wird.

Die *Cochlearia*-Vorkommen oberhalb der Stadt scheinen zur Zeit nicht unmittelbar gefährdet zu sein. Angesichts einer noch immer alle Grenzen sprengenden Bautätigkeit ist aber eine zumindest latente Gefährdung bei so seltenen Pflanzen immer gegeben.

Im Herbar Krisai sind nachstehende Belege vorhanden:

7744/2: Bachufer in der Niederung zwischen Mining und Bogenhofen, 340 m, 22.4.1962.

7744/3: Enknachufer im Thal bei Braunau, 350 m, 22.4.1957.

7743/4: Terrassenfuß bei der Klostermühle in Blankenbach (Stadt Braunau), 350 m, 29.3.1992 und 10.4.1995.

Cochlearia pyrenaica ist durch die runden, am Grunde herzförmigen Blätter und die länglichen Früchte auf aufrecht abstehenden Stielen gut gekennzeichnet. *Cochlearia officinalis* s. str., eine Strandpflanze, besitzt kugelige Früchte auf fast waagrecht abstehenden Stielen, *C. bavarica* ist in allen Teilen größer, insbesondere die Stengelblätter sind deutlich länger; *C. excelsa* ist eine Hochgebirgspflanze, die nur 10-20 cm hoch wird, und *C. macrorhiza*, ein Endemit der „feuchten Ebene“ südlich von Wien (Moosbrunn, s. HEUBL 1996), hat an der Spreitenbasis in den Stiel verschmälerte, nur sehr schwach herzförmige Blätter.

3.2. Karyologie und Genomgröße

Die Chromosomenzahl der beiden untersuchten Pflanzen war $2n = 2x = 12$ bzw. in der Pollenmeiose $n = 6$ (Abb. 1a-c, f, g), was mit allen bisherigen Zählungen (ausgenommen die Zählung mit $2n = 8x = 48$ von LUNGEANU in LÖVE 1972 an einer *C. pyrenaica* var. *borzeana* aus der Gegend von Maramures, Sahoi, Rumänien) übereinstimmt (s. VOGT 1985). Mit dieser Zählung wurde auch die Bestimmung abgesichert, da *C. bavarica* mit $2n = 36$ hexaploid ist (VOGT 1985, VOGT & LIPPERT 1988). B-Chromosomen, wie sie bei *C. pyrenaica* verschiedentlich festgestellt wurden (GILL 1971a), z. B. auch in einer Population von den Salzachleiten (VOGT & LIPPERT 1988), waren bei dem vorliegenden Material nicht vorhanden. Die Chromosomen sind in der Metaphase etwa $2 \mu\text{m}$ groß und zeigen nur geringe Längenunterschiede. Die densitometrische Messung der DNA-Menge einzelner Chromosomen zweier kompletter Metaphasen der zweiten meiotischen Teilung ergab ein Verhältnis von nur etwa 1:1.22 zwischen kleinstem und größtem Chromosom (Tabelle 1). GILL (1965) gibt einen etwas größeren Unterschied von 1:1.54 für *C. aestuaria* ($2n = 12$) bzw. 1:1.69 für *C. alpina* ($2n = 12$) an. Alle Chromosomen gehören zur metazentrischen Kategorie (der lange Arm macht höchstens 62.5 % des Chromosoms aus), was bisherige Angaben (GILL 1965, 1971b; KAKES 1973) bestätigt. Ohne Vorbehandlung mit Colchicin o. ä., wie im vorliegenden Material, ist die primäre Einschnürung in der mitotischen Metaphase meist nicht sehr deutlich ausgeprägt. Auch sind Satelliten oder sekundäre Einschnürungen meist nicht deutlich auszumachen, doch sind häufig zwei Chromosomen mit einem etwas verschälerten Ende, offensichtlich dem Ende, das die Nukleolus-organisierende Region (NOR) trägt, verklebt (Abb. 1c). In der Metaphase scheint die NOR relativ dick und der Satellit nur undeutlich abgesetzt bzw. ganz an den Arm kontrahiert zu sein. GILL (1971b) fand nie Satelliten, während VOGT (1985) welche abbildet. Die Ergebnisse der Silber-Imprägnierung zeigen eindeutig, daß in diploiden Teilungen nur ein Paar Primärnukleolen gebildet wird und somit nur ein Paar NOR-Chromosomen vorliegt (Abb. 1i, j; Abb. 1h zeigt eine frühe Telophase mit praenukleolären Körperchen und noch ohne Primärnukleolen). Telophasen mit drei oder vier Nukleolen waren immer doppelt so groß wie diploide (Abb. 1k) und daher tetraploid (tetraploide Teilungen sind bekanntlich bei Brassicaceen häufig in somatischen Geweben anzutreffen). Junge Pollenkörner haben immer nur einen Nukleolus.

Die Chromosomen besitzen bedeutende Mengen an perizentromerischem Heterochromatin (Abb. 1a-c), welches in der Interphase als Chromozentren vorliegt, was auch KAKES (1973) beschreibt. Terminales Heterochromatin scheint ganz zu fehlen, die NOR-tragenden Enden ausgenommen. Die densitometrische Messung des

Heterochromatin-Gehalts von visuell als solche klassifizierten prae- und postsynthetischen Kernen ergab, daß die Chromozentren rund 62 % der vorhandenen DNA-Menge ausmachen (Tabellen 2, 4). Im Vergleich dazu hat *Arabidopsis thaliana* nur rund 37 % ihrer DNA in den Chromozentren lokalisiert (Tabellen 2, 4), was übrigens etwas in Kontrast zu den Befunden von AMBROS & SCHWEIZER (1976) steht, die an C-gebänderten Metaphasechromosomen nur 12.5 % der Karyotyplänge als Heterochromatin identifizierten. Die Zahl der Chromozentren von *C. pyrenaica* wechselt infolge von Fusion und liegt in der Regel ein wenig unter der theoretischen Höchstzahl von 12, wobei die Zahl in dichteren Kernen geringer ist (s. auch KAKES 1973). Ein bis zwei Chromozentren sind Nukleolus-assoziiert, weswegen die NOR-Chromosomen oft „gepaart“ erscheinen (Abb. 1b, c). Die Fusion der Chromozentren führt dazu, daß gelegentlich in prophasischen Kernen die Chromosomen mehr oder weniger deutlich gepaart liegen, was in Einzelfällen als perfekte somatische Paarung erscheint (Abb. 1c). Ob es sich dabei um die Paarung homologer Chromosomen handelt, muß dahingestellt bleiben. Eine äußerst diffuse euchromatische Kern-Grundstruktur ist auszumachen, sie geht auf die distalen euchromatischen Chromosomenabschnitte zurück (die Kerne gehören daher zur 'areiculaten' Kategorie, s. BARLOW 1977).

In der meiotischen Prophase ist eine starke Neigung der heterochromatischen Chromosomenabschnitte festzustellen, zu einem Sammelchromozentrum zu fusionieren, wobei im Zygotän alle Chromosomen miteinander verkleben (Abb. 1d). Im Pachytän verringert sich diese Tendenz (Abb. 1e), doch selbst im späten Diplotän können noch Verklebungen festgestellt werden. Ein ähnliches Verhalten zeigt z.B. *Rhinanthus* (TSCHERMAK-WOESS 1967).

Zur Bestimmung der Genomgröße wurden vier Tests durchgeführt (Tabelle 3), wobei *C. pyrenaica* mit drei wichtigen Standard-Species verglichen wurde, nämlich *Allium cepa* (1C = 16.75 pg, BENNETT & SMITH 1976), *Pisum sativum* (1C = 4.42 pg, GREILHUBER & EBERT 1994), und *Arabidopsis thaliana* (1C = 0.23 pg, BENNETT & SMITH 1976), dem wichtigsten Objekt der Pflanzengenetik, von dem aber kein gut abgesicherter Wert vorliegt. Dabei ergab sich für *C. pyrenaica* ein 1C-Wert von 0.376 pg, und bezogen darauf für *A. thaliana* 0.167 pg (Tabelle 4). Die Genomgrößen der beiden verwendeten Linien von *A. thaliana* sind offensichtlich äußerst ähnlich. Das Genom von *A. thaliana* ist somit nur 0.443 mal so groß wie das von *C. pyrenaica*, und dieses ist nur 0.0224 mal so groß wie das von *A. cepa*. Der Wert von *A. thaliana* paßt der Größenordnung nach ungefähr zum Wert von BENNETT & SMITH (1976). Man muß bedenken, daß man sich hier an der Leistungsgrenze der Scanning-Densitometrie befindet. BENNETT & SMITH (1991) wiederholten die Messung von *A. thaliana* und fanden 0.175 pg (1C), was unserem Wert außerordentlich

nahe kommt. Auch ist die Übereinstimmung unseres Wertes von 0.167 pg mit dem Wert von ARUMUGANATHAN & EARLE (1991), die mit Durchflußzytometrie 0.15 pg gemessen haben, überraschend gut. Diese Autoren verwendeten Erythrozyten des Huhns als internen Standard und setzten dafür 1.165 pg (1C-Niveau) an, was mit dem Wert 1.16 pg von GREILHUBER & al. (1983), der im Vergleich mit *A. cepa* ermittelt wurde, praktisch perfekt übereinstimmt. Demgegenüber scheint der Wert für *A. thaliana* von LEUTWILER & al. (1984), 0.073 pg (1C), der durch Reassoziations-Kinetik ermittelt wurde, von der Wahrheit relativ weit entfernt zu sein. Die Werte von *A. cepa* und *P. sativum* in den vorliegenden Tests stimmen überraschend gut mit dem Ergebnis von GREILHUBER & EBERT (1994) überein.

Den Heterochromatin-Messungen zufolge dürfte der euchromatische Anteil des Genoms von *C. pyrenaica* etwa 0.141 pg ausmachen. Bei *A. thaliana* sind 0.106 pg euchromatisch (bzw. nach AMBROS & SCHWEIZER 0.146 pg). Dem visuellen Eindruck nach hat *A. thaliana* weniger euchromatische Substanz als *C. pyrenaica*. *Cochlearia pyrenaica* hat also dem Euchromatin-Anteil nach beurteilt ein sehr kleines Genom, wenn auch wahrscheinlich ein nicht ganz so kleines wie *A. thaliana*.

4. Zusammenfassung

Das Löffelkraut, *Cochlearia pyrenaica* s. str., galt bisher als in Oberösterreich ausgestorben. Dies ist glücklicherweise nicht der Fall. Es wird von einem Vorkommen im Gebiet von Braunau am Inn berichtet. Der Standort ist nicht direkt, aber latent gefährdet. Die Chromosomenzahl der untersuchten Pflanzen ist $2n = 12$ bzw. $n = 6$, was mit den bekannten Daten übereinstimmt. Einige karyologische Detailuntersuchungen wurden durchgeführt, insbesondere wurden Feulgen-densitometrische Messungen vorgenommen. Die Genomgröße (1C) von *C. pyrenaica* ist 0.376 pg (*Allium cepa*: 16.75 pg), wovon etwa 0.235 pg in den Chromozentren lokalisiert sind. Die vergleichend gemessene Genomgröße von *Arabidopsis thaliana* beträgt nur 0.167 pg, wovon sich 0.061 pg in den Chromozentren befinden.

5. Literatur

- ADLER W., OSWALD K. & R. FISCHER (1994): Exkursionsflora von Österreich. 1180 S. — Stuttgart: Ulmer.
- AMBROS P. & D. SCHWEIZER (1976): The Giemsa C-banded karyotype of *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. — *Arabidopsis Inform. Serv.* 13: 167-171.
- BARLOW P.W. (1977): Determinants of nuclear chromatin structure in angiosperms. — *Ann. Sci. Nat., Bot. Biol. Vég.* 18: 193-206.

- BENNETT M.D. & I.J. LEITCH (1995): Nuclear DNA amounts in angiosperms. — *Ann. Bot.* 76: 113-176.
- BENNETT M.D. & J.B. SMITH (1976): Nuclear DNA amounts in angiosperms. — *Philos. Trans., Ser. B* 274: 227-274.
- BENNETT M.D. & J.B. SMITH (1991): Nuclear DNA amounts in Angiosperms. — *Philos. Trans., Ser. B* 334: 309-345.
- BRITTINGER C. (1862): Flora von Oberösterreich. — *Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien* 12: 977-1140.
- DUFTSCHMIED J. (1883): Die Flora von Oberösterreich, Bd. 3. 454 S. - Linz.
- GILL J.J.B. (1965): Diploids in the genus *Cochlearia*. — *Watsonia* 6: 188-189.
- GILL J.J.B. (1971a): The cytology and transmission of accessory chromosomes in *Cochlearia pyrenaica* DC. (*Cruciferae*). — *Caryologia* 24: 173-181.
- GILL J.J.B. (1971b): Cytogenetic studies in *Cochlearia* L. The chromosomal homogeneity within both the $2n = 12$ diploids and the $2n = 14$ diploids and the cytogenetic relationship between the two chromosome levels. — *Ann. Bot. (Oxford)* 35: 947-956.
- GÖTZINGER G. (1925): Zur nacheiszeitlichen Talbildung der Salzach und des Inn oberhalb Braunau. — In: Braunauer Heimatkunde, Die Heimattagung vom 31.8. - 2.9.1925 in Salzburg, S. 27-37. - Braunau.
- GREILHUBER J. & I. EBERT (1994): Genome size variation in *Pisum sativum*. — *Genome* 37: 646-655.
- GREILHUBER J., VOLLETH M. & J. LOIDL (1983): Genome size of man and animals relative to the plant *Allium cepa*. — *Canad. J. Genet. Cytol.* 25: 554-560.
- HEUBL, G.R. (1996): Bemerkungen zur Karyologie der *Cochlearia pyrenaica*-Gruppe unter besonderer Berücksichtigung von *C. macrorrhiza* (Schur) Pobed. *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 66/67: 153-156.
- JANCHEN E. (1956-1960): *Catalogus Florae Austriae*. I. Teil. Pteridophyten und Anthophyten (Farne und Blütenpflanzen). 999 S. — Wien: Springer.
- KAKES P. (1973): The chromosome number of *Cochlearia pyrenaica* DC. near Moresnet (Belgium). — *Acta Bot. Neerl.* 22: 206-208.
- KRISAI R. (1974): Die Pflanzendecke des Bezirkes Braunau am Inn. — In: AUFFANGER L. (Red.): *Bezirksbuch Braunau*, S. 60-76. - Linz.
- LEUTWILER L.S., HOUGH-EVANS B.R. & E.M. MEYEROWITZ (1984): The DNA of *Arabidopsis thaliana*. — *Molec. Gen. Genet.* 194: 15-23.
- LÖVE A., ed. (1972): Chromosome number report XXXVIII. — *Taxon* 21: 679-684.

- TSCHERMAK-WOESS E. (1967): Der eigenartige Verlauf der I. meiotischen Prophase von *Rhinanthus*, die Riesenchromosomen und das besondere Verhalten der kurzen Chromosomen in Mitose, Meiose und hoch endopolyploiden Kernen. — *Caryologia* 20: 135-152.
- VIERHAPPER F. sen.: Prodrum einer Flora des Innkreises in Oberösterreich. IV. Teil. — In: Jahresbericht des k. k. Staatsgymnasiums in Ried, 1888. 30 S. - Ried.
- VOGT R. (1985): Die *Cochlearia pyrenaica*-Gruppe in Zentraleuropa. — *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 56: 5-52.
- VOGT R. & W. LIPPERT (1988): Zur Verbreitung der Gattung *Cochlearia* L. in Bayern. — *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 59: 133-135.

Anschrift der Verfasser: tit. ao. Prof. Univ.-Doz. Dr. Robert KRISAI,
Linzerstraße 18, 5280 Braunau am Inn, Austria,
und Institut für Botanik, Universität Salzburg,
Hellbrunnerstraße 34, 5020 Salzburg, Austria.

Univ.-Prof. Dr. Johann GREILHUBER,
Institut für Botanik der Universität Wien,
Rennweg 14, 1030 Wien, Austria.

Tab. 1: Densitometrische Messung des relativen DNA-Gehalts der Chromosomen von *Cochlearia pyrenaica* an zwei Metaphasen der zweiten meiotischen Teilung. Jeder Wert ist das Mittel aus fünf unabhängigen Messungen. Die Chromosomen sind der Größe nach geordnet.

Metaphase II	DNA-Gehalt pro Chromosom						Mittel	Ratio
	1.	2.	3.	4.	5.	6.		
1.	1.07	1.07	1.04	1.00	0.92	0.89	1.00	1.20
2.	1.09	1.08	0.99	0.98	0.97	0.89	1.00	1.23

Tab. 2: Densitometrisch bestimmter Heterochromatinanteil (% der DNA-Menge) in Zellkernen aus sehr jungen Fruchtknoten von *Cochlearia pyrenaica* und jungen Blättern von *Arabidopsis thaliana* 'Columbia'.

Stadium	Mittelwert	Standard-Abw.	N
<i>C. pyrenaica</i>			
G1	63.7	5.5	10
G2	61.1	5.3	10
Mittel	62.4	5.4	20
<i>A. thaliana</i>			
G1	39.8	5.3	10
G2	33.7	4.9	10
Mittel	36.8	16.0	20

Tab. 3: Feulgen-densitometrischer Genomgrößen-Vergleich von *Cochlearia pyrenaica* mit *Allium cepa*, *Pisum sativum* und *Arabidopsis thaliana* 'Columbia' (Test 3) bzw. *A. thaliana* 'Niederzone' (Test 4). Es wurden vier unabhängige Tests durchgeführt. Die Werte sind jeweils auf den Mittelwert von *C. pyrenaica* (100.0 %) normalisiert.

Test	Species	Mittelwert (%)	Standard-Abweichung		
			insgesamt (N)		Präparate-Mittel (N)
1.	<i>A. cepa</i>	4611.72	109.13	(60)	19.48 (6)
	<i>P. sativum</i>	1218.44	52.97	(60)	31.28 (6)
	<i>C. pyrenaica</i>	100.00	6.32	(60)	2.83 (6)
2.	<i>P. sativum</i>	1199.24	27.05	(40)	16.40 (4)
	<i>C. pyrenaica</i>	100.00	4.84	(40)	3.40 (4)
3.	<i>P. sativum</i>	1100.83	28.25	(40)	8.15 (4)
	<i>C. pyrenaica</i>	100.00	5.15	(40)	1.73 (4)
	<i>A. thaliana</i>	41.68	3.14	(40)	1.61 (4)
4.	<i>C. pyrenaica</i>	100.00	4.22	(40)	2.24 (4)
	<i>A. thaliana</i>	43.88	1.73	(20)	0.02 (2)

Tab. 4: Absolute Genomgrößen von *Cochlearia pyrenaica* und *Arabidopsis thaliana* auf der Basis von *Allium cepa* (1C = 16.75 pg) und *Pisum sativum* (1C = 4.42 pg), sowie Heterochromatin- und Euchromatin-Anteil dieser Genome.

Species	Genomgröße (1C)	Heterochromatin	Euchromatin
<i>C. pyrenaica</i>	0.376 pg	0.235 pg	0.141 pg
<i>A. thaliana</i>	0.167 pg	0.061 pg 0.021 pg*	0.106 pg 0.146 pg*

* bezogen auf 12.5 % C-Band Material nach AMBROS & SCHWEIZER (1976).

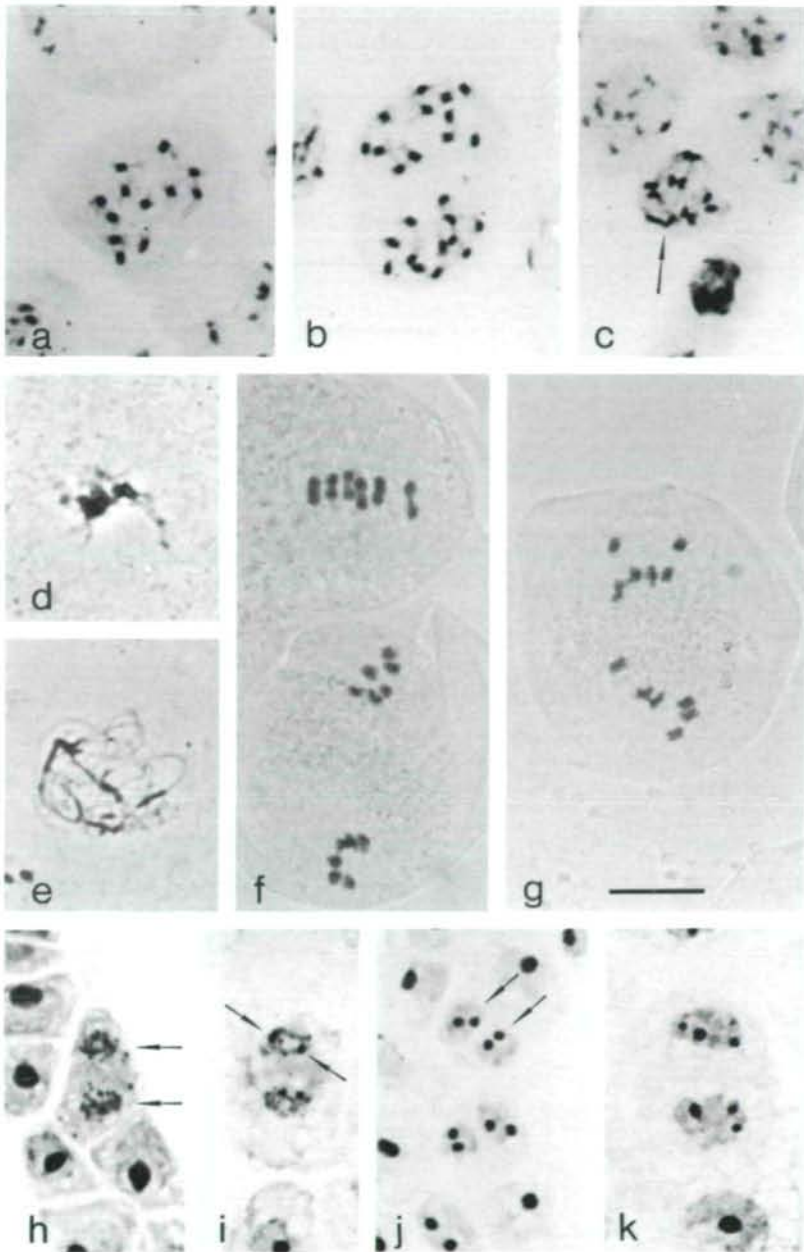


Abb. 1 a-k: *Cochlearia pyrenaica*. a-c Diploide Prophasen mit $2n = 12$ aus sehr jungen Samenanlagen (Feulgen), in c komplette somatische Paarung, Verklebung der beiden Nukleolus-organisierenden Chromosomen am NOR-Ende mit Pfeil markiert. d-g Stadien der Pollenmeiose (Feulgen); d Zygotän mit Sammelchromozentrum; e Pachytän; f Metaphase I, $n = 6$, Stabbivalente, darunter Metaphase II; g Metaphase II, mediane Lage der Centromere erkennbar. h-k Telophasen und Interphasekerne aus praemeiotischen Antheren (Silber-Imprägnation der Nukleolarsubstanz); h pränukeoläre Körperchen (Pfeile); i zwei Primärnukleolen pro Telophasekern (in einem solchen mit Pfeilen bezeichnet) und noch pränukeoläre Körperchen; j späte Telophasen mit zwei Primärnukleolen (Pfeile), in umliegenden Interphase-Kernen auch oft nur ein Fusionsnukleolus; k tetraploide Telophase mit vier bzw. drei Primärnukleolen sowie tetraploider Kern mit einem Fusionsnukleolus. - Balken: 10μ .

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur Naturkunde Oberösterreichs](#)

Jahr/Year: 1997

Band/Volume: [0005](#)

Autor(en)/Author(s): Krisai Robert, Greilhuber Johann

Artikel/Article: [Cochlearia pyrenaica DC., das Löffelkraut, in Oberösterreich \(mit Anmerkungen zur Karyologie und zur Genomgröße\) 151-160](#)