Plant Syst. Evol. 123, 61—82 (1974)
© by Springer-Verlag 1974

Aus dem Institut für Systematische Botanik der Universität Graz

Karyosystematik einiger asiatischer *Onosma*-Arten (*Boraginaceae*), inkl. *O. inexspectatum* TEPPNER, spec. nov.*

Von

Herwig Teppner, Graz

(Eingegangen am 15. Januar 1974)

Karyosystematics of some Asiatic *Onosma* Species (*Boraginaceae*), incl. *O. inexspectatum* TEPPNER, spec. nov.

Key Words: *Boraginaceae*, *Onosma* spec. div., *O. inexspectatum*, spec. nov. — Karyosystematics, cytosystematics; karyotypes, heterochromatin, aneuploidy, monosomics, polyploidy. — Pollen tetrads. — Flora of SW-Asia.

Abstract: The karyology of 7 *Onosma* species is treated. Informations on the structure of the interphase nuclei and of the chromosomes in mitotic prophase, on chromosome numbers and on chromosome morphology are given; in some cases earlier chromosome counts are corrected. The chromosome numbers of *O. inexspectatum* TEPPNER, spec. nov. ($2n = 14$), *O. rascheyanum* BOISS. ($2n = 30$), *O. sanguinolentum* VATKE ($2n = 30$), *O. albo-roseum* FISCH. et C. A. MEY. ($2n = 44$) and *O. giganteum* LAM. ($2n = 16$) are reported for the first time. The earlier known number of 43 chromosomes in *O. albo-roseum*, found in most individuals from garden origin, is interpreted as monosomic ($2n - 1 = 43$). About 50% of the pollen grains contains the monosome, but this is eliminated at least in most cases in the EMCs.

In dem Bestreben, durch das Erarbeiten karyologischer Daten Grundlagen für eine verbesserte Taxonomie der Gattung *Onosma* L. zu schaffen, wurden in den letzten Jahren zahlreiche Chromosomenzahlen ermittelt. Die Ergebnisse für einige asiatische Arten werden hiermit vorgelegt.

---

* Meinem verehrten Lehrer während eines schönen und anregenden Studienjahres in Bern, Herrn Prof. Dr. MAX WELTEN, zum 70. Geburtstag in tiefer Dankbarkeit gewidmet.

Die Methodik gleicht der bei früheren Arbeiten (TEPPNER 1970, 1971). Je Art wurden aus ca. 15 bis 30 genau analysierten und mittels eines ABBEschen Zeichenapparates gezeichneten mitotischen Metaphaseplatten die 3—6 besten ausgewählt und dienten als Grundlage für die Idiogramme. Aus den mittleren Armlängen wurden berechnet:

Arm-Index r = langer Arm : kurzer Arm (ohne Satelliten)
Relative Chromosomenlänge Lr = (Chromosomenlänge: Gesamtlänge des haploiden Satzes) × 100
Symmetrie-Index Si = (Gesamtlänge der kurzen Arme: Gesamtlänge der langen Arme) × 100
Größengradient-Index Gi = (Länge des kleinsten Chromosoms: Länge des größten Chromosoms) × 100
Bei Lr, Si und Gi wurden die Satelliten mitberücksichtigt.

Onosma sericeum WILLDENOW

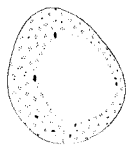
Karyologie: UdSSR: Armenische SSR, Erevanskij, Vohčaberd; Früchte 1973 vom Bot. Gartén Erevan erhalten. 5 Individuen untersucht ..... 2 n = 16

Diese in die Sektion *Aponosma* A. DC. gehörende haplotriche Art weist 2 n = 16 Chromosomen auf. In mitotischen Metaphasen (Abb. 1*b* und 9*b*) sind 2 Paare großer Chromosomen mit medianen Centromeren erkennbar; bei 3 Chromosomenpaaren mit submedianen Centromeren macht der kurze Schenkel ± die Hälfte des längeren Schenkels aus; Satelliten sitzen an den kurzen Schenkeln von 2 Paaren (nicht 1 Paar, wie TISSOT-DAGUETTE 1973 schreibt) stark heterobrachialer Chromosomen; schließlich fällt ein extrem heterobrachiales Chromosomenpaar auf, bei dem der kurze Arm kaum doppelt so groß ist wie die Satelliten des einen SAT-Chromosomenpaares.

Die Zählung von TISSOT-DAGUETTE (n = 8, 2 n = 16) konnte damit bestätigt werden. Dagegen liegt der Angabe von GRAU 1968: 287, 288 (2 n = 12, an Wildmaterial von Alma Ata, UdSSR) sicher ein Irrtum zugrunde, zumal *O. sericeum* in Kasachstan nicht vorkommt.

Die Interphasekerne zeigen — wie bei allen bisher untersuchten Onosmen — deutlichen Chromomerenbau. Heterochromatin ist bei dieser Art in geringer Menge und in kleinen Partikeln vorhanden; es tritt in Form von einem Dutzend bis ca. 20 kleiner Chromozentren hervor (Abb. 1*a*): ca. 4—6 der Chromozentren sind meist deutlich, die übrigen, kleinen, gehen nicht über Euchromomerengröße hinaus, und es ist daher teilweise nicht möglich, sie sicher dem Eu- oder Heterochromatin zuzuordnen. Die größeren Chromozentren stammen von den Satelliten, die kleinen wenigstens teilweise vom proximalen Heterochromatin, welches in einigen Chromosomen während der ganzen Spiralisationsprophase erkennbar ist. Der mitotische Formwechsel dürfte

daher dem Typ von *O. echioid*
wegen der geringen Heterochro
folgen sind.



a

Abb. 1. *O. sericum.* *a* Interphase
beides a

Onosma inexspec

Diagnosis: Perenne, basi
steriles foliorum et caules flo
caulina basalia distincte spath
tenuata, 10—30(—45) mm lon
floriferi e rosulis anni praecede
latis, sessilibus dense obsiti; i
fere capitata, dein valde elon
ca. 10—15 cm, in cultura ad
quantes.

Indumentum foliorum setis
tibus, caulorum etiam pilis sim

Calyx floris 11—13 mm lo
anguste lanceolatis, 1,1—1,6
15—18 mm longus (calyces i
longi). Corolla clavata, 18—2
lobis revolutis interdum extu
rosea, demum caerulescens. An
obovato-triquetrae, attenuato
2,3—2,6 mm latae, laevissim
2 n = 14.

Species ex affinitate *O. r*
1875: 199), sed imprimis caly
(non 22—25, p. p. usque ad
20 mm (non 24—25 mm) longi
5,3 mm) longis, ± 2,5 mm (no

daher dem Typ von *O. echioides* folgen, wenn auch die Einzelheiten wegen der geringen Heterochromatinmenge nur schwer genau zu verfolgen sind.

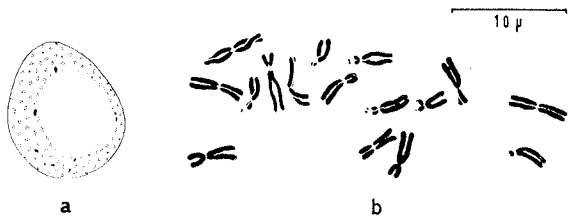


Abb. 1. *O. sericum*. *a* Interphasekern; *b* mitotische Metaphase (2n = 16); beides aus Wurzelspitzen

Onosma inexspectatum Teppner, spec. nov.

Diagnosis: Perenne, basi suffrutescens, valde ramosum, rosulas steriles foliorum et caules floriferos gerens. Folia rosularum et folia caulina basalia distincte spathulata, in petiolum brevem sensim attenuata, 10—30(—45) mm longa et (2—)3—6(—11) mm lata. Caules floriferi e rosulis anni praecedentis evoluti, simplices, foliis ± spathulatis, sessilibus dense obsiti; inflorescentia bi- vel trifurcata, primum fere capitata, dein valde elongata. Caules et inflorescentiae primum ca. 10—15 cm, in cultura ad 30 cm, dein usque ad 30—40 cm adaequantes.

Indumentum foliorum setis tuberculo breve stellato-piloso insidentibus, caulorum etiam pilis simplicibus brevibus intermixtis consistens.

Calyx floris 11—13 mm longus, usque ad basin 5-partitus, laciniis anguste lanceolatis, 1,1—1,6 mm latis, postea elongatus, in fructu 15—18 mm longus (calyces infimi inflorescentiae usque ad 20 mm longi). Corolla clavata, 18—20 mm longa, pruinoso-papillosa, glabra, lobis revolutis interdum extus sparse pilosis, primum albida, dein rosea, demum caerulescens. Antherae inclusae, stylus exsertus, nuculae obovato-triquetrae, attenuato-acuminatae, 2,7—3,1 mm longae et 2,3—2,6 mm latae, laevissimae, nitidae. Chromosomatum numerus 2 n = 14.

Species ex affinitate *O. rascheyani* Boissier (1849: 110—111 et 1875: 199), sed imprimis calycibus parvis, in fructu 15—18(—20) mm (non 22—25, p. p. usque ad 29 mm) longis, corollis minoribus, 18—20 mm (non 24—25 mm) longis, fructibus parvis, ± 3 mm (non 4,2—5,3 mm) longis, ± 2,5 mm (non 2,7—3,7 mm) latis valde differt.

Typus: Turkey, Adana C 6, Amanus Mts., 1 km E of Hasanbeyli below Nurdaği Pass, alt. 900 m. 14. V. 1966. ALBURY, CHEESE and WATSON 973 (K Holotypus).

Gesehene Belege: Amanus Mts., ALBURY, CHEESE and WATSON 973 (Holotypus, siehe oben). — Nurdağ Pass, 1100 m; ALBURY, CHEESE and WATSON 1845. Aus Früchten dieser Aufsammlung im Bot. Garten der Universität Graz kultivierte Pflanzen (E, G, GZU, K, LJU, W, WU): siehe unter Karyologie. — C 6 Seyhan; N side of Nur Dağ pass (Osmaniye-Fevzipaşa), 1000—1100 m, banks in *Quercus* scrub; 1 May 1966; DAVIS 42237 (E). — Monts Amanus, . . . d'Hasar Veyli, 4—5000'; Juin 1908; M. HARADJIAN, Plantae Syriae borealis . . . 2231 (W). — Prov. Adana, dist. Bahçe (N. Amanus), between Haruniye and Fevzipaşa, 900 m, on eroded banks; 18. 4. 1957; DAVIS and HEDGE, D. 26772 (E). — Amanus, mont. d. Dümanly 700—1200 m; Juillet 1911; M. HARADJIAN, Pl. Syr. bor. . . . 3660 (W).

Karyologie: Türkei: S-Anatolien, C 6 Adana, ½ km below (W side) crest of Nurdağ Pass; 1100 m; flat, open areas of soft crumbling limestone among scattered scrub on SW hillside; 22 July 1966; J. M. WATSON and S. D. ALBURY (briefliche Mitteilung von J. M. WATSON); ALBURY, CHEESE and WATSON 1845. — Früchte 1969, 1972 und 1973 vom Bot. Garten Kew erhalten, Kew Accn. No. 223-67.22302 X.
10 Individuen untersucht . . . . . $n = 7$, $2n = 14$.

Das im nördlichen Amanus vorkommende *O. inexspectatum* besitzt mit $2n = 14$ — wie viele asterotriche Onosmen — die Grundzahl $x = 7$. Die von TISSOT-DAGUETTE (1973) fälschlich unter dem Namen *O. cinereum* SCHREBER publizierte Angabe ist sicherlich auf *O. inexspectatum* zu beziehen.

Die Chromosomen (Abb. 2*c* und 9*c*) weisen median bis submedian gelegene Centromeren auf. Zwei Paare von Satellitenchromosomen gehören dem Satz an; die Satelliten sitzen jeweils am kürzeren Schenkel; das kleinere Paar ist schwach, das größere stärker heterobrachial.

Das Heterochromatin bildet in den Interphasekernen ca. 20 Elemente, von denen 4—6 größer und deutlich, der Rest dagegen klein und oft nur schwer einer der beiden Chromatinarten zuzuordnen ist (Abb. 2*a*). Der mitotische Formwechsel entspricht jenem von *O. echioides* (TEPPNER 1972), einem ebenfalls asterotrichen Formenkreis mit $2n = 14$. Das Heterochromatin wird hier nach dem Zerstäubungsstadium wieder erkennbar und bleibt bis zur späten Prophase vom Euchromatin deutlich unterscheidbar (Abb. 2*b*). Im wesentlichen handelt es sich um proximales Heterochromatin beiderseits der Centromeren. Der kurze Arm des kleineren SAT-Chromosoms ist abgesehen vom Satelliten selbst und einem kurzen Abschnitt von proximalem

Heterochromatin weitestgeh
Arm des größeren SAT-Chro
Die Meiose verläuft rege
körner, die keine Störungen
heterochromatische Komplex
assoziiert sind und vom He
men. Daneben finden sich no
die das proximale Heterochr
valenten sind in der Diakin
übrigen stab- oder kreuzförm
solche mit einem Chiasma (A

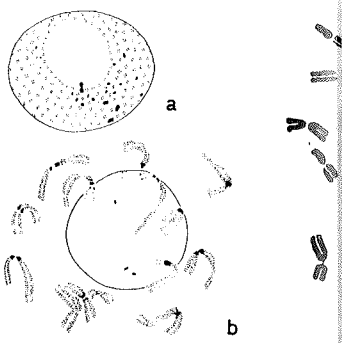


Abb. 2. *O. inexspectatum*. *a* Int
prophase; *c* mitotische Metap
d PMZ, M

O. rasc

Karyologie: Persia, Pro
Bijar, 2200—2600 m; 1. 7.
RECHINGER, Iter Iranicum V
sammlung kult. 1 Individuum
Persia, Prov. Kurdistan: I
25 km E Sanandaj, 2300 m; 3.
VII, 42770 (W). Aus Früchte
untersucht . . . . . .

Die Chromosomenzahl 2 n
von Keimpflanzen ermittelt
logie soll, sobald mehr Mater
trag berichtet werden.

Heterochromatin weitestgehend euchromatisch. Dagegen ist der kurze Arm des größeren SAT-Chromosoms stark heterochromatisch.

Die Meiose verläuft regelmäßig und ergibt Tetraden bzw. Pollenkörner, die keine Störungen erkennen lassen. Im Pachytän sind 1(—2) heterochromatische Komplexe sichtbar, die meist mit dem Nukleolus assoziiert sind und vom Heterochromatin um die SAT-Zonen stammen. Daneben finden sich noch ca. 7 kleine heterochromatische Partien, die das proximale Heterochromatin darstellen könnten. Von den 7 Bivalenten sind in der Diakinese noch bis zu 3 oder 4 ringförmig, die übrigen stab- oder kreuzförmig; in der Meta I finden sich meist nur solche mit einem Chiasma (Abb. 2*d*).

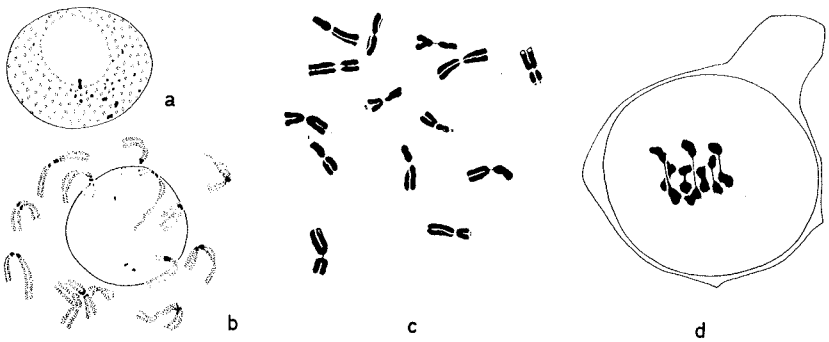


Abb. 2. *O. inexspectatum*. *a* Interphasekern; *b* späte mittlere Spiralisationsprophase; *c* mitotische Metaphase (2n = 14); alles aus Wurzelspitzen; *d* PMZ, Meta I mit 7 Bivalenten

O. rascheyanum Boissier

Karyologie: Persia, Prov. Kurdistan: In monte Hamzeh Arab SE Bijar, 2200—2600 m; 1. 7. 1971; J. Lamond et F. Termé, K. H. Rechinger, Iter Iranicum VII, 42621 (W). Aus Früchten dieser Aufsammlung kult. 1 Individuum untersucht ..... 2 n = 30

Persia, Prov. Kurdistan: In graminosis siccis jugi prope Salavatabad 25 km E Sanandaj, 2300 m; 3. 7. 1971; K. H. Rechinger, Iter Iranicum VII, 42770 (W). Aus Früchten dieser Aufsammlung kult. 2 Individuen untersucht ..... 2 n = 30

Die Chromosomenzahl 2 n = 30 konnte an einigen Wurzelspitzen von Keimpflanzen ermittelt werden. Über die Chromosomenmorphologie soll, sobald mehr Material verfügbar ist, in einem späteren Beitrag berichtet werden.

BOISSIER (1849: 110—111) beschrieb die Art nach Material aus dem Libanon (Libanus supra Rascheya; Mai 1846; E. BOISSIER, G Holotypus). Die kurdischen Pflanzen stimmen damit morphologisch gut überein; in karyologischer Hinsicht konnte die Identität jedoch noch nicht überprüft werden, da es bisher nicht gelang, Früchte dieser Art aus dem libanesisch-syrischen Raum zu erhalten.

O. sanguinolentum VATKE

Synonymie: *O. sanguinolentum* VATKE, 1875: 123. — *O. albo-roseum* FISCHER et C. A. MEYER subsp. *sanguinolentum* (VATKE) BORNMÜLLER, 1915: 175. — *O. albo-roseum* FISCH. et C. A. MEY. var. *sanguinolentum* (VATKE) RIEDL, 1967: 206. — *O. cinereum* SCHREBER var. *sanguinolentum* (VATKE) STROH, 1939: 447.

Karyologie: Türkei: O-Anatolien, Där Zaferan ca. 5 km SO Mardin, steinige Triften, Kalk, ca. 1000 m; 3. 4. 1971; leg. et fix. H. HUSS. 2 Individuen untersucht ..... n = 15, 2 n = ca. 30

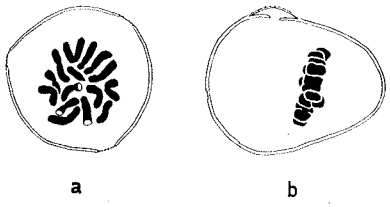


Abb. 3. *O. sanguinolentum*, Metaphase der ersten Pollenmitose (n = 15). *a* Polansicht, Pollenkorn im Querschnitt; *b* Äquatoransicht, Pollenkorn im Längsschnitt

Das vorliegende Material stammt aus der ditio classica von VATKES *O. sanguinolentum* und stimmt mit einem in W aufbewahrten Isotypus (in fissur. rup. Mardin, alt. 3000 ped., die Apr. 1867, leg. C. HAUSSKNECHT) vollkommen überein.

Die diploide Chromosomenzahl konnte an mitotischen Metaphasen in Samenanlagen nur annähernd bestimmt werden; dementsprechend war es nicht möglich, die Chromosomenmorphologie zu untersuchen. Die Zahl n = 15 wurde an einer größeren Zahl von ersten Pollenmitosen (Abb. 3) ermittelt. Da keine unreduzierten Pollenkörner und kaum fehlgeschlagene Körner festgestellt wurden, darf ungestörte Meiose angenommen werden. Darüber hinausgehende Aussagen sind zur Zeit nicht möglich, da nur einige wenige Blütenknospen zur Verfügung standen.

O. albo-roseum Fischer et C. A. Meyer

Karyologie: Türkei: Içel, Anamur-Mersin, vor Gilindere; 7. 5. 1970; I. Bozakman und K. Fitz 502 (W). Aus Früchten dieser Aufsammlung kult. 2 Individuen untersucht ..... $2n = 44$

Gartenmaterial; Früchte 1971 vom Bot. Garten Karlsruhe erhalten.

3 Individuen ..... $n = 22$, $2n = 44$

1 Individuum ..... $n = 21_{II} + 1_{I}$

Gartenmaterial; Früchte 1968 vom Bot. Garten Halle/Saale erhalten. 2 Individuen untersucht ..... $n = 21_{II} + 1_{I}$, $2n = 43$

Die Chromosomenzahl $n = 21_{II} + 1_{I}$ in der Meta I in PMZ bzw. $2n = 43$ (42 + 1) wurde an Hand von Material aus den botanischen Gärten Frankfurt/Main und Halle/Saale bereits in einer früheren Studie ermittelt (Teppner 1971); das nur einfach vorhandene Chromosom wurde dort vorläufig als B-Chromosom gedeutet. Durch weitere Untersuchungen sollte nun versucht werden, Natur und Verhalten dieses Chromosoms zu klären und den mitotischen Formwechsel der Chromosomen zu erfassen; dabei wurden die Pflanzen mit einem weiteren Chromosom, d. h. mit $n = 22$ bzw. $2n = 44$ entdeckt.

Pflanzen mit $2n = 44$: Metaphaseplatten in Wurzelspitzen zeigen — beim Wildmaterial aus der Türkei und beim Gartenmaterial aus Karlsruhe übereinstimmend — 24 Chromosomen mit median bis submedian gelegenen Centromeren und 20 stark heterobrachiale Chromosomen (Abb. 4*b*, 5 *b*). Die letzteren tragen z. T. Satelliten an den kurzen Armen. Beim Gartenmaterial wurden sechs, beim Wildmaterial bis zu 7 Satelliten beobachtet, so daß mit 4 Paaren von Satellitenchromosomen zu rechnen ist.

In den Interphasekernen (Abb. 4*a*, 7*a*) ist das Heterochromatin in kleinen Mengen nachzuweisen. Ca. (6—)10(—15) Partikel sind meist deutlich und gehen über Euchromomerengröße hinaus, eine Anzahl kleiner Gebilde ist nicht sicher dem Eu- oder Heterochromatin zuzuordnen. Der mitotische Formwechsel folgt dem Typ von *O. echioides*; d. h., hier ist die Differenzierung in Euchromatin und Heterochromatin an allen Chromosomen während der ganzen Spiralisationsprophase deutlich zu sehen (Abb. 5*a*).

Die Meta I in den PMZ ist völlig normal mit $n = 22$ Bivalenten (Abb. 5*c*). Die Ana I (Abb. 5*d*) zeigt zwar in etwa der Hälfte der PMZ eine Anaphasebrücke zwischen zwei Chromosomen (selten 2 oder 3 Brücken), aber die Chromosomen werden völlig regelmäßig verteilt. Liegengebliebene Chromosomen oder Mikronuklei in den Interkinesen sind äußerst selten (nur in einer einzigen PMZ beobachtet). Entsprechend der normalen Meiose zeigten die ersten Pollenmitosen auch stets

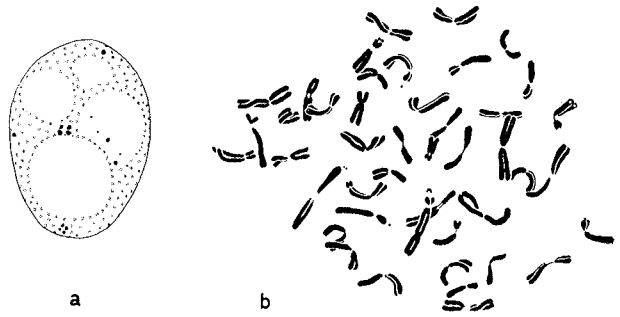


Abb. 4. *O. albo-roseum* (Gilindere, 2n = 44). *a* Interphasekern; *b* mitotische Metaphase

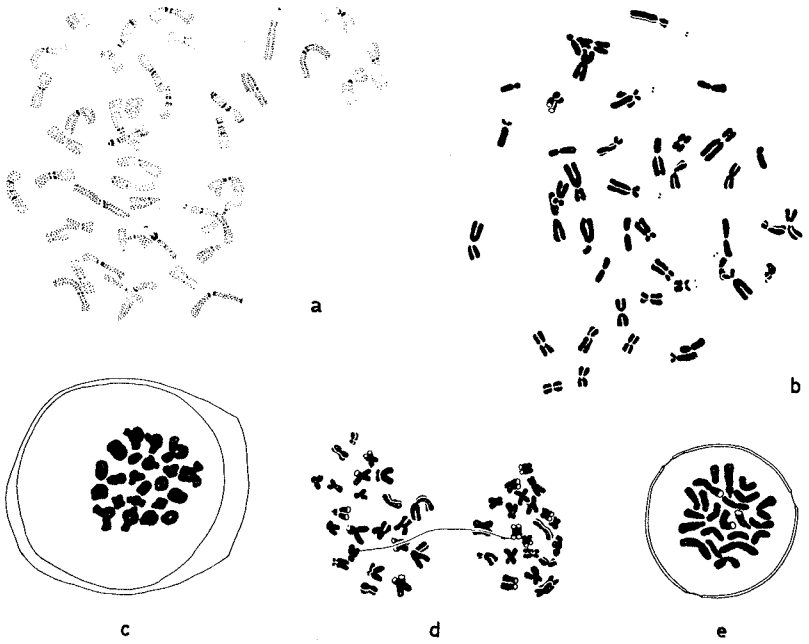


Abb. 5. *O. albo-roseum* (Gartenmaterial, 2n = 44). *a* späte Spiralisationsprophase; *b* mitotische Metaphase; beide aus Wurzelspitzen; *c* PMZ, Meta I mit 22 Bivalenten; *d* PMZ, Ana I mit 22 Chromosomen je Platte und einer Anaphasebrücke; *e* erste Pollenmitose mit n = 22

n = 22 Chromosomen (Abb. 5*e*). Unreduzierte Pollenkörner sind ebenfalls äußerst selten; in den Präparaten für Pollenmitosen wurde überhaupt keines gefunden; nur einmal wurde eine junge Tetrade beob-

achtet, die neben zwei normalen Pollenkörnern ein großes Korn enthielt. Inhaltsleere Pollenkörner sind zu ca. 2% vorhanden.

Pflanzen mit 2 n = 43: Aus den von drei mitteleuropäischen botanischen Gärten erhaltenen Früchten wurden bisher 10 Individuen aufgezogen und karyologisch untersucht; während nur drei 2 n = 44 besaßen, zeigten sieben Individuen die Zahl 2 n = 43; letztere sind

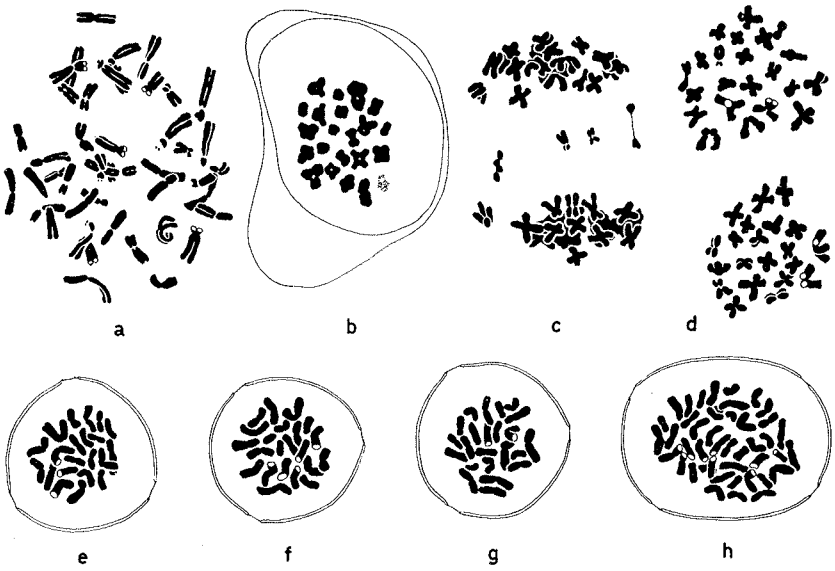


Abb. 6. *O. albo-roseum* (2n = 43). *a* mitotische Metaphase aus einer Wurzelspitze; *b* PMZ, Meta I mit 21 Bivalenten und einem Univalent; *c* Ana I mit vier liegengebliebenen Chromosomen zwischen den beiden Platten; *d* PMZ, Ana I (stark gequetscht) mit 22 Chromosomen in der oberen und 21 in der unteren Platte; *e—g* Metaphase der ersten Pollenmitose, *e* mit 21, *f* mit 22 und *g* mit 23 Chromosomen; *h* erste Pollenmitose in einem unreduzierten Korn mit 44 Chromosomen

wohl als monosom anzusehen. Die monosomen Pflanzen unterscheiden sich morphologisch in keiner Weise von den Individuen mit 2 n = 44. Bei dem fehlenden Chromosomen handelt es sich höchstwahrscheinlich um eines der kleinen heterobrachialen Chromosomen. Leider ist es — zumindest gegenwärtig — nicht möglich, das einfach vorhandene Chromosom in der mitotischen Metaphase exakt zu identifizieren; abgesehen von der relativ hohen Zahl ähnlicher Chromosomen stört die z. T. geringe Chromosomengröße (ca. 1½ bis 2 μ), derentwegen praktisch nie alle kleinen Chromosomen — unter denen aber das über-

zählige Chromosom zu suchen ist — genau parallel zur optischen Ebene liegen.

Die Meiose der monosomen Individuen zeigt erwartungsgemäß einige Besonderheiten. Die Chromosomen bilden in den PMZ in der Meta I 21 Bivalente (Abb. 6 *b*); das einfach vorhandene Chromosom, das Monosom, erscheint als Univalent, ist in fast allen Zellen nachweisbar und durch Form, Größe und blassere Farbe sowie in Seitenansichten in mehr als der Hälfte der PMZ durch die Lage außerhalb der Äquatorebene (Teppner 1971: Abb. 13*b*) leicht von den Bivalenten zu unterscheiden. Die wenigen Fälle, in denen das Univalent nicht zu beobachten war, dürften durch ungünstige Lage zwischen den Bivalenten bedingt sein; man könnte auch daran denken, daß das einfach vorhandene Chromosom mit zwei weiteren Chromosomen zu einem Trivalent zusammentritt, doch ließen sich Trivalente nicht mit Sicherheit nachweisen; allerdings ist die Analyse u. a. durch die unterschiedliche Chromosomengröße (ein großes Univalent wäre so groß wie ein kleines Bivalent) sehr erschwert. Scheinen mehrere Univalente pro PMZ vorhanden zu sein, so geht dies zumindest zum Teil sicher auf in der späten Metaphase frühzeitig getrennte Bivalentenhälften zurück; die Frage von Trivalenten, die auch hier naheläge, konnte wie gesagt nicht eindeutig geklärt werden. In der Ana I wird das Univalent vielfach gleich einer der beiden Anaphaseplatten zugeteilt, so daß eine Platte (und in der Folge auch eine Meta II-Platte) jeder PMZ n—1 = 21, die andere n = 22 Chromosomen enthält (Abb. 6*d*). Die Anaphase weist häufig leichte Störungen auf, einerseits Anaphasebrücken, andererseits finden sich in etwa der Hälfte der Ana I eine, seltener zwei oder mehr (Abb. 4*c*) Univalente oder Bivalenthälften zwischen den beiden Platten. In der Interkinese waren in etwa 50% der PMZ zunächst 1—2 liegengebliebene, meist in Teilung begriffene Chromosomen oder später 1—2 Mikronuklei zu beobachten. Diese, meist irgendwo an der Peripherie der PMZ gelegenen Mikronuklei treten neben den beiden Meta II-Platten ebenfalls in die Teilung ein; es hat den Anschein, daß solche Chromosomen dann wieder in die Kerne aufgenommen werden können und Univalente und Univalenthälften aus der Ana I sozusagen nachträglich noch in Ana II-Kerne gelangen können. Es ist jedenfalls auffällig, daß trotz der Häufigkeit der Mikronuklei in der Interkinese die jungen Tetraden bzw. Pollenzellen nur sehr selten Mikronuklei enthalten und in den Tetraden keine überzähligen, kleinen Pollenkörner beobachtet wurden. Nach der Ana II kommt aber gelegentlich Restitutionskernbildung vor, was zu großen, unreduzierten Pollenkörnern führt.

Nach den Beobachtungen in der Ana I und Meta II (Platten mit 21 und 22 Chromosomen in einer PMZ) war auch in den Pollenkörnern mit beiden Zahlen zu rechnen. An ersten Pollenmitosen konnten tat-

sächlich in je ca. 15 Körnern die Zahlen 21 (Abb. 6*e*) und 22 (Abb. 6*f*) festgestellt werden. Eine genauere Statistik über die Häufigkeit der beiden Zahlen an einer noch größeren Zahl von Platten war leider nicht möglich, da bei der relativ hohen Chromosomenzahl und den in der Pollenmitose sehr dicht liegenden Chromosomen nur wenige Mitoseplatten wirklich auf ein Chromosom genau zu analysieren sind. Aus diesem Grunde war es

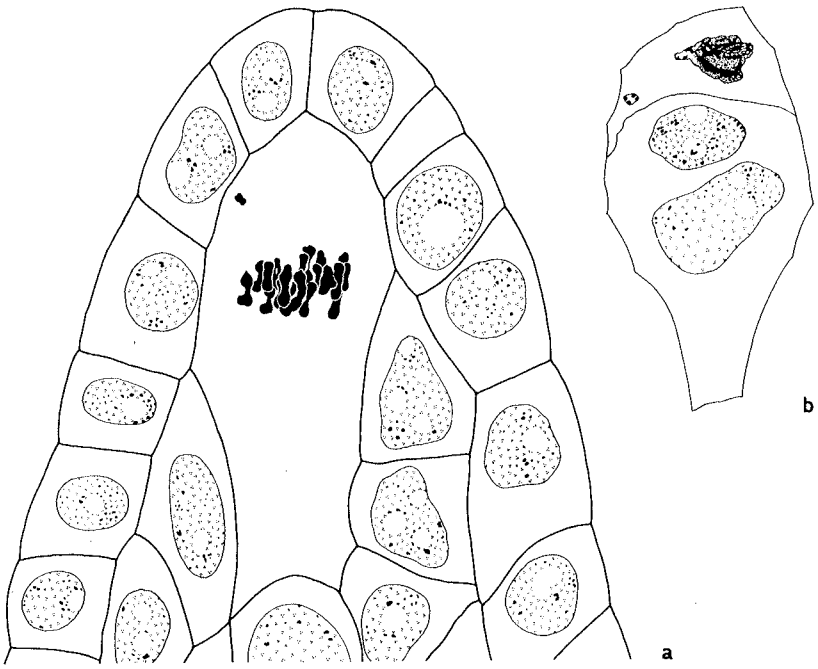


Abb. 7. *O. albo-roseum* (2n = 43). *a* Nuzellusscheitel, Meta I in EMZ, das Univalent außerhalb der Äquatorebene; *b* EMZ nach der Meiose, Kern der oberen Dyadenzelle bereits degeneriert, links der Mikronukleus (Univalent!) neben dem Hauptkern

auch nicht möglich, die wegen der geschilderten Meiosestörungen zu erwartenden abweichenden Zahlen nachzuweisen; lediglich das Auftreten von 23 Chromosomen konnte in einem Pollenkorn eindeutig sichergestellt werden (Abb. 6*g*). Neben den normalen Pollenkörnern wurden 0,4—0,7% unreduzierte Pollenkörner gezählt; diese sind durch Größe, meist unregelmäßige Gestalt und vermehrte Colpenzahl ausgezeichnet. Wenige waren im Teilungsstadium bzw. genau zu analysieren; einmal wurden genau 44 Chromosomen beobachtet (Abb. 6*h*). Außerdem finden sich in den Antheren zum Zeitpunkt der Pollenmitose etwa 2—8% inhaltsleere Pollenkörner.

Da das Monosom über etwa 50% der Pollenkörner an die Nachkommenschaft weitergegeben wird, wären, wenn das über die Embryosäcke in gleicher Weise geschehen würde, in der ersten Tochtergeneration Individuen mit den Chromosomenzahlen 42, 43 und 44 im Mengenverhältnis 1 : 2 : 1 und in der Folge ein weiteres Ansteigen der Chromosomenzahlen zu erwarten. Demgegenüber enthält die Mehrzahl der Individuen aus dem Gartenmaterial aber nur 2 n—1 = 43. Es war daher naheliegend, einmal die weibliche Seite zu überprüfen. Trotz vieler Mühe konnten nur wenige Meta I in EMZ untersucht werden. In zwei Fällen wurde das Univalent weit außerhalb der Äquatorebene an der Peripherie der mikropylaren Seite der EMZ (Abb. 7*a*) beobachtet; in einem Falle, einer offenbar frühen Metaphase, lag es in der Äquatorebene am Rande der Platte. Durch das frühe Polwärtswandern gelangt das Univalent in die mikropylare Zelle der Dyade und wird hier zu einem Mikronukleus neben dem Hauptkern. In dieser Form (Abb. 7*b*) war das Univalent in zahlreichen EMZ in späteren Stadien der Makrosporogenese nachzuweisen. Da die mikropylare Zelle — ohne in den zweiten Teilungsschritt einzutreten — sehr rasch degeneriert (Abb. 7*b*) und der unterste Kern der Tetrade den Makrosporenkern darstellt, ist das Monosom damit eliminiert. Aus den vorliegenden Beobachtungen kann man zwar nicht folgern, daß das Monosom auf der weiblichen Seite immer eliminiert wird, es läßt sich aber mit Bestimmtheit sagen, daß es meist — oder noch wahrscheinlicher — fast immer eliminiert wird. Wir sehen also in den EMZ mit der Elimination des Monosoms einen zu seiner Weitergabe in den PMZ gegensätzlichen Vorgang ablaufen; die Kombination beider Mechanismen erlaubt es, die ungerade Chromosomenzahl von 2 n—1 = 43 in gewissen Grenzen stabil zu halten. Auch im Falle der Elimination des Monosoms auf der weiblichen Seite wäre das Auftreten von Individuen mit der nächsthöheren geraden Zahl in der Nachkommenschaft denkbar, da durch die Meiosestörungen ohneweiters in der Ana II zwei Spalthälften des Univalents in einen Kern gelangen können; ein direkter Nachweis dieser Tatsache ist allerdings kaum möglich, da das Monosom anderen Chromosomen so ähnelt, daß es nicht sicher zu identifizieren ist. Aber Pollenkörner mit 23 Chromosomen kommen sicher vor (Abb. 6*g*). Wenn ein solches Pollenkorn mit 23 einen Embryosack mit 21 Chromosomen befruchtet, kann leicht eine Pflanze mit 2 n = 44 entstehen.

Irrtümliche Angabe: Unter dem Namen *O. cinereum* Schreber, der üblicherweise als synonym mit *O. albo-roseum* gilt, führt Tissot-Daguette die Chromosomenzahl 2 n = 14, n = 7 an, die sie an im Bot. Garten Neuchâtel kultivierten Pflanzen ermittelt hatte; das Material ist vom Bot. Garten Kew unter diesem Namen bezogen worden. Sie wundert sich darüber, daß die ihr vorliegenden Pflanzen eine von der bisherigen Angabe (2 n = 42 + 1 B) so stark abweichende Zahl aufweisen. Woher

kommt diese Diskrepanz der Zahlen? FAVARGER (1969) befaßte sich ausführlich mit Problemen und Fehlerquellen, die sich dem Cytotaxonomen — insbesondere bei Verwendung von Material aus botanischen Gärten — stellen, und er wies ausdrücklich darauf hin, daß ein Großteil der vielen falschen Chromosomenzahlenangaben auf falsch bestimmtem, von botanischen Gärten erhaltenem Material beruht. Es müßte daher die erste Aufgabe des Cytotaxonomen (FAVARGER 1969: le cytotaxinomiste n'est pas seulement un personne qui compte des chromosomes ; c'est avant tout un taxinomiste . . .) sein, die Pflanzen, welche er untersucht, hinsichtlich der Richtigkeit der Bestimmung zu überprüfen. Diese Forderung auf den gegenständlichen Fall angewendet ergibt: bei den in den letzten Jahren vom Bot. Garten Kew unter dem Namen *O. cinereum* SCHREBER verteilten Proben handelt es sich um die Früchte einer ganz anderen Art, nämlich um eine Sippe aus der nächsten Verwandtschaft von *O. rascheyanum* BOISS. (2 n = 14; siehe unter *O. inexspectatum*)!

O. armenum A. DECANDOLLE

GRAU (1968: 287, 288) nannte für diese Art die an Wildmaterial von Alma Ata ermittelte Zahl von 2 n = 12. Bereits an anderer Stelle (TEPPNER 1971: 220, 222) wurde darauf hingewiesen, daß es sich hierbei um die einzige Angabe der Grundzahl 6 für eine asterotriche Sippe handelt, einen Formenkreis, in dem am ehesten die Grundzahl 7 zu erwarten wäre. Dank des freundlichen Entgegenkommens von Herrn GRAU hatte ich die Möglichkeit, den Rest der verwendeten Samenprobe zu untersuchen; es handelt sich sicher nicht um *O. armenum* A. DC, sondern wahrscheinlich um *O. armeniacum* KLOKOV aus Armenien, für welches die Zahl 2 n = 12 bereits bekannt ist. Es liegt also offenbar eine Verwechslung der beiden ähnlichen Namen vor.

O. giganteum LAMARCK

Karyologie: Israel: Philistean Plain. Früchte 1972 vom Bot. Garten Jerusalem erhalten. Sechs Individuen untersucht . . . 2 n = 16.

Von dieser Art hat uns TAUSCH (1823) in seinem Hortus Canalius eine hervorragende Abbildung hinterlassen, die nach Pflanzen hergestellt wurde, welche aus von SIEBER ebenfalls in Palästina gesammelten Früchten gezogen worden waren.

Von den 8 Paaren Mitosechromosomen besitzen 5 Paare in der medianen Region gelegene Centromeren; 3 Paare tragen Satelliten an den kürzeren Armen, davon liegen bei zweien die Centromeren submedian, bei einem subterminal (Abb. 8*d* und 9*a*).

Die Interphasekerne in den Wurzelspitzen zeigen im Gegensatz zu den anderen hier behandelten Arten größere Heterochromatinmengen (Abb. 8*a*). 10—15, größtenteils auf einer Seite des Kernraumes liegende Chromozentren sind deutlich; dazu kommt noch eine Anzahl kleinerer Elemente. Das proximale Heterochromatin ist nur in geringer Menge vorhanden und bei einem Teil der Chromosomen nicht oder nur in Form eines offensichtlichen Heterochromomerenpaares nachweisbar. Zum Unterschied von den asterotrichen Arten mit Chromosomen nach dem

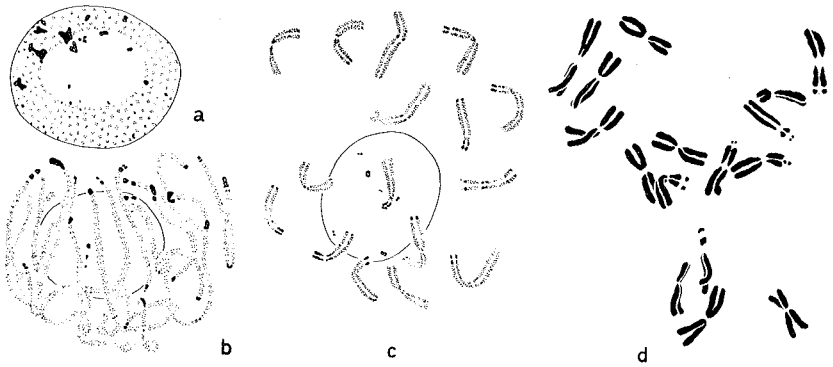


Abb. 8. *O. giganteum*. *a* Interphasekern; *b* frühe Spiralisationsprophase; *c* späte mittlere Spiralisationsprophase; *d* mitotische Metaphase (2n = 16); alles aus Wurzelspitzen

O. echioides-Typ sind größere Komplexe von Heterochromatin an den Chromosomenenden vorhanden (Abb. 8*b* und 8*c*). Nach dem Zerstäubungsstadium wird das Heterochromatin deutlich erkennbar und bleibt es bis zur späten Spiralisationsprophase, in deren Verlauf die Kontraste zwischen Eu- und Heterochromatin stark abnehmen. In der Erkennbarkeit des Heterochromatins während der ganzen Prophase stimmen die Chromosomen von *O. giganteum* mit denen des *O. echioides*-Typs überein.

Diskussion

Falsche Chromosomenzahlen. Die vorangehenden Ausführungen, in deren Verlauf mehrere der bisher für *Onosma* angegebenen Chromosomenzahlen korrigiert werden mußten, unterstreichen sehr deutlich die Notwendigkeit, sorgfältig zu analysieren (zahlreiche Platten von mehreren Individuen und nach Möglichkeit auch von verschiedenen Herkünften zu berücksichtigen) und vor allem die untersuchten Pflanzen kritisch zu bestimmen. In einer früheren Arbeit (Teppner 1971) wurden alle bis dahin bekannten Zahlen bei *Onosma* angeführt; etliche mußten

damals schon als falsch klassifiziert werden. Die neuen Untersuchungen deckten leider auf, daß weitere der älteren Zahlenangaben falsch sind und daß auch in den seit 1971 erschienenen Veröffentlichungen ein hoher Prozentsatz falscher Angaben enthalten ist. Soweit diese asiatische Arten betreffen, sind sie hier richtiggestellt, soweit sie sich auf europäische Sippen beziehen, soll dies in einem späteren Beitrag geschehen.

MERXMÜLLER beschäftigte sich schon 1970 in treffenden Worten mit dem Problem der falschen Chromosomenzahlen und illustrierte es eindrucksvoll durch das Beispiel der Gattung *Myosotis*. An Hand der Zählungen GRAUS konnte er zeigen, daß von den Zahlenangaben in TISCHLER 1950 nur 23,8% richtig sind, während die übrigen wegen falscher Zählung, falscher Bestimmung oder aus anderen Gründen unrichtig sind.

An dieses Beispiel reiht sich *Onosma* „würdig" an, nur mit dem Unterschied, daß aus dieser Gattung bis 1950 nur zwei (falsche) Zahlen für *O. arenarium* W. K. ermittelt wurden. Die erste (2 n = 12) beruht offensichtlich auf einer falschen Zählung und geht wahrscheinlich auf KÁDÁR (1944) zurück, die zweite (2 n = 24—26) beruht auf falscher Bestimmung durch PÓLYA (1950), da in diesem Falle sicher eine Unterart von *O. helveticum* BOISS. (2 n = 26) vorlag. Alle übrigen Chromosomenzahlen bei *Onosma* wurden nach 1950 publiziert; BAKSAY (1957) ermittelte die erste richtige Zahl (2 n = 14 für *O. tornense* JÁV.). Insgesamt haben bis Anfang 1973 11 Autoren in 13 Publikationen je 1—6, zusammen 32 Zahlenangaben für *Onosma*-Arten mitgeteilt. Davon sind auf Grund der eigenen Untersuchungen 15 (= 46,9%) als richtig und 17 (= 53,1%) als falsch anzusehen; letztere setzen sich zusammen aus: 25% falsch bestimmt, 18,8% falsch gezählt, 6,2% falsch bestimmt und falsch gezählt und 3,1% aus anderen Gründen unrichtig.

Derartige Bilanzen sind einfach erschütternd. Die vielen falschen Zahlen bringen die Karyosystematik in Verruf und bereiten dem Systematiker und Taxonomen unnötige Schwierigkeiten, da sie zwangsläufig zu argen Fehlschlüssen verleiten. Diese negative Entwicklung geht mit einer zunehmenden, für den einzelnen kaum mehr überschaubaren Flut von Veröffentlichungen einher. Die Triebfeder dafür liegt wohl zum großen Teil in der heute verbreiteten Tendenz, den Wert eines wissenschaftlichen Oevres nach Seitenzahl oder Gewicht in Kilogramm zu beurteilen.

Der den Zahlen anhaftende Schein des Exakten führt zu kritiklosem Abschreiben der Chromosomenzahlen; sie finden in Sammelwerke und Floren Eingang und werden an manchen Instituten in Computern — jederzeit abrufbereit — gespeichert. Fehler werden auf diese Weise vervielfacht, und es bedarf eines enormen Aufwandes, um sie auszumerzen. Ja in Fällen, in denen für eine Art mehr falsche Angaben als richtige

vorliegen, kommt es sogar zu der grotesken Situation, daß einem die richtige Zahl gar nicht mehr geglaubt wird. So wurden z. B. in der Flora Europaea bei *O. tauricum* (2 n = 26) nur die falschen Angaben mit 2 n = 14 berücksichtigt, und TISSOT-DAGUETTE (1973) brachte kürzlich das Kunststück fertig, diese Zahl nochmals zu ermitteln (wahrscheinlich wegen Verwechslung mit *O. rigidum*).

Angesichts solcher Tatsachen beginnt man die im ersten Moment überspitzt aussehende Forderung MERXMÜLLERS ("Only monographers should be entitled to publish chromosome counts! . . .") zu verstehen, denn irgendwie muß aus diesem Teufelskreis ein Ausweg gefunden werden, wenn unsere Wissenschaft nicht in einem Wust von großteils unbrauchbaren Arbeiten ersticken soll.

Die Systematik der Gattung und die Chromosomen. Die Sektion *Aponosma* A. DECANDOLLE (1846: 65) mit dem eingangs behandelten *O. sericeum* ist recht gut umschrieben. Die übrige Gattungsgliederung ist jedoch noch weitgehend offen, so daß vorläufig die Hinweise darauf, ob die Arten haplotrich oder asterotrich behaart sind, genügen müssen.

Aus der Korrektur der Angabe für *O. armenum* ergibt sich als wichtige Erkenntnis, daß die Grundzahl x = 6 nach allen bisherigen Befunden auf haplotriche *Onosma*-Arten beschränkt bleibt.

Die asterotrichen *Onosma*-Arten mit x = 7 haben alle den gleichen charakteristischen Formwechsel der Chromosomen in der mitotischen Prophase. Deutliche Hinweise sprechen dafür, daß es sich um einen Verwandtschaftskreis handelt. Recht verschiedene Sippen besitzen nämlich sehr ähnliche Chromosomensätze, wie ein Vergleich von *O. inexspectatum* (Abb. 9*c*) mit dem gelbblühenden, europäischen *O. echioides* L. zeigt. Letzteres (Abb. 9*d*) hat einen etwas heterogenen Chromosomensatz mit niedrigerem Symmetrie-Index. Von den beiden heterobrachialen Chromosomenpaaren bei *O. echioides* besitzt das kleinere heterochromatische kurze Arme und trägt Satelliten, das größere euchromatische kurze Arme ohne Satelliten; bei *O. inexspectatum* tragen beide entsprechenden Chromosomenpaare Satelliten.

Die Chromosomenzahl 2 n = 16 (x = 8) wurde bei zwei Arten aus ganz verschiedenen Verwandtschaftsgruppen gefunden, nämlich beim haplotrichen *O. sericeum* (Abb. 9*b*) aus der Sektion *Aponosma* und beim asterotrichen *O. giganteum* (Abb. 9*g*); die Beschaffenheit der Chromosomen (v. a. Symmetrie und Heterochromatinanteil) ist bei beiden sehr unterschiedlich. Nach bisher unveröffentlichten Befunden ist diese Grundzahl in der Gattung noch weiter verbreitet. Die Chromosomenzahlen der tetraploiden und hexaploiden Sippen in der Verwandtschaft des *O. albo-roseum* lassen vermuten, daß hier die Grundzahl x = 8 neben x = 7 ebenfalls eine Rolle spielt.

Die Gruppe von *O. albo-roseum* — ein Polyploidkomplex. Die asterotrichen *Onosma*-Arten mit dem bezeichnenden Farbwechsel der Blumenkronen von weißlich beim Aufblühen, über ± rosa am Höhepunkt der Anthese zu bläulich beim Abblühen sind sicherlich näher miteinander verwandt. RIEDL (1967) z. B. drückte dies aus, indem er die entsprechenden Arten zur „Series *O. albo-rosei*" zusammenfaßte. Eine Grundzahl in diesem Formenkreis ist x = 7; eine entsprechende Diploid-

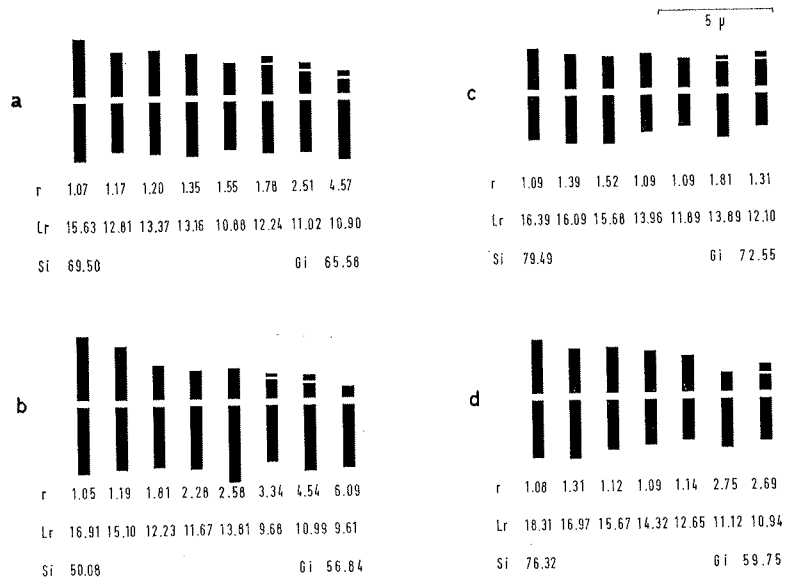


Abb. 9. Idiogramme der haploiden Chromosomensätze. *a O. giganteum*; *b O. sericeum*; *c O. inexspectatum*; *d O. echioides* L. var. *veronense* LACAITA von Sega bei Verona. — Die Symbole sind in der Einleitung erläutert

sippe ist mit *O. inexspectatum* (2 n = 14) aufgefunden; die Art bewohnt ein Gebiet (Amanus), in welchem sich nach den bisherigen Erfahrungen so manche ursprüngliche Sippe erhalten hat (vgl. DAVIS 1971: 19). *O. rascheyanum* und *O. sanguinolentum* sind tetraploid mit 2 n = 30; diese Zahl, die am ehesten aus 14 + 16 zu erklären ist, macht es wahrscheinlich, daß am Zustandekommen der Tetraploiden weitere Diploide, und zwar mit x = 8 bzw. 2 n = 16 beteiligt waren. Aus diesem Formenkreis selbst ist eine derartige Sippe zwar noch nicht bekannt (was bei der geringen Zahl karyologisch untersuchter *Onosma*-Arten auch nicht verwundert), aber *O. giganteum* zeigt immerhin das Vorkommen von 2 n = 16 bei einer asterotrichen *Onosma*-Art. Das hexaploide *O. albo-roseum* mit 2 n = 44 kann aus den Kombinationen 30 + 14 oder 28 + 16 entstanden sein. Die bisher bekannten Chromosomenzahlen machen die

erste Möglichkeit (vgl. Abb. 10) wahrscheinlicher. Damit sind einige Grundzüge der verwandtschaftlichen Zusammenhänge in dieser Artengruppe bekannt. Es liegt jedoch noch zuwenig Material für karyologische Zwecke vor, als daß man schon an eine karyologische oder taxonomische Übersicht denken könnte. Dies gilt ganz besonders für das morphologisch vielgestaltige *O. albo-roseum*.

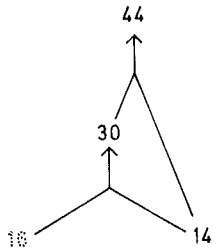


Abb. 10. Vermutete Zusammenhänge der Chromosomenzahlen in der Verwandtschaft des *O. albo-roseum*. Näheres im Text

Monosomie bei *O. albo-roseum*. Das in Pflanzen mehrerer Gartenherkünfte gefundene einfach vorhandene Chromosom wurde in einer ersten Studie als B-Chromosom angesehen; nach den jetzt vorliegenden neuen Ergebnissen liegen die Verhältnisse offensichtlich anders. Noch unveröffentlichte Untersuchungen an einer Reihe anderer *Onosma*-Arten ergaben, daß sich dort die eindeutig als B-Chromosomen einzustufenden Elemente in Form und Größe sowie durch den hohen Heterochromatinanteil stets sehr deutlich in Pro- und Metaphasen von den übrigen Chromosomen unterscheiden lassen. Hier, bei *O. albo-roseum*, ist das fragliche Chromosom dagegen nach morphologischen Gesichtspunkten in keiner Weise von den übrigen Gliedern des Satzes prinzipiell verschieden. Leicht kenntlich ist das Chromosom nur dort, wo es einfach vorhanden ist (Individuen mit $2n - 1 = 43$), und hier nur in der Meta I, da es infolge Fehlens eines Partners univalent bleibt; wo es doppelt vorhanden ist (Individuen mit $2n = 44$) verhält es sich völlig normal: es wird ein Bivalent gebildet. Das Fehlen der Paarungsaffinität des einfach vorhandenen Chromosoms zu irgendeinem der anderen Bivalente kann hier nicht als Charakteristikum für B-Chromosomen gewertet werden, da es für Monosomie ebenso gilt. Die zahlenmäßige Instabilität übersteigt nicht das bei Monosomie zu erwartende Ausmaß, womit ein weiteres Kriterium für B-Chromosomen entfällt.

Euchromatische überzählige Chromosomen sind bei verschiedenen Pflanzen beschrieben und als B-Chromosomen eingestuft worden (vgl. Battaglia 1964). Ebenso sind ähnlich gelagerte Fälle, in denen die über,

zähligen Chromosomen (abgesehen vom Nachweis durch die erhöhte Chromosomenzahl) nur durch die fehlende Paarung bei ungerader Zahl zu identifizieren sind, zu den B-Chromosomen gestellt worden (*Clarkia elegans*: LEWIS 1951). Im vorliegenden Fall ist aber 1. durch die Chromosomenzahl 2 n = 44 des Wildmaterials und 2. durch den Umstand, daß verwandte Arten das Zustandekommen dieser Zahl aus 30 + 14 nahelegen, 2 n = 44 als ursprüngliche Zahl und 43 als davon abgeleitete Aneuploidzahl anzusehen.

Eigenartig und bemerkenswert (weil an das Verhalten von B-Chromosomen erinnernd) ist jedoch die Weitergabe des Monosoms an die Nachkommenschaft; sie entspricht nur in den PMZ den Erwartungen im Falle von Monosomie, während in den EMZ die zumindest in den allermeisten Fällen erfolgende Elimination des Univalents durch frühzeitiges Polwärtswandern während der Meta I besonders hervorzuheben ist. Eine solche polare Differenzierung der EMZ ist — allerdings mit umgekehrten Vorzeichen — auch bei *O. arenarium* W. K. gegeben, wo die 7 + 1 Univalent-Chromosomen nur über den Embryosack in die Nachkommenschaft gelangen (TEPPNER 1972). Da nach den bisherigen Beobachtungen trotz der Elimination normale Embryosäcke gebildet werden, ist das z. T. monosom auftretende Chromosomenpaar für die Embryosackentwicklung offenbar nicht notwendig. Ob die männlichen n—1-Gameten normal funktionieren und die Entwicklung normaler Embryonen bzw. ganzer Pflanzen ohne dieses Chromosomenpaar möglich ist, kann nur die Analyse vieler Individuen zeigen. Bisher wurde die theoretisch zu erwartende Chromosomenzahl von 2 n — 2 = 42 nicht beobachtet; sie ist damit im vorliegenden Material sicher unterrepräsentiert, aber die geringe Zahl der untersuchten Individuen (10) erlaubt noch keine eindeutige Aussage.

Die vorliegenden Befunde gestatten jedenfalls nicht, die Pflanzen mit 2 n = 44 aus dem Gartenmaterial von Karlsruhe ohneweiters als „Eltern" der monosomen Individuen anzusehen. *O. albo-roseum* ist nach Material, das WIEDEMANN bei Amasia in N-Anatolien sammelte und welches im Hort. Bot. Petropolitanus kultiviert wurde, von FISCHER & MEYER 1839 beschrieben worden. Es ging seither im Wege des Samentausches an zahlreiche botanische Gärten und zählt zu den am häufigsten kultivierten *Onosma*-Arten. Die Individuen mit 2 n = 44 könnten genausogut nach vielen Generationen mit 43 Chromosomen in einem mitteleuropäischen botanischen Garten entstanden sein.

Laufende Untersuchungen sollen die Vererbungsweise des Monosoms bzw. die in der Nachkommenschaft auftretenden Chromosomenzahlen durch die Aufzucht zahlreicher Individuen weiter klären helfen.

Pollenkörner und Pollentetraden. Bei den vier Pollenkörnern einer Tetrade bezeichnet man den ins Zentrum der Tetrade weisenden

Pol als den proximalen, den nach außen weisenden als den distalen Pol. Daß bei *Onosma* der proximale Pol am verschmälerten Ende des Pollenkorns (Abb. 3*b*) liegt und der distale am breiten Ende der „Birne", ist wohl selbstverständlich; umgekehrt geht es aus Platzgründen in der Tetrade nicht, und eine beliebige andere Lage kommt nicht in Frage, da zonotreme Pollenkörner ihre Aperturen stets um den Äquator angeordnet tragen. Im Hinblick auf die gegenseitige Lage zueinander nehmen die vier Pollenkörner einer Tetrade — wie bei den meisten Pflanzen — die Eckpunkte eines Tetraeders ein. Es ist ebenfalls selbstverständlich, daß sich daran zwei häufige Betrachtungsmöglichkeiten ergeben. Stellt man das Tetraeder auf eine Fläche, so wird ein Eckpunkt (Pollenkorn) oben liegen, und die drei übrigen werden sich darunter in einer Ebene befinden. Stellt man das Tetraeder dagegen auf eine seiner Kanten, so liegt ein Paar von Eckpunkten (Pollenkörnern) oben und das zweite Paar, gekreuzt dazu, darunter. Bei den beiden Blickrichtungen auf eine Tetrade bei *Onosma* von „deux formes de tétrade" zu sprechen (Huynh 1972: 8; bei anderen Arten auch in Huynh 1968) und die erstgenannte Ansicht einer Tetrade als „tétrade post-méiotique de disposition tétraédrique" der zweitgenannten als „tétrade post-méiotique où les partenaires d'un couple de microspores soeurs sont disposés sur un même niveau" sozusagen als Gegensatz gegenüber zu stellen (Huynh 1968, 1969), ist hinsichtlich der Dispositionsangaben zumindest absonderlich und irreführend. Effektiv falsch ist es aber, im Falle der zweitgenannten Position des Tetraeders die beiden in derselben Ebene erscheinenden Pollenkörner als Schwester-Pollenkörner („micorospores soeurs") zu bezeichnen, um damit auszudrücken, daß sie Partner aus derselben Meta II sind (oder anders formuliert: daß ihre Kerne vom selben Interkinesekern abstammen). Bei tetraedrischer Anordnung von um den Äquator radiär gebauten Pollenkörnern (und das ist die Hauptmasse) unterscheiden sich die Pollenkörner, deren Kerne aus dem einen Interkinesekern hervorgegangen sind, in ihrer gegenseitigen Lage in nichts von der Lage zu den beiden Pollenkörnern, deren Kerne vom anderen Interkinesekern derselben PMZ abstammen; es bleibt völlig dem Zufall überlassen, welche zwei der vier Pollenkörner einer Tetrade dem Betrachter in einer Ebene liegend erscheinen.

Zusammenfassung

Die Karyologie von 7 *Onosma*-Arten wird behandelt. Angaben über Struktur der Interphasekerne, über den Formwechsel in der mitotischen Prophase, über Chromosomen-Zahlen und -Morphologie werden mitgeteilt; in einigen Fällen werden frühere Zählungen berichtigt. Die Chromosomenzahlen von *O. inexspectatum* Teppner, spec. nov. (2 n =

14), *O. rascheyanum* Boiss. (2 n = 30), *O. sanguinolentum* Vatke (2 n = 30), *O. albo-roseum* Fisch. et C. A. Mey. (2 n = 44) und *O. giganteum* Lam. (2n = 16) werden erstmals angeführt. Die bei *O. albo-roseum* bereits bekannte, in der Mehrzahl der Individuen von Gartenherkünften gefundene Zahl von 43 Chromosomen wird als ein Fall von Monosmie angesehen (2 n — 1 = 43). Das Monosom ist in etwa 50% der Pollenkörner enthalten, während es in den EMZ zumindest in den allermeisten Fällen eliminiert wird.

Herrn Univ.-Prof. Dr. F. Ehrendorfer danke ich für die kritische Durchsicht des Manuskriptes, Herrn Univ.-Doz. Dr. H. Riedl spreche ich für die Freundlichkeit, mir in das Herbarmaterial zur Flora of Turkey Einsicht zu gewähren und für manche Diskussion aufrichtigen Dank aus. Mein besonderer Dank gilt auch den Verwaltern und Besitzern von Herbarien sowie den Kollegen, welche die Untersuchungen durch Überlassen von Früchten oder Fixierungen förderten.

Literaturverzeichnis

Baksay, L., 1957: The chromosome numbers and cytotaxonomical relations of some European plant species. Ann. Hist.-Nat. Mus. Hung., S. N. **8**, 169—174.

Ball, P. W., and Riedl, H., 1972: *Onosma*. In: Tutin, T. G. et al., Flora Europaea **3**, 89—94. Cambridge: University Press.

Battaglia, E., 1964: Cytogenetics of B-chromosomes. Caryologia **17**, 245—299.

Boissier, E., 1849: Diagnoses plantarum orientalium novarum. Ser. I, Nr. **11**. Parisiis.

— 1875: Flora Orientalis . . . **4** (**1**). Genevae et Basileae.

Bornmüller, J., 1915: Reliquiae Straussianae. Weitere Beiträge zur Kenntnis der Flora des westlichen Persiens. II. Beih. Bot. Centralbl. **33** (2. Abt.), 165—269.

Davis, P. H., 1971: Distribution patterns in Anatolia with particular reference to endemism. In: Davis, P. H., Harper, P. C., and Hedge, I. C., Plant life of South-West Asia, 15—27. Edinburgh: The Botanical Society of Edinburgh.

DeCandolle, A., 1846: Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis . . . 10. Parisiis.

Favarger, C., 1969: Le rôle d'un jardin botanique dans les recherches de cytotaxinomie. Boissiera **14**, 99—108.

Fischer, F. E. L., et Meyer, C. A., 1839: Animadversiones botanicae. Index seminum Hort. bot. Petropolit. **5**, 33—43.

Grau, J., 1968: Cytologische Untersuchungen an Boraginaceen I. Mitt. Bot. Staatss. München **7**, 277—294.

Huynh, K.-L., 1968: Etude de l'arrangement du pollen dans la tétrade chez les Angiospermes sur la base de données cytologiques. Ber. Schweiz. Bot. Ges. **78**, 151—191.

— 1969: Etude . . . II. Variation dans le nombre d'apertures. Ber. Schweiz. Bot. Ges. **79**, 354—364.

— 1972: Etude . . . V. Le pollen hétéropolaire de genre *Onosma* (Boraginaceae). Bull. Soc. Neuchât. Sci. Nat. **95**, 5—9.

JÁVORKA, S., und SOÓ, R., 1951: A Magyar Növényvilág Kézikönyve. I. Budapest.

KÁDÁR, E. G., 1944: Magyaország virágos növényeinek chromosoma számai. (Chromosome numbers of the Hungarian flowering plants.) Diss. Kolozsvár. Zitiert nach JÁVORKA und SOÓ, 1951.

LEWIS, H., 1951: The origin of supernumerary chromosomes in natural populations of *Clarkia elegans*. Evolution **5**, 142—157.

MERXMÜLLER, H. 1970: Provocation of biosystematics. Taxon **19**, 140—145.

PÓLYA, L., 1950: Chromosome numbers of Hungarian plants II. Ann. Biol. Univ. Debrec. **1**, 46—56.

RIEDL, H., 1967: *Boraginaceae*. In: RECHINGER, K. H. (Hrsg.): Flora Iranica, Lief. **48**. Graz: Akademische Druck- u. Verlagsanstalt.

STROH, G., 1939: Die Gattung *Onosma* LINN. Versuch einer systematischen Kodifizierung der Arten. Beih. Bot. Centralbl. **59** (Abt. B), 430—454.

TAUSCH, I. F., 1823: Hortus Canalius seu . . . 1. Decas 1. Pragae.

TEPPNER, H., 1970: Karyotypen europäischer, perennierender Sippen der Gramineen-Gattung *Anthoxanthum*. Österr. Bot. Z. **118**, 280—292.

— 1971: Cytosystematik, bimodale Chromosomensätze und permanente Anorthoploidie bei *Onosma* (*Boraginaceae*). Österr. Bot. Z. **119**, 196—233.

— 1972: Cytosystematische Studien an *Onosma* (*Boraginaceae*). Die Formenkreise von *O. echioides*, *O. helveticum* und *O. arenarium*. Ber. dtsch. bot. Ges. **84**, 691—696.

TISCHLER, G., 1950: Die Chromosomenzahlen der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. 'S-Gravenhage: Uitgeverij Dr. W. Junk.

TISSOT-DAGUETTE, M., 1973: Recherches cytotaxonomiques sur le genre *Onosma*. Ber. Schweiz. Bot. Ges. **82**, 291—299.

VATKE, W., 1875: Descriptiones Borraginacearum novarum orientalium. Z. ges. Naturwiss. **45** (= N. F. 11), 123—130.

Anschrift des Verfassers: Univ.-Doz. Dr. HERWIG TEPPNER, Institut für Systematische Botanik der Universität Graz, Holteigasse 6, A-8010 Graz, Österreich.

Printed in Austria