Zytologische Untersuchungen

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich**

Band (Jahr): **78 (1982)**

PDF erstellt am: **20.05.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

4. Zytologische Untersuchungen

Die Artengruppe des *R. montanus* weist eine zytologische Differenzierung auf. Von den sechs in den Alpen vorkommenden Arten sind vier diploid (*R. grenierianus*, *R. carinthiacus*, *R. aduncus*, *R. oreophilus*) und zwei tetraploid (*R. montanus* s.str., *R. venetus*).

Da die Unterscheidung von *R. montanus* s.str. und *R. grenierianus* aufgrund morphologischer Merkmale nicht immer möglich war, wurden bei ca. zehn Pflanzen jeder untersuchten Population die Chromosomen gezählt. Zudem wurden die Karyotypen von *R. carinthiacus*, *R. grenierianus*, *R. montanus* s.str. von Dolomit- und Silikatstandorten gemessen.

4.1. *Methoden*

4.1.1. *Präparation*

Für die Chromosomenzahlbestimmung wurden ausschliesslich somatische Gewebe verwendet. Wurzelspitzen, junge Blätter und Blütenknospen wurden während einer Stunde in einer wässerigen, 0.15%-igen Colchizinlösung vorbehandelt und anschliessend in Aethanol/Eisessig (3:1) fixiert.

Für die Karyotypenbestimmung wurden Wurzelspitzen während zwei Stunden in einer 0.05%-igen Colchizinlösung vorbehandelt.

Nach frühestens 24 Stunden Fixierung wurde das Material in Orcein-Lacto-Propionsäure (nach DYER 1963) gegeben, kurz erwärmt und in einem Tropfen Orcein-Lacto-Propionsäure gequetscht.

4.1.2. *Auswertung der Metaphasen*

Mit einem Zeichenapparat wurden Metaphasen mit gut separierten und etwa gleich kontrahierten Chromosomen 2900x vergrössert gezeichnet. Als Marker-

chromosomen wurden die akrozentrischen Chromosomen mit Satelliten benutzt. Es wurden nur Metaphasen ausgewählt, bei denen die Länge der Markerchromosomen bis auf 0.4 µm übereinstimmte. Auf den Zeichnungen wurde die Länge einzelner Chromosomenarme ausgemessen.

Für die Karyotypenbestimmungen wurden sechs Pflanzen pro Population untersucht und acht Metaphasen ausgewertet.

Nach der Lage des Centromers, die sich durch den Chromosomenindex (Verhältnis von kurzem zu langem Chromosomenarm) ausdrücken lässt, wurden die Chromosomen in vier Gruppen eingeteilt:

Metazentrische Chromosomen	(M):	Chromosomenindex	0.98-1,0
Submetazentrische "	(SM):	"	0.39-0.97
Akrozentrische "	(A):	"	0.01-0.38
Telozentrische "	(T):	"	0 (das Chromosom hat nur einen Arm)

Akrozentrische Chromosomen mit Satelliten wurden in der Karyotypenformel als A_{SAT} kodifiziert.

Die gleichen Kriterien wurden bereits in meinen früheren Untersuchungen verwendet (DICKENMANN 1978).

4.2. *Ergebnisse*

4.2.1. *Chromosomenzahlen*

R. grenierianus 2n=2x=16 (Abb. 7). - Pflanzen aus der Gegend von Davos waren immer diploid (2n=16). Meine Ergebnisse bestätigen die früheren Angaben aus verschiedenen Gegenden der Schweizer Alpen (LANDOLT 1954, GOEPFERT 1974) und auch meine früheren Zählungen aus der Gegend von Davos (DICKENMANN 1978).

R. carinthiacus 2n=2x=16 (Abb. 8). - Meine Untersuchungen vom Rigi und aus der Westschweiz ergaben immer die diploide Zahl (2n=16), was mit den früheren Angaben aus den Schweizer Alpen von LANDOLT (1954, DICKENMANN 1978) und aus den Pyrenäen (LANDOLT 1956) übereinstimmt. Auch SOPOVA und SEKOVSKI (1981), die Pflanzen aus Mazedonien untersuchten, haben in ihrem Material die gleiche Chromosomenzahl gefunden.

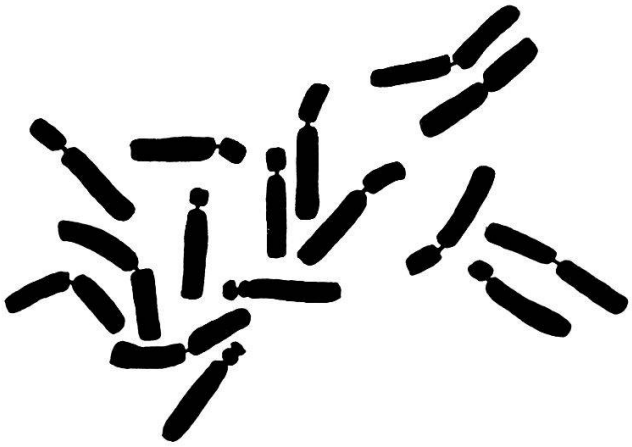

Abb. 7. Metaphase aus einer Wurzelspitze von *R. grenierianus*. 2900x.

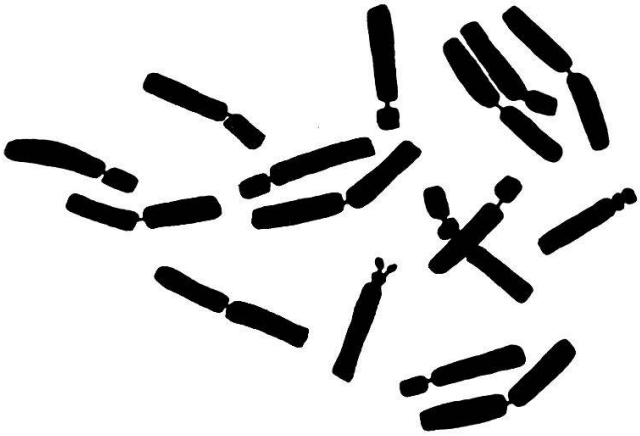

Abb. 8. Metaphase aus einer Wurzelspitze von *R. carinthiacus*. 2900x.

Abb. 9. Metaphase aus einer Wurzelspitze von *R. montanus* s.str. 2900x.

R. montanus s.str. 2n=4x=32 (Abb. 9). - Zählungen an Pflanzen aus der Gegend von Davos ergaben immer die tetraploide Zahl (2n=32), was mit den früheren Angaben von LANDOLT (1954) und DICKENMANN (1978) übereinstimmte, während LANGLET (1932) diploide Pflanzen mit 2n=16 fand. MATTICK in TISCHLER (1950) fand neben Diploiden (2n=16) und Tetraploiden (2n=32) auch Triploide (2n=24). Wahrscheinlich verwendeten nicht alle Autoren den Artbegriff *R. montanus* im engeren Sinn. So könnte es sich bei den Diploiden um andere Vertreter der Artengruppe des *R. montanus* handeln, während es sich bei den von MATTICK beschriebenen Pflanzen um triploide Bastarde oder um Pflanzen mit autotriploiden Geweben handeln könnte.

4.2.2. *Karyotypen*

In der vorliegenden Arbeit wurden die Karyotypen von zwei *R. grenierianus*-, zwei *R. carinthiacus*- und zwei *R. montanus* s.str.-Populationen untersucht (Tab. 1).

Tab. 1. Herkunft des Untersuchungsmaterials

Taxon	1. Population	2. Population
R. grenierianus	Dorftälli (2380 m)	Jakobshorn (2560 m)
R. carinthiacus	Rigi (1620 m)	Le Locle (1160 m)
R. montanus s.str.	Schiawang (2340 m) (Dolomit)	Jakobshorn (2560 m) (Silikat)

R. grenierianus (Tab. 2, Abb. 10). Karyotypenformel: 8SM 6A ($2A_{SAT}$).

Bei den Karyotypen der beiden untersuchten Populationen (Jakobshorn und Dorftälli) lassen sich vier Gruppen unterscheiden:

- 3 Paare (I-III) mit submedianem Centromer, hohem Chromosomenindex und grosser Gesamtlänge
- 3 Paare (IV-VI) mit submedianem resp. subterminalem Centromer, mittlerem Index und mittlerer Gesamtlänge (Uebergangsbereich von submetazentrisch zu akrozentrisch)
- 1 akrozentrisches Paar (VII) mit tiefem Index und geringer Gesamtlänge
- 1 akrozentrisches Paar (VIII) mit Satelliten. (Markerchromosomen)
  Totale Länge des Karyotyps (TLK): 100.6 µm.

Tab. 2. Chromosomenwerte von *R. grenierianus* in µm

CT	Chromosomentyp	$\bar{X}$	Mittelwert
Nr	Chromosomennummer	s	Standdardabweichung
LA	Langer Arm	SAT	Satelliten
KA	Kurzer Arm	TL	Totale Länge des Chromosoms
KA/LA	Chromosomenindex (kurzer Arm zu langem Arm)		

CT	Nr	LA $\bar{X}$	LA s	KA $\bar{X}$	KA s	SAT	TL	KA/LA
SM	I	4.1	0.24	3.8	0.27		7.9	0.93
SM	II	4.1	0.27	3.6	0.18		7.7	0.88
SM	III	4.1	0.21	3.2	0.29		7.2	0.78
SM	IV	4.3	0.24	1.7	0.18		6.0	0.40
A	V	4.3	0.29	1.5	0.23		5.8	0.35
A	VI	4.4	0.26	1.5	0.16		5.9	0.34
A	VII	4.4	0.18	0.8	0.10		5.2	0.18
A_{SAT}	VIII	4.4	0.17	0.2	0.07	+	4.6	0.05

R. carinthiacus (Tab. 3, Abb. 11). Karyotypenformel: 8SM 6A ($2A_{SAT}$)

Bei den Karyotypen der beiden untersuchten Populationen lassen sich ebenfalls vier Gruppen unterscheiden:

- 3 Paare (I-III) mit submedianem Centromer, hohem Index und grosser Gesamtlänge
- 2 Paare (IV, V) im Uebergangsbereich von submetazentrisch zu akrozentrisch
- 2 akrozentrische Paare (VI, VII)
- 1 akrozentrisches Paar (VIII) mit Satelliten (Markerchromosom)
  Totale Länge des Karyotyps (TLK): 101.8 µm.

Tab. 3. Chromosomenwerte von *R. carinthiacus* in µm
(Abkürzungen s. Tab. 2)

CT	Nr	LA $\bar{X}$	LA s	KA $\bar{X}$	KA s	SAT	TL	KA/LA
SM	I	4.1	0.22	3.9	0.21		8.0	0.95
SM	II	4.1	0.28	3.8	0.25		7.9	0.93
SM	III	4.2	0.19	3.3	0.26		7.5	0.79
SM	IV	4.3	0.23	1.9	0.19		6.2	0.44
A	V	4.3	0.30	1.5	0.21		5.8	0.35
A	VI	4.4	0.21	1.1	0.17		5.5	0.25
A	VII	4.4	0.18	1.0	0.13		5.4	0.23
A_{SAT}	VIII	4.4	0.13	0.2	0.05	+	4.6	0.04

R. montanus s.str. (Tab. 4, Abb. 12) Karyotypenformel: 16SM 14A ($2A_{SAT}$)

Der Karyotyp der Population von Dolomit unterschied sich nicht signifikant vom Karyotypen der Population von Silikat, deshalb wurde auf eine separate Darstellung verzichtet.

- Die Paare I-VI haben ein submedianes Centromer, sie sind lang und haben einen hohen Chromosomenindex.
- Die Paare VII-XV liegen im Uebergangsbereich von submetazentrisch zu akrozentrisch. Da die Gesamtlänge und der Chromosomenindex kontinuierlich absinken, wurde auf eine feinere Gruppeneinteilung verzichtet.
- Das Chromosomenpaar mit Satelliten (XVI) ist akrozentrisch (Markerchromosomen)

Totale Länge des Karyotypen (TLK): 202.6 µm.

Tab. 4. Chromosomenwerte von *R. montanus* s.str. in µm
(Abkürzungen s. Tab. 2)

CT	Nr	LA $\bar{x}$	LA s	KA $\bar{x}$	KA s	SAT	TL	KA/LA
SM	I	3.9	0.31	3.7	0.29		7.6	0.95
SM	II	4.0	0.27	3.7	0.19		7.7	0.93
SM	III	4.0	0.29	3.7	0.28		7.7	0.93
SM	IV	4.1	0.28	3.7	0.15		7.8	0.90
SM	V	4.2	0.27	3.5	0.31		7.7	0.83
SM	VI	4.3	0.32	3.5	0.26		7.8	0.81
SM	VII	4.2	0.19	2.0	0.13		6.2	0.48
SM	VIII	4.3	0.23	1.9	0.25		6.2	0.44
A	IX	4.4	0.22	1.5	0.13		5.9	0.34
A	X	4.3	0.24	1.3	0.11		5.6	0.30
A	XI	4.3	0.21	1.2	0.18		5.5	0.28
A	XII	4.4	0.13	1.1	0.22		5.5	0.25
A	XIII	4.4	0.17	0.9	0.17		5.3	0.20
A	XIV	4.5	0.11	0.8	0.06		5.3	0.18
A	XV	4.4	0.19	0.6	0.08		5.0	0.14
A_{SAT}	XVI	4.3	0.08	0.2	0.03	+	4.5	0.05

Tab. 5. Totale Länge des Karyotyps (TLK) in µm

Taxon	TLK
R. grenierianus	100.6
R. carinthiacus	101.8
R. montanus s.str.	202.6

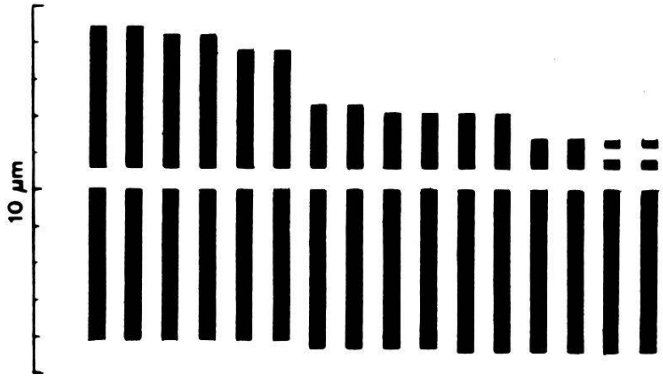

Abb. 10. Karyotyp von *R. grenierianus*

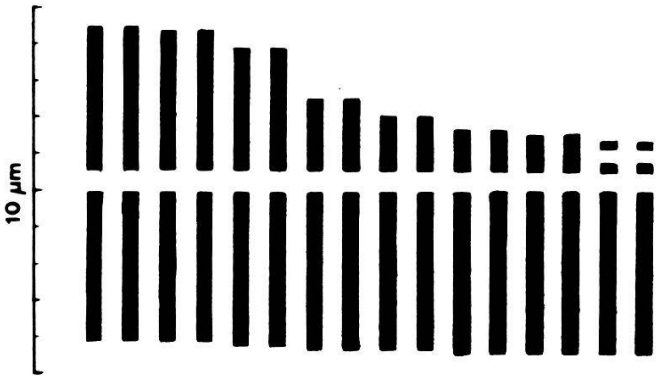

Abb. 11. Karyotyp von *R. carinthiacus*

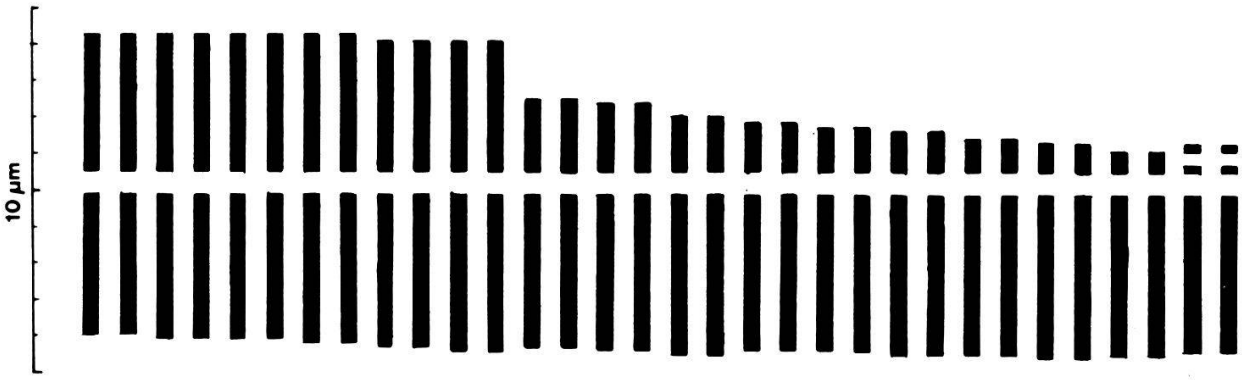

Abb. 12. Karyotyp von *R. montanus* s.str.

Tab. 6. Vergleich der Chromosomentypen

Taxon	Anzahl der Chromosomen		
	SM	A	A_{SAT}
R. grenierianus	8	6	2
R. carinthiacus	8	6	2
R. montanus s.str.	16	14	2

Vergleich der Karyotypen von R. grenierianus, R. carinthiacus und R. montanus s.str.

Die Ergebnisse dieser Arbeit bestätigen meine früheren vorläufigen Karyotypenbestimmungen dieser drei Arten (DICKENMANN 1978).

Die Unterschiede zwischen den Karyotypen der drei untersuchten Arten sind relativ gering. Die Mehrzahl der Chromosomen hat einen tiefen Chromosomenindex, somit sind alle untersuchten Karyotypen asymmetrisch. Es lassen sich bei allen Arten drei Hauptgruppen unterscheiden:

- Lange submetazentrische Chromosomen mit hohem Index (7.2-8.0 µm)
- Chromosomen mit mittlerer Gesamtlänge (5.2-6.2 µm) und mittlerem bis kleinem Index
- kurze Satellitchromosomen (4.5-4.6 µm).

Aehnliche Karyotypen mit den gleichen morphologischen Gruppen wurden früher auch in den Untersuchungen von GOEPFERT (1974) für *R. grenierianus* und *R. montanus* s.str. erhalten. Abweichungen bei einigen Chromosomentypen lagen allerdings ausserhalb der Standardabweichungen dieser Arbeit, was aber mit dem unterschiedlichen methodischen Vorgehen zusammenhängen könnte. GOEPFERT schreibt nicht, ob er Satellitchromosomen gefunden hat.

SOPOVA und SEKOVSKI (1981) untersuchten den Karyotypen von *R. carinthiacus* aus Mazedonien. Sie fanden drei Paare metazentrische, vier Paare subtelozentrische und ein Paar akrozentrische Chromosomen mit Satelliten. Da weder die Präparationsmethode, noch die Chromosomentypendefinition beschrieben wurde, ist ein Vergleich micht möglich. Zudem ist die Identität dieser Art nicht sicher, da nach LANDOLT (1954) *R. carinthiacus* südlich nur bis Dalmatien und Bosnien vorkommt.

LANDOLT (1954) stellte die Hypothese auf, dass *R. montanus* s.str. ein allotetraploider Bastard zwischen *R. grenierianus* und *R. carinthiacus* sein könnte. Sowohl die totale Länge des Karyotyps (s. Tab. 5) und die doppelte Anzahl submetazentrischer Chromosomen von *R. montanus* s.str., wie auch die auffallend übereinstimmende Morphologie der Satellitchromosomen sprechen für diese Hypothese. Die Anzahl der Satellitchromosomen (zwei bei allen drei Arten) spricht allerdings eher dagegen (Tab. 6, Abb. 9-11).

Ein Vergleich mit der Chromosomenmorphologie anderer Taxa der *R. montanus*-Gruppe ist schwierig. Es wurden lediglich die diploiden Sippen *R. oreophilus* und *R. gouanii* untersucht (GOEPFERT 1974). GOEPFERT hat in seinem Material ebenfalls die gleichen morphologischen Gruppen gefunden wie bei *R. grenierianus* und *R. montanus* s.str., Satellitchromosomen hat er nicht erwähnt.

5. Untersuchungen über das Fortpflanzungssystem und das Keimverhalten

Die Vertreter der Artengruppe des *R. montanus* pflanzen sich vorwiegend sexuell fort. Vegetative Vermehrung durch Abspaltung von Rhizomteilen tritt nur relativ selten auf. Das Fortpflanzungssystem wurde anhand von künstlichen Bestäubungen untersucht. Für diese wurden die Pflanzen im Gewächshaus kultiviert. Kurz vor dem Aufblühen wurden die Antheren entfernt und die Blüten durch eine feine Gaze-Hülle von der Umgebung isoliert. Nach vier Tagen erfolgte die Bestäubung, die drei Tage später wiederholt wurde. Der Pollen wurde mit Hilfe eines Pinsels auf die Narben übertragen. Die künstlichen Bestäubungen wurden in folgenden Stufen durchgeführt: a) freie und forcierte Selbstungen, b) Kreuzbestäubungen zwischen Individuen gleicher Herkunft, c) Kreuzbestäubungen zwischen Individuen aus verschiedenen Populationen, d) reziproke Kreuzungen zwischen verschiedenen Taxa.