

Zytologische Untersuchungen an Bryophyten aus dem Harz

I. Chromosomenzahlen einiger Lebermoose aus dem Bodetal

Von

Reinhard Fritsch

Mit 14 Abbildungen

(Eingegangen am 1. Juli 1974)

Einleitung

In den letzten Jahren wurden in der zytologischen Erforschung der europäischen Bryophyten sehr beachtliche Fortschritte erzielt. Doch ist diese Entwicklung nicht gleichmäßig verlaufen. Bei den Laubmoosen liegen aus dem europäischen Teil der Sowjetunion zahlreiche Chromosomenzählungen vor (Lazarenko & Vysotskaya, 1964, 1965; Vysotskaya, 1967, 1972; Vysotskaya & Fetisova, 1969; Bachurina & Solonina, 1972; Fetisova & Vysotskaya, 1970; Vysotskaya & Danilkov, 1973), auch Nordeuropa (Holmen, 1958; Wigh & Strandhede, 1971; Wigh, 1972 b, 1973; Tsutsumi et al. 1973) und die Britischen Inseln (Smith & Newton, 1966, 1967, 1968; Ramsay, 1969; Newton, 1971, 1973) sind zytologisch recht gut bekannt. Jedoch an Material aus den übrigen Teilen Europas sind in viel geringerem Maß Chromosomenzahlen bestimmt worden. Neben der ausführlichen Arbeit von Bryan (1973) sind nur einige kleine Beiträge zu nennen (Ho, 1957; Györfy, 1964; Wigh, 1972 a). Die Sippen der Balkanhalbinsel und des europäischen Mittelmeerraumes sind bisher nicht zytologisch bearbeitet worden.

Bei den Lebermoosen basieren die schon älteren Befunde von Heitz, Lorbeer und Müller größtenteils auf mitteleuropäischem Material, doch ist eine genaue geographische Zuordnung nur selten möglich. Von den Britischen Inseln (Newton, 1971, 1973), den Alpen (Schmidt, 1964), den Vogesen (Gagnieu & Lambert, 1959) und der Hohen Tatra (Fritsch, 1974) liegen andererseits Untersuchungen jeweils geringeren Umfangs vor, während die zytologische Bearbeitung der Ricciaceae durch Jovet-Ast (1969) fast sämtliche europäische Arten berücksichtigt. Der Anteil von zytologisch mindestens einmal untersuchten Arten ist mit fast 40 % vom Gesamtbestand der europäischen Lebermoos-Arten relativ sehr hoch, sicherlich höher als bei den ostasiatischen Sippen, bei denen aber von absolut mehr Arten Chromosomenzahlen bekannt sind.

Insgesamt liegen somit von vielen europäischen Sippen der Laub- und Lebermoose Chromosomenzahlen vor. Aber nur in wenigen Fällen kann die Variabilität des Merkmals Chromosomenzahl eingeschätzt werden, denn von fast 95 % der untersuchten Lebermoos-Sippen und fast 80 % der Laubmoos-Sippen sind bisher höchstens dreimal die Chromosomen gezählt worden. Von den bryofloristisch sehr gut durchforschten Mittelgebirgen der DDR und der BRD ist zytologisch ganz unverhältnismäßig wenig bekannt.

Auf zytologischem Gebiet besteht somit noch ein großer Nachholbedarf, der nicht nur in Mitteleuropa spürbar ist, sondern weltweit die taxonomischen Arbeiten der Bryologen erschwert. Auch lokale zytologische Untersuchungen an Laub- und Lebermoosen sind darum wertvoll. Sie können nicht nur ganz allgemein zur Vertiefung unserer Kenntnisse von den Bryophyten beitragen, sondern sie ergänzen andererseits auch unsere Vorstellungen darüber, was in der immer tiefer gehenden Umgestaltung

der Landschaft unter dem Einfluß des Menschen der Achtung und des besonderen Schutzes durch die Gesellschaft bedarf.

Material und Methode

Die Pflanzen wurden während einer Exkursion im Bodetal gesammelt. Da in den Tagen vorher keine Niederschläge gefallen waren, wurden die trockenen Rasen im Labor auf einer Folie ausgebreitet, vorsichtig mit Aqua dest. angefeuchtet und mit durchsichtiger Polyäthylenfolie bedeckt. Nach etwa 36 Stunden wurden Sproßspitzen entnommen, 3 bis 4 Stunden in einem Gemisch von Alkohol (96 %), Eisessig und Chloroform 1:1:1 fixiert und in Orcein-Essigsäure übergeführt. Nach 3 bis 4 Tagen war das Material ausreichend durchgefärbt und konnte zu Quetschpräparaten verarbeitet werden. Eine Aufbewahrung der in der Farblösung befindlichen Proben im Kühlschrank bei 2 bis 4 °C erwies sich als vorteilhaft, da das Gewebe länger weich blieb und langsamer überfärbte als bei Zimmertemperatur. Dauerpräparate wurden nach der von Panitz (1964) beschriebenen Methode hergestellt, die sich als gut geeignet erwies: Anpressen des Deckglases mittels einer Klammer, 6 bis 8 Stunden Einstellen des ganzen Präparates in 96 %igen Alkohol, 2 bis 4 Stunden Einstellen in Euparal, abtropfen lassen, Klammer abnehmen, trocknen, säubern mit Alkohol.

Belege der untersuchten Populationen befinden sich im Herbarium Haussknecht der Friedrich-Schiller-Universität Jena (JE).

Ergebnisse

Barbilophozia barbata (Schreb.) Loeske, $n = 9$ (Abb. 1), JE-H1193, JEH1200.

Barbilophozia hatcheri (Evans) Loeske, $n = 10$ (Abb. 2), JE-H1209, JE-H1212.

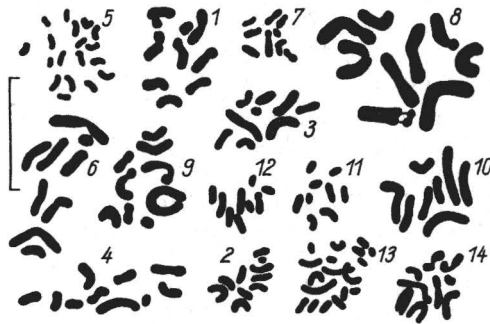


Abb. 1. *Barbilophozia barbata*, $n = 9$

Abb. 2. *Barbilophozia hatcheri*, $n = 10$

Abb. 3. *Diplophyllum albicans*, $n = 9$

Abb. 4. *Lepidozia reptans*, $n = 10$

Abb. 5. *Lophocolea cuspidata*, $n = 18$

Abb. 6. *Lophozia ventricosa* var. *silvicola*, $n = 9$

Abb. 7. *Nardia scalaris*, $n = 9$

Abb. 8. *Pellia epiphylla*, $n = 9$

Abb. 9. *Plagiochila porellioides*, $n = 9$

Abb. 10. *Ptilidium ciliare*, $n = 8$

Abb. 11. *Scapania compacta*, $n = 9$

Abb. 12. *Scapania nemorea*, $n = 9$

Abb. 13. *Tritomaria exsectiformis*, $n = 18$

Abb. 14. *Tritomaria quinquedentata*, $n = 9$

(Maßstab 10 μm)

- Diplophyllum albicans* (L.) Dum., $n = 9$ (Abb. 3), JE-H1217, JE-H1218.
Lepidozia reptans (L.) Dum., $n = 10$ (Abb. 4), JE-H1210; $n = 9$, JE-H1202.
Lophocolea cuspidata (Nees) Limpr., $n = 18$ (Abb. 5), JE-H1203, JE-H1215.
Lophozia ventricosa (Dicks.) Dum. var. *silvicola* (Buch) Jones, $n = 9$ (Abb. 6), JE-H1213.
Nardia scalaris S. Gray, $n = 9$ (Abb. 7), JE-H1201.
Pellia epiphylla (L.) Corda, $n = 9$ (Abb. 8), JE-H1204.
Plagiochila porelloides (Torrey ex Nees) Lindenb. s. amplo, $n = 9$ (Abb. 9), JE-H1195, JE-H1211, JE-H1214.
Ptilidium ciliare (L.) Hampe, $n = 8$ (Abb. 10), JE-H1208.
Scapania compacta (Roth) Dum., $n = 9$ (Abb. 11), JE-H1194.
Scapania nemorea (L.) Grolle, $n = 9$ (Abb. 12), JE-H1196, JE-H1197, JE-H1199, JE-H1206, JE-H1216.
Tritomaria exsectiformis (Breidl.) Loeske, $n = 18$ (Abb. 13), JE-H1198.
Tritomaria quinquedentata (Huds.) Buch, $n = 9$ (Abb. 14), JE-H1205, JE-H1207.

D i s k u s s i o n

Die Chromosomenzahlen von *Barbilophozia barbata*, *Lophozia ventricosa* var. *silvicola* und *Scapania compacta* lagen bis jetzt noch nicht vor. Sie fügen sich gut ein in den Rahmen des bisher Bekannten.

Bei *Pellia epiphylla*, *Plagiochila porelloides*, *Nardia scalaris*, *Tritomaria quinquedentata* und *T. exsectiformis* stimmen meine Beobachtungen mit den Angaben anderer Autoren gut überein. Neu ist meines Wissens die Feststellung eines SAT-Chromosoms bei *Pellia epiphylla* (s. Abb. 8).

Ein gleicher Fall wie bei *Calypogeia trichomanis* (Fritsch, 1974) liegt offenbar bei *Lophocolea cuspidata* vor, denn der polyploiden europäischen Sippe ($n = 18$, schon bei Müller, 1954, angegeben) stehen $n = 9$ Chromosomen der ostasiatischen Sippe gegenüber (Inoue, 1968; von Taiwan).

Etwas überraschter war ich jedoch, daß beide Populationen von *Barbilophozia hatcheri* und eine der beiden Populationen von *Lepidozia reptans* $n = 10$ Chromosomen besaßen. Die andere Population von *Lepidozia reptans* hat aber die auch schon von anderen Autoren festgestellte Chromosomenzahl $n = 9$. Somit existieren von dieser Sippe im Bodetal nebeneinander Populationen mit unterschiedlichen Chromosomenzahlen. Im Gegensatz zu den Verhältnissen bei *Barbilophozia lycopodioides* (Fritsch, 1974) war es in den vorliegenden Fällen nicht auch nur annähernd zu klären, ob ein deutlich kleineres Chromosom zum „Normalkomplement“ $n = 9$ hinzugekommen ist oder ein etwa gleich großes. Das hat verschiedene Ursachen. Bei *Barbilophozia hatcheri* fehlt mir die Kenntnis des Vergleichskomplements. Bei *Lepidozia reptans* bin ich beim Vergleich mit der anderen Population auf Schwierigkeiten gestoßen, die nicht nur bei dieser Art aufgetreten sind.

Ganz allgemein ist nach meinen Erfahrungen die Variabilität der Chromosomenlänge bei Lebermoosen recht erheblich. Besonderes das Ansprechen der kleinsten Chromosomen des Satzes ist oft schwierig, weil diese in einem Präparat nahezu punktförmig, im anderen aber deutlich gestreckt erscheinen können. Dann reichen sie fast bis an die Größe der kleinen Chromosomen heran. Sicher muß man den Einfluß der verschiedenen Chromosomenlängen berücksichtigen, die im Verlauf des Mitosezyklus auftreten. Auch die technischen Schwierigkeiten bei Arbeiten mit der stärksten Vergrößerung, wie schlechte Konturenschärfe, sehr geringe Tiefenschärfe, geringer Kon-

trast usw., wirken sich aus. Unterschiede bei der Fixierung und Färbung dürften keinen so starken Einfluß haben; denn in gleicher Weise behandeltes Material von Blütenpflanzen zeigt keine solchen Größenunterschiede der Chromosomen. Es muß wohl eine Eigenheit mindestens der Lebermoose sein (bei Laubmoosen kann ich mir kein Urteil darüber erlauben), denn selbst Präparate von einer Pflanze zeigen die Unterschiede.

Eine ähnliche Problematik liegt in jenen Fällen vor, in denen es um die Entscheidung $n = 8$ oder $n = 9$ Chromosomen geht. Das betrifft in dieser Abhandlung einmal *Ptilidium ciliare*. Trotz nochmaliger, sehr sorgfältiger Durchsicht der Präparate und noch vorhandenen Materials gelang es mir nicht, das von Newton (1973) beschriebene m-Chromosom nachzuweisen. Newton fand auch wesentlich kleinere Chromosomen. Bei *Scapania nemorea* und *Diplophyllum albicans* andererseits bestätigen meine Befunde die Chromosomenzahlen, die bei Müller (1954) zitiert sind, stehen aber im Gegensatz zu den Ergebnissen von Lorbeer (1927) und Gagnieu & Lambert (1959). Bei beiden Arten zeichnete Lorbeer keine deutlich kleineren Chromosomen, die in den mir vorliegenden Populationen jedoch vorhanden sind. Heitz (1927) war sich bei *Diplophyllum albicans* nicht sicher, ob es $n = 8$ oder 9 Chromosomen waren.

Wir sind sicher zu der Annahme berechtigt, daß viel öfter, als es bis jetzt bekannt ist, bei manchen Sippen nicht das „Normalkomplement“ $n = 9$ Chromosomen vorhanden ist, sondern $n = 8$ oder $n = 10$ oder vielleicht auch noch andere Zahlen. Bislang kennen wir aber nur bei wenigen Arten das Basiskomplement. Deshalb ist es in den meisten Fällen noch nicht möglich, Veränderungen im Karyotyp genauer zu interpretieren und klar zu entscheiden zwischen akzessorischen Chromosomen einerseits und den m-Chromosomen und kleinen Chromosomen des Basiskomplements andererseits. Daß akzessorische Chromosomen zu erwarten sind, geht auch aus der von Inoue (1973) publizierten Tatsache hervor, daß selbst *Takakia lepidozoides* solche besitzen kann. Auf der Grundlage unserer bisherigen Kenntnisse kann es aber als gesichert gelten, daß bei Lebermoosen die Aneuploidie keinesfalls in einem solchen Ausmaß auftritt wie bei Laubmoosen.

Herrn Dr. R. Grolle, Jena, möchte ich herzlich für die Nachbestimmung der untersuchten Populationen und die Ratschläge bei der Manuskriptgestaltung danken.

- Bachurina, G. F., und O. F. Solonina: Chromosome numbers in sixteen species of mosses in the Ukrainian SSR plain part (ukrain.). Ukrain. Bot. Ž. 29 (1972) 88–91.
- Bryan, V. S.: Chromosome studies on mosses from Austria, Czechoslovakia and other parts of Central Europe. Österr. Bot. Z. 121 (1973) 187–226.
- Fetisova, L. N., und E. I. Vysotskaya: Chromosome numbers in the mosses from Estonia (russ.). Bot. Ž. 55 (1970) 1150–1152.
- Fritsch, R.: Chromosomenzahlen der Bryophyten. Wiss. Z. Friedr.-Schiller-Univ., Math.-Nat. R. 21 (1972) 839–944.
- Fritsch, R.: Chromosomenzahlen einiger Lebermoose aus der Hohen Tatra. Lindbergia 2 (1974) 234–236.
- Gagnieu, A., und A. M. Lambert: Etude cytologique de quelques *Hepatiques vosgiennes*. Bull. Soc. Bot. France Memoirs 106 (1959) 145–147.
- Györfy, B.: Chromosome studies on Hungarian Mosses. Acta Biol. Acad. Sci. Hung., Suppl. 6, 15 (1964) 26–27.
- Heitz, E.: Über multiple und aberrante Chromosomenzahlen. Abhdl. Geb. Naturwiss., hrsg. Naturwiss. Verein Hamburg 21 (1927) 47–57.
- Ho, P. H.: Etude de la mitose et spécialement du megachromocentre chez quelques Muscinees. Rev. gen. Bot. 63 (1956) 237–280.

- Holmen, K.: Cytotaxonomic studies in some Danish mosses. Bot. Tidsskrift 54 (1958) 23–43.
- Inoue, H.: Chromosome numbers of some Malayan and Taiwan liverworts. Bull. Nat. Sci. Mus. Tokyo 11 (1968) 397–403.
- Inoue, S.: Karyological studies on *Takakia ceratophylla* and *T. lepidozoides*. J. Hattori Bot. Bot. Labor. 37 (1973) 275–286.
- Jovet-Ast, S.: Le caryotype des Ricciaceae. Rev. Bryol. Lichenol. 36 (1969) 673–689.
- Lazarenko, A. S., und E. I. Vysotskaya: Chromosome numbers of some mosses from the Ukraine (ukrain.). Dopovidi A. N. Ukrain. RSR (1964) 541–543.
- Lazarenko, A. S., und E. I. Vysotskaya: Beiträge zur Kenntnis der Chromosomenzahlen bei Laubmoosen der Ukraine (ukrain.). Citologija i genetika (Kiev) (1965) 174–178.
- Lazarenko, A. S., E. I. Vysotskaja und E. N. Lesnyak: Atlas chromosom listvennych mchov SSSR. Kiev 1971.
- Lorbeer, G.: Untersuchungen über Reduktionsteilungen und Geschlechtsbestimmungen bei Lebermoosen. Z. ind. Abst. Vererb.lehre 44 (1927) 1–109.
- Müller, K.: Rabenhorst's Kryptogamen-Flora, Band VI: Die Lebermoose Europas, 3. Aufl. Leipzig 1954–1957.
- Newton, M. E.: Chromosome studies in some British and Irish bryophytes. Trans. Brit. Bryol. Soc. 6 (1971) 244–257.
- Newton, M. E.: Chromosome studies in some British and Irish bryophytes II. J. Bryology 7 (1973) 379–398.
- Panitz, R.: Eine objektschonende Methode zur Herstellung mikroskopischer Dauerquetschpräparate. Kulturpflanze 12 (1964) 107–110.
- Ramsay, H. P.: Cytological studies on some mosses from the British Isles. Bot. J. Linnean Soc. 62 (1969) 85–121.
- Schmidt, A.: Chromosomenzahlen folioser Lebermoose aus Mitteleuropa. Österr. Bot. Z. 111 (1964) 320–323.
- Smith, A. J. E., und M. E. Newton: Chromosome studies of some British and Irish mosses I, II, III. Trans. Brit. Bryol. Soc. 5 (1966–1968) 117–130, 245–270, 463–522.
- Tsutsumi, S., M. Taguchi und S. Inoue: Karyological studies on Swedish mosses. Misc. Bryol. Lichen. 6 (1973) 82–84.
- Vysotskaya, E. I.: Übersicht über die Chromosomenzahlen von Laubmoosen der USSR (ukrain.). Citol. gen. (Kiev) 1 (1967) 30–39.
- Vysotskaya, E. I.: New data on chromosome numbers for the mosses from the Ukraine (ukrain.). Ukrain. Bot. Ž 29 (1972) 84–87.
- Vysotskaya, E. I., und I. S. Danilkov: Chromosome numbers in some species of leafy mosses of Lithuania (ukrain.). Ukrain. Bot. Ž. 30 (1973) 340–344.
- Vysotskaya, E. I., und L. N. Fetisova: Chromosome numbers of mosses from the Latvian SSR (ukrain.). Citol. gen. Kiev 3 (1969) 469–471.
- Wigh, K., und S.-O. Strandhede: Chromosome numbers in some Swedish and Danish mosses. Bot. Notiser 124 (1971) 213–227.
- Wigh, K.: Chromosome numbers in some mosses from central and south Europe. Bryologist 75 (1972) 136–146.
- Wigh, K.: Cytotaxonomical and modification studies in some Scandinavian mosses. Lindbergia 1 (1972) 130–152.
- Wigh, K.: Accessory chromosomes in some mosses. Hereditas 74 (1973) 211–224.

Dipl.-Biol. Reinhard Fritsch
 Zentralinstitut für Genetik und Kulturpflanzenforschung
 der Akademie der Wissenschaften der DDR
 DDR - 4325 Gatersleben