

Recherche cytologiques sur les populations alpiennes d'*Antennaria Gaertn.*

Autor(en): **Urbaska-Worytkiewicz, Krystyna**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse**

Band (Jahr): **78 (1968)**

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-54877>

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.

Recherches cytologiques sur les populations alpiennes d'*Antennaria Gaertn.*

Par *Krystyna Urbańska-Worytkiewicz*

(Institut d'anatomie et de cytologie des plantes
Université jagellonienne, Cracovie)
Manuscrit reçu le 11 janvier 1968

Introduction

Dans une publication antérieure (Urbańska-Worytkiewicz, 1965) nous avons signalé, dans la discussion, les résultats d'une première analyse cytologique des populations d'*Antennaria* des Alpes. Depuis lors, de nouveaux comptages ont confirmé nos observations antérieures. Ceux-ci font l'objet du présent travail.

Matériel et méthodes

Nous avons étudié *Antennaria carpatica* (Wahlenb.) Bluff et Fingerh., *A. dioeca* (L.) Gaertn. et les plantes aberrantes qui probablement représentent des hybrides naturels entre ces deux espèces. Les matériaux ont été récoltés dans diverses régions des Alpes, de 1963 à 1967. Nous tenons à exprimer notre gratitude particulière à MM. les professeurs Cl. Favarger, E. Landolt, H. Merxmüller, A. Pisek, P. Villaret et F. Widder, à Doc. D^r K. Zarzycki et au D^r F. Klötzli, à MM. R. Ruffier-Lanche et A. Gigon qui nous ont aimablement procuré du matériel vivant. Grâce à l'obligeance de M. Ph. Küpfer que nous sommes heureuse de remercier ici, nous avons pu étudier *Antennaria carpatica* des Pyrénées orientales.

Nos observations ont été effectuées dans la plupart des cas sur les mitoses de racines ou de jeunes stolons. Au point de vue technique, nous avons utilisé soit la méthode des coupes colorées au violet cristal, soit la méthode d'écrasement au carmin acétique, ou au carmin alcoolique, précédé d'un traitement à l' α -monobromonaphtalène, ou à la colchicine.

Les photographies ont été prises à l'aide d'un microphoto-automate Leitz Wetzlar Orthomat, sur une pellicule Agfa Ageppe Dokumentenfilm. Les figures ont été dessinées à la chambre claire, au grossissement 3000 \times et 3500 \times .

Antennaria dioeca (L.) Gaertn. s. lat. $2n = 28$

Nous avons examiné le matériel de 31 provenances alpiennes (tableau 1). Sur des mitoses de racines, ou de jeunes feuilles, on observe toujours 28 chromosomes (fig. 1). Le nombre $2n = 28$ confirme celui trouvé sur le matériel des autres provenances (Juel, 1900; Bergman, 1935; Urbańska, 1959, 1962, 1965, 1967; Küpfer, non publié).

Ainsi donc, les populations européennes d'*Antennaria dioeca* sont tétraploïdes. En revanche, des nombres chromosomiques plus élevés ont été trouvés dans ce groupe au Groenland (Jørgensen, Sørensen et Westergaard, 1958).

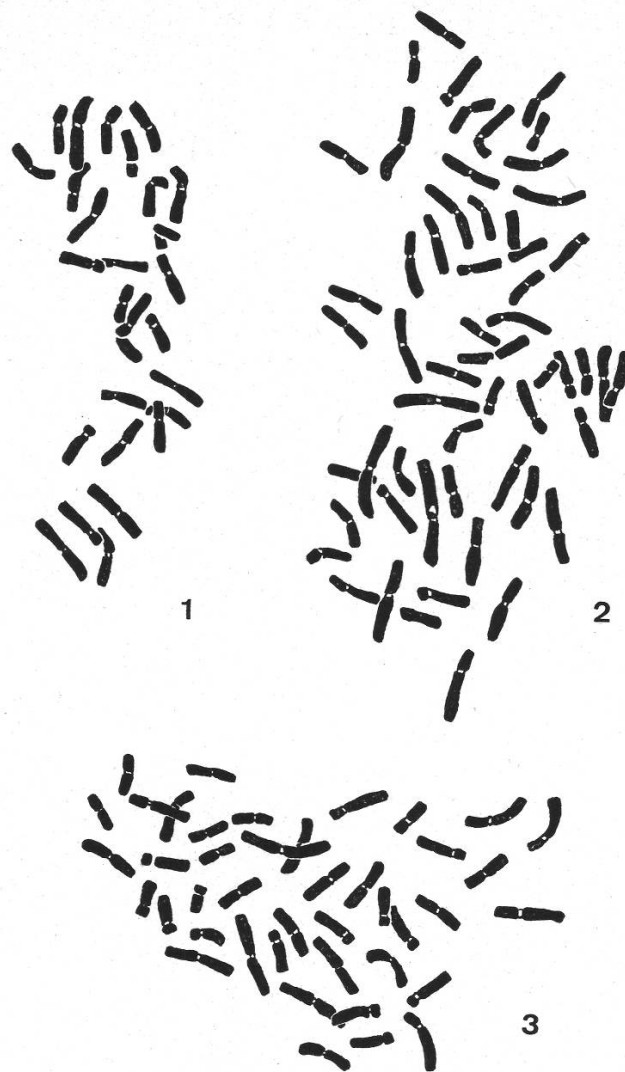
Tableau 1

Provenance		Altitude	2n
A. Suisse:			
Environs d'Arosa	GR	env. 1500 m	28
Pilate, versant sud-est	LU	1920 m	28
Col du San Bernardino	GR	2000 m	28
Environs du col de la Bernina	GR	env. 2100 m	28
P. Moesola, versant nord-ouest	GR	env. 2100 m	28
Bistinenpass, versant ouest	VS	env. 2100 m	28
Gazzirola	TI	2100 m	28
Tiefenbach	UR	2150 m	28
Monte Prosa, versant sud-ouest	TI	env. 2200 m	28
Val Laschadura: Ils Cuogus, versant sud	GR	2250 m	28
Rochers-à-Pointes	VD	env. 2300 m	28
Environs du col du Simplon	VS	2300 m	28
Grimsel: au-dessus de l'Oberaarsee	BE	env. 2350 m	28
Gatenbodmen	UR	2400 m	28
Bella Lui près Cry-d'Er	VS	env. 2400 m	28
Entre L'Etherolla et Mont-Carré	VS	env. 2400 m	28
L'Etherolla sur Veyssonnaz	VS	env. 2400 m	28
Titlis: Laubersgrat, versant nord-ouest	UW	2400 m	28
Kleine Scheidegg: Lauberhorn, versant sud	BE	env. 2400 m	28
Mont-Rouge	VS	env. 2450 m	28
Col du Grand-Saint-Bernard	VS	env. 2500 m	28
Entre Mont-Rouge et Mont-Loère	VS	env. 2500 m	28
Rochers entre Mozzaspitz et Foppaspitz sur Juf (Avers)	GR	2540 m	28
Riffelberg sur Zermatt	VS	2585 m	28
Lac Noir sur Zermatt	VS	env. 2800 m	28
Rotenboden	VS	2818 m	28
B. France:			
Alpes-Maritimes: environs du col du Restefond (versant sud)		env. 2400 m	28
Alpes-Maritimes: rochers au-dessus du col de la Cayolle		env. 2500 m	28
Alpes-Maritimes: vallée du Boréon, cime de Mercantour		env. 2770 m	28
C. Italie			
Alpes bergamasques: val di Scalve		2150 m	28
Les Dolomites: val d'Ansiei, piano di Lavaredo		env. 2500 m	28

Antennaria carpatica (Wahlenb.) Bluff et Fingerh. s. lat. $2n = 56$

En 1965 nous avons signalé pour cette espèce $2n = 56$. Depuis lors, les comptages effectués sur un matériel plus abondant ont confirmé le degré de polyploidie des plantes alpiennes. En tout, nous avons étudié le matériel de 58 provenances (voir fig. 4 et tableau 2). Toutes ces plantes sont octoploïdes et possèdent $2n = 56$ ou environ 56 (fig. 2, 6, 8). A la métaphase I, on compte $n = 28$ (fig. 9).

Il est aussi fort intéressant de constater que nous avons trouvé le même nombre chromosomique dans un matériel des Pyrénées orientales (Port d'Envalira). Les plantes pyrénéennes n'avaient pas été étudiées jusqu'ici.



Figures 1 à 3

Métaphases somatiques: 1. *Antennaria dioeca*, $2n = 28$. 2. *Antennaria carpatica*, $2n = 56$. 3. *Antennaria carpatica* \times *A. dioeca*, $2n = 42$. c. 3000 \times

Nos résultats apparaissent sur le tableau 2 que nous commenterons ensuite:

1. Il se confirme (Urbańska, 1959, 1961, 1962, 1965) qu'*Antennaria carpatica* offre le même nombre chromosomique octoploïde dans les montagnes d'Europe centrale et occidentale, c'est-à-dire dans les Carpathes, les Alpes et les Pyrénées.

2. Le nombre $2n = 56$ est plus élevé que ceux déterminés sur les plantes scandinaves, dans le deuxième centre de distribution d'*Antennaria carpatica* ($2n = 40-42$, Bergman, 1935, 1951; $2n = 28, 42$, Urbańska-Worytkiewicz, 1967).

Tableau 2

Provenance		Altitude	$2n$
A. Suisse:			
Pilate, versant sud-est	LU	env. 1920 m	56
Pilate, versant sud-est	LU	2080 m	56

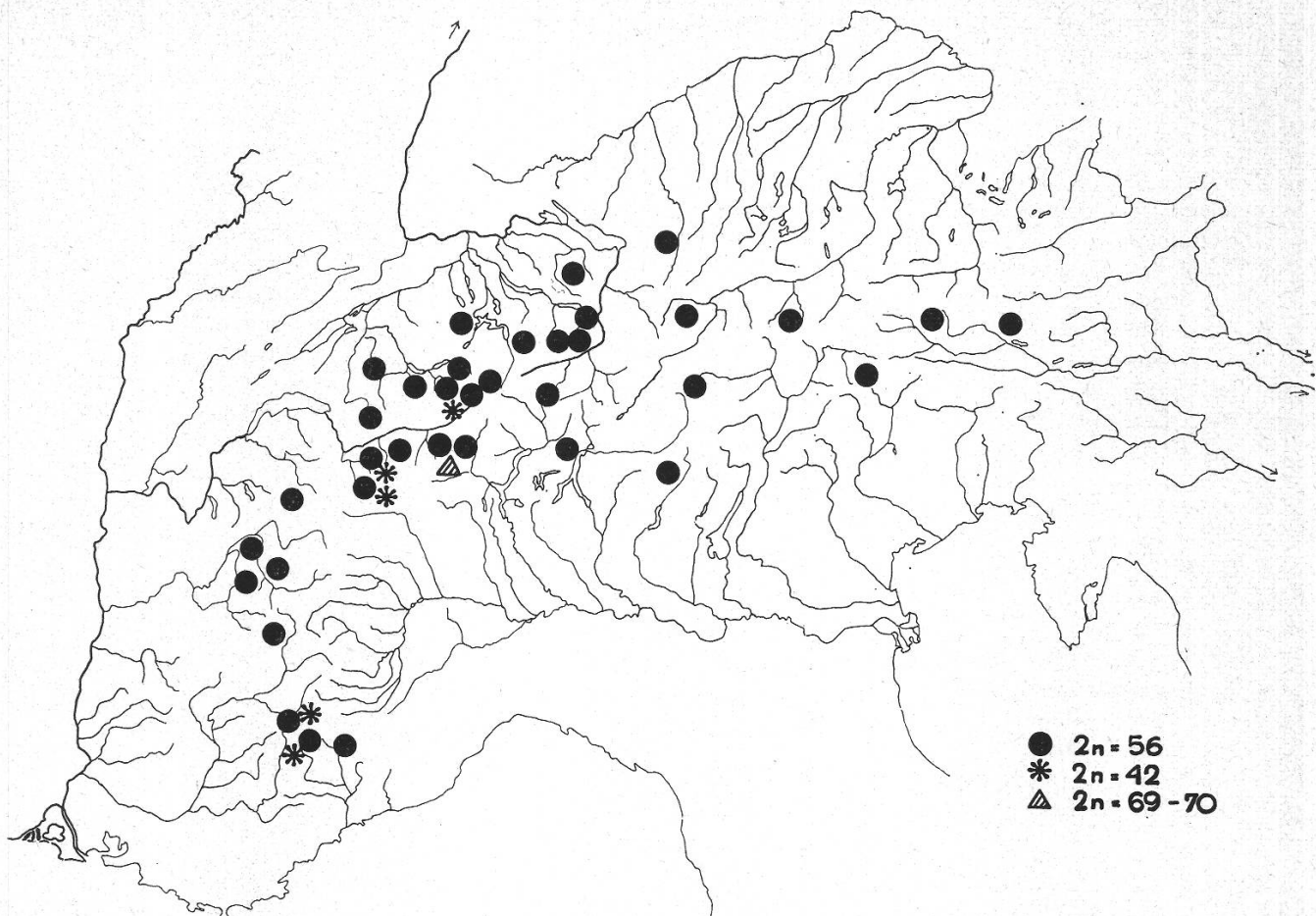


Figure 4

Distribution dans les Alpes des types octoploïde, hexaploïde et décuploïde d'*Antennaria*, d'après les comptages effectués. Certaines stations suisses du cytotype octoploïde ne sont pas marquées ici

Provenance		Altitude	2n
Kaiseregg, versant nord-ouest	FR	2090 m	56
Gazzirola	TI	2100 m	56
Bistinenpass, versant ouest	VS	env. 2100 m	56
Alp Grüm, Mandra	GR	env. 2150 m	55-56
Col du San Bernardino	GR	env. 2150 m	56
Säntis: Lisengrat près Rotsteinpass, versant sud	SG	env. 2220 m	56
Pizol	SG	env. 2230 m	56
Rothorn, au-dessus d'Alpjer	VS	2250 m	56
Säntis: Lisengrat vers Chalber-Säntis, exposition est	SG	env. 2300 m	56
Col de la Bernina	GR	env. 2300 m	56
Faulhorn	BE	env. 2300 m	56
Col du Saint-Gothard, au pied du Monte Prosa	TI	env. 2300 m	56
Col du Simplon: moraine frontale du glacier de Kaltwasser	VS	2320 m	56
Plattjen sur Saas Fee	VS	env. 2350 m	56
Grimsel: au-dessus de l'Oberaarsee	BE	env. 2350 m	56
Alp Grüm, Mandra	GR	env. 2360 m	55-56
P. Moesola, exposition sud-ouest	GR	env. 2360 m	56
Niesen	BE	2362 m	56
Cassons près Flims	GR	env. 2400 m	56

Provenance		Altitude	2n
Col d'Emaney	VS	2400 m	56
L'Etherolla sur Veyssonnaz	VS	env. 2400 m	56
Entre L'Etherolla et Mont-Carré	VS	2400 m	56
Kleine Scheidegg: Lauberhorn, versant sud	BE	env. 2400 m	56
Eboulis engazonné près cabane des Diablerets	VS	env. 2400 m	56
Titlis: Laubersgrat	UW	env. 2400 m	56
Val Medel: Piz-Miez	GR	env. 2400 m	56
Entre Mont-Carré et Mont-Rouge	VS	env. 2400 m	56
Mont-Rouge	VS	env. 2450 m	56
Dschimels, versant nord-ouest	GR	env. 2450 m	56
Bella Lui, près Cry-d'Er	VS	env. 2450 m	56
Col du Grand-Saint-Bernard	VS	env. 2500 m	56
Rochers entre Mozzaspitz et Foppaspitz sur Juf (Avers)	GR	env. 2540 m	56
Riffelberg sur Zermatt	VS	2585 m	56
Mont-Loère	VS	env. 2600 m	56
Gantrisch	BE		56
Kl. Furkahorn	UR	env. 2700 m	56
Flimsenstein	GR	env. 2700 m	56-57
Mäderhorn, versant nord-ouest	VS	env. 2700 m	56
Lac Noir sur Zermatt	VS	env. 2800 m	56
Entre Rotenboden et Gornergrat	VS	env. 2850 m	56
Parpaner Rothorn	GR	env. 2850 m	56
Mäderhorn, au petit sommet	VS	env. 2850 m	56
B. France:			
Hautes-Alpes: vallon d'Escreins		2400 m	56
Hautes-Alpes: en dessous du lac de Clausis, sur Ceillac (Queyras)		2400 m	56
Hautes-Alpes: Trois-Evêches, sur la route après col du Lautaret		env. 2500 m	56
Hautes-Alpes: col d'Iseran		2750 m	55-57
Alpes-Maritimes: environs du col de Restefond (versant sud)		env. 2400 m	56
Alpes-Maritimes: rochers au-dessus du col de la Cayolle		env. 2500 m	56
Alpes-Maritimes: vallée du Boréon, cime de Mercantour		2775 m	56
C. Autriche:			
Massif du Sonnblick: Lonza sur Mallnitz		env. 1900 m	56
Tyrol central: Obergurgl		env. 2100 m	56
Massif du Grossglockner: Franz-Josephs-Höhe		env. 2500 m	56
Massif de la Silvretta: Lobspitze		env. 2500 m	56
D. Italie:			
Alpes bergamasques: val di Scalve, passo di Vivione		2200 m	56
Les Dolomites: val d'Ansiei, piano di Lavaredo		env. 2500 m	56
E. Allemagne			
Alpes algaviennes: Himmeleck		1800 m	56

Antennaria carpatica (Wahlenb.) Bluff et Fingerh. × *Antennaria dioeca* (L.) Gaertn. (?)
 $2n = 42, 69-70$

C'est en 1964 que nous avons reçu du professeur P. Villaret des plantes vivantes d'*Antennaria carpatica* venant des Alpes pennines. Dans ce matériel nous avons

trouvé, pour la première fois, des plantes hexaploïdes parmi des octoploïdes. Nous avons remarqué alors que les plantes à $2n = 42$ n'étaient pas identiques à celles possédant le nombre chromosomique octoploïde.

Supposant qu'il devait y avoir, dans les Alpes, d'autres populations hexaploïdes, nous avons étendu nos recherches à des individus de provenance variée et nous avons effectivement trouvé des plantes aberrantes aux endroits suivants:

Alpes bernoises: Grimsel, au-dessus de l'Oberaarsee, env. 2350 m, $2n = 42$;

Alpes pennines: Valais, L'Etherolla sur Veyssonnaz, env. 2400 m, $2n = 42$;

Alpes pennines: Valais, Mont-Rouge, env. 2450 m, $2n = 42$;

Alpes-Maritimes: environs du col du Restefond (versant sud), env. 2400 m, $2n = 42$;

Alpes-Maritimes: rochers au-dessus du col de la Cayolle, env. 2500 m, $2n = 42$, 43-45.

De plus, dans une plante du Riffelberg (2585 m) nous avons vu des métaphases à $2n = 69-70$ (fig. 5). Cette plante était donc décaploïde.



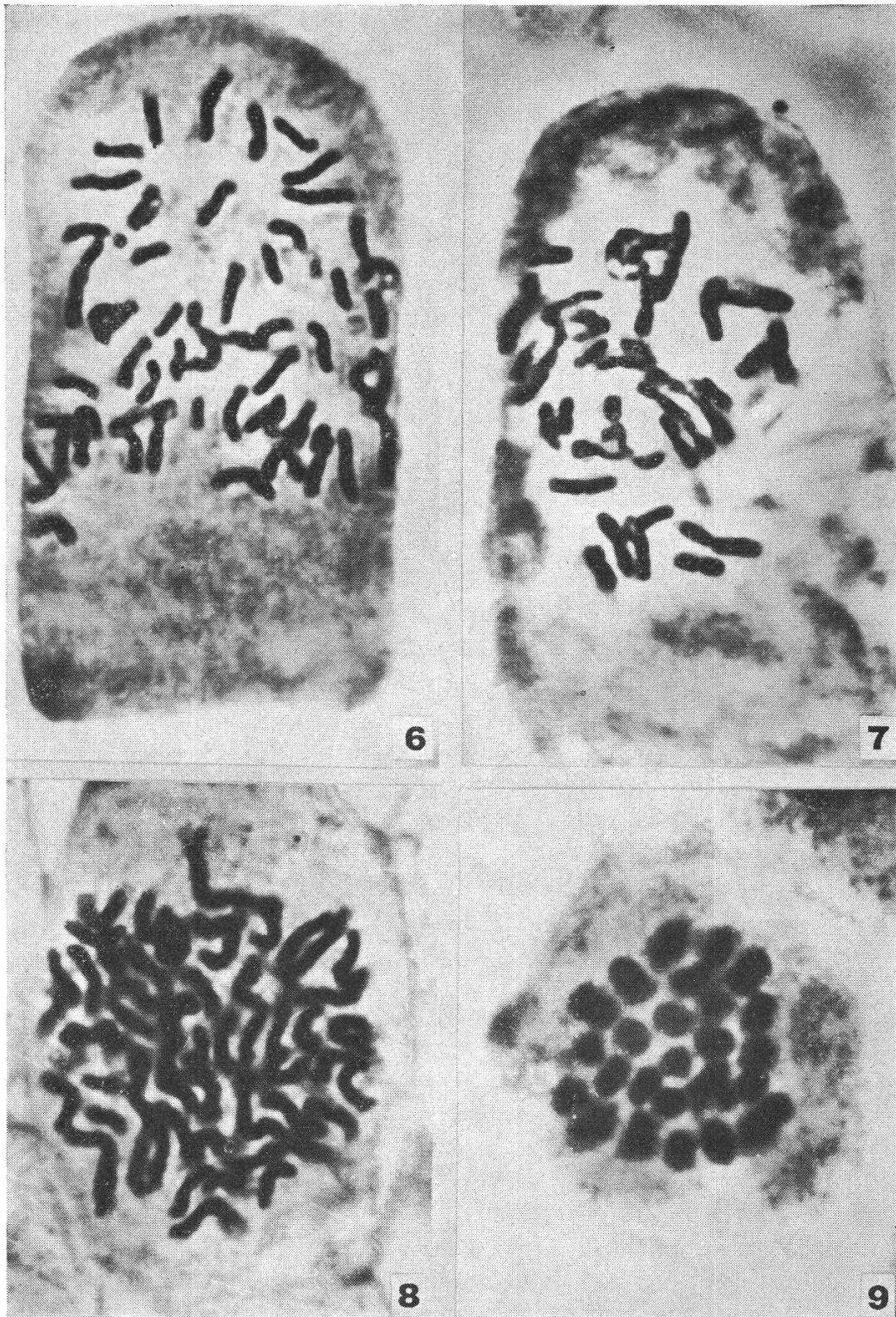
5

Figure 5

Antennaria carpatica × *A. dioeca* (?): mitose de la racine, $2n = 69-70$. c. 3500 ×

Au point de vue morphologique, nos plantes hexaploïdes offrent, en général, une combinaison des caractères des deux espèces. Par exemple, elles correspondent à l'*Antennaria carpatica* par la morphologie des feuilles de la rosette. D'autre part, les bractées de l'involucre sont beaucoup plus pâles que celles d'*Antennaria carpatica* et, par ce caractère, les plantes aberrantes se rapprochent plutôt d'*Antennaria dioeca*.

La plante décaploïde du Riffelberg est beaucoup plus proche d'*Antennaria carpatica* que d'*Antennaria dioeca*; toutefois, ses bractées sont brun clair, alors que celles d'*Antennaria carpatica* typique sont bien plus foncées.



Figures 6 à 9

Antennaria carpatica: mitose de la racine, $2n = 56$. 7. *Antennaria carpatica* \times *A. dioeca*, $2n = 42$.

9. *Antennaria carpatica*: Métaphase I, $n = 28$. c. $2500 \times$

Les figures 8 et 9 se rapportent à des coupes colorées au violet cristal; les autres à des préparations par la méthode d'écrasement au carmin alcoolique

Chose importante, on ne rencontre de plantes aberrantes qu'en compagnie des plantes typiques d'*Antennaria carpatica* et *A. dioeca* possédant les nombres chromosomiques habituels.

Il est probable que les plantes à $2n = 42$ représentent des hybrides naturels entre *Antennaria carpatica* et *A. dioeca*. Une étude plus complète de la morphologie des plantes aberrantes apportera probablement des preuves supplémentaires à ce sujet. Il sera particulièrement intéressant de comparer les plantes hexaploïdes alpines aux hybrides expérimentaux, possédant aussi $2n = 42$, que nous avons obtenus par croisement entre *Antennaria carpatica* et *A. dioeca*. Ces recherches sont en cours et seront publiées ultérieurement.

D'après nous, le nombre décaploïde $2n = 69-70$ pourrait être interprété aussi sur la base d'un croisement occasionnel entre *Antennaria carpatica* (gamète non réduit à $2n = 56$) et *Antennaria dioeca* (gamète réduit à $n = 14$). L'existence, relevée par nous-même, de grains de pollen non réduits dans les anthères d'*Antennaria carpatica* est un argument de plus en faveur de notre interprétation.

Discussion

La présente étude apporte une contribution à la cyto-géographie du genre *Antennaria* Gaertn. en Europe. Deux espèces européennes: *Antennaria carpatica* et *A. dioeca* sont remarquables par des différences concernant leur valence chromosomique d'une part, leur type de distribution géographique d'autre part.

Antennaria dioeca croît dans toute l'Europe. Par contre, l'aire d'*Antennaria carpatica* est disjointe. Ce dernier taxon possède deux centres de distribution: l'un au nord, dans les montagnes de Scandinavie et l'autre en Europe centrale et occidentale, dans les Carpathes, les Alpes et les Pyrénées.

Au point de vue cytologique, *Antennaria dioeca* manifeste en Europe une stabilité caryologique remarquable. Cette espèce collective est toujours tétraploïde avec $2n = 28$. Au contraire, les populations européennes d'*Antennaria carpatica* offrent plusieurs «races chromosomiques». Le nombre chromosomique de ce taxon a été déterminé pour la première fois par Bergman (op. cit.) qui a compté $2n = 40-42$ dans le matériel récolté en Suède du Nord. Notre étude cytologique de plantes norvégiennes et suédoises (Urbańska-Worytkiewicz, op. cit.) a confirmé non seulement le nombre hexaploïde, mais encore elle a permis de découvrir un autre type chromosomique, une relique tétraploïde à $2n = 28$. Ces deux types scandinaves offrent une parenté indiscutable; d'après nos études embryologiques, il est probable que la «race» tétraploïde a donné naissance au cytotype hexaploïde, avec la participation d'un gamète non réduit (Urbańska-Worytkiewicz, 1967a).

En Europe centrale et occidentale, on ne rencontre que la «race» octoploïde. Nous avons trouvé le même nombre chromosomique $2n = 56$ dans les Tatras, les Alpes et dans les Pyrénées orientales.

Un problème particulièrement intéressant est celui de l'hybridation entre *Antennaria carpatica* et *Antennaria dioeca*. Une barrière génétique entre les deux espèces ne semble pas exister car de nombreux hybrides expérimentaux à $2n = 42$ ont été obtenus (Urbańska-Worytkiewicz, op. cit.).

Il semble bien que ce soient les facteurs écologiques qui limitent l'hybridation entre *Antennaria carpatica* et *Antennaria dioeca* dans certaines parties de l'aire de distribution, tandis que dans l'autre partie un croisement se produit occasionnellement.

Dans les Tatras, on ne trouve pas *Antennaria carpatica* et *A. dioeca* dans la même station; le temps de floraison de ces deux espèces n'est pas le même non plus – *Antennaria dioeca* est un peu plus précoce. Au contraire, dans les Alpes on rencontre souvent cette dernière espèce à côté d'*Antennaria carpatica*. Nous avons observé, dans de nombreux cas, les deux espèces en pleine floraison.

Ces données nous permettent de conclure que l'hybridation dans les populations alpines d'*Antennaria carpatica* et d'*Antennaria dioeca* est hautement probable. L'existence des plantes aberrantes à $2n = 42$ et $2n = 69-70$, trouvées récemment dans les Alpes suisses et françaises, est un argument de plus en faveur de notre opinion. Leur signification est grande car elles montrent que pour le genre *Antennaria* les Alpes constituent un centre de différenciation secondaire.

A l'heure actuelle, nous connaissons les nombres chromosomiques des populations européennes d'*Antennaria*; il serait intéressant de pouvoir étudier leur valeur taxinomique. C'est ce que nous entreprendrons prochainement.

Résumé

En accord avec les données des autres provenances européennes, l'*Antennaria dioeca* des Alpes s'est révélé tétraploïde à $2n = 28$.

Antennaria carpatica de 58 diverses provenances alpiennes possède le nombre chromosomique octoploïde $2n = 56$. Le même nombre a été trouvé dans un matériel des Pyrénées orientales. Il se confirme donc qu'*Antennaria carpatica* offre un seul nombre chromosomique en Europe centrale et occidentale, tandis que dans les montagnes de Scandinavie des nombres chromosomiques moins élevés ont été trouvés.

Les plantes aberrantes à $2n = 42$ et $2n = 69-70$, trouvées récemment dans les Alpes suisses et françaises, représentent très probablement des hybrides naturels entre *Antennaria carpatica* et *A. dioeca*.

L'auteur discute les possibilités d'hybridation entre les deux espèces dans certaines parties de l'aire de leur distribution.

Zusammenfassung

Antennaria dioeca tritt in den Alpen als tetraploide Form mit der Chromosomenzahl von $2n = 28$ auf. Dieselbe Chromosomenzahl wurde früher auch von anderen europäischen Standorten angegeben.

Antennaria carpatica weist die oktoploide Chromosomenzahl von $2n = 56$ auf. Dieselbe Stufe konnte im Material aus den Pyrenäen festgestellt werden.

Diese Ergebnisse stimmen mit früheren Befunden der Verfasserin an *A. carpatica* aus der Tatra überein; die Art ist also in Mittel- und Westeuropa durch eine oktoploide «Chromosomenrasse» vertreten, während im Norden tetra- und hexaploide Typen vorkommen.

Die jüngst in den schweizerischen und französischen Alpen gefundenen aberranten Pflanzen mit somatischen Chromosomenzahlen von $2n = 42$ und $2n = 69-70$ sind wahrscheinlich Bastarde von *Antennaria carpatica* und *A. dioeca*. Die Verbreitung dieser Pflanzen weist darauf hin, dass die Alpen ein Differenzierungszentrum der Gattung *Antennaria* bilden.

Summary

The present paper deals with cytological investigations in the Alpine population of *Antennaria* Gaertn. *A. dioeca* from the Alps proved to be tetraploid with $2n = 28$. This chromosome number has been reported previously from other European localities of this species.

In *A. carpatica* the octoploid chromosome number $2n = 56$ was found. The same degree of polyploidy was revealed in the material from the Pyrenees. The above results are in agreement with the author's previous reports concerning *A. carpatica* from the Tatra Mts. Thus, *A. carpatica* is represented in Central and Western Europe by octoploids whereas in the North tetraploids and hexaploids were found.

The aberrant plants with $2n = 42$ and $2n = 69-70$ found recently in Swiss and French Alps are probably hybrids between *Antennaria carpatica* and *A. dioeca*. Their occurrence points to the Alps as a centre of differentiation of the genus *Antennaria*.

Qu'il nous soit permis d'exprimer notre respectueuse reconnaissance à l'Ecole polytechnique fédérale (Zurich) qui a subventionné partiellement nos recherches. Sans cette aide, nous n'aurions pu présenter ici nos résultats. Nous exprimons notre sincère gratitude à MM. les professeurs Cl. Favarger et E. Landolt pour les conseils précieux et le temps qu'ils nous ont consacré pendant notre séjour en Suisse.

Nos vifs remerciements vont également à M^{me} Prof. Dr M. Skalińska et à M^{me} Doc. Dr E. Pogan (Université jagellonienne, Cracovie) pour leurs renseignements importants et la critique attentive qu'elles ont accordée à nos résultats et à notre manuscrit.

Bibliographie

- Bergman B. 1935. Zur Kenntnis der Zytologie der Skandinavischen *Antennaria*-Arten. Svensk Bot. Tidskr. **26**, 99-106.
- 1951. On the formation of reduced and unreduced gametophytes of *Antennaria carpatica*. Hereditas **37**, 501-518.
- Jørgensen C.A., Th. Sørensen et M. Westergaard. 1958. The flowering plants of Greenland - a taxonomical and cytological survey. Biol. Skr. Det. Kong. Dansk. Vid. Sel. **9**, No. 4.
- Juel H. 1900. Vergleichende Untersuchungen über typische und parthenogenetische Fortpflanzung bei der Gattung *Antennaria*. Kungl. Sv. Akad. Handl. **33**, 1-59.
- Urbańska K. 1959. Cytology of *Antennaria carpatica* and *A. dioica*. Acta Biol. Crac. Ser. Bot. **2**, 43-49.
- Urbańska-Worytkiewicz K. 1962. Embryological investigations in *Antennaria* Gaertn. III. Experimental hybrids between *A. carpatica* (Wahlb.) Bl. et Fing. and *A. dioica* (L.) Gaertn. Acta Biol. Crac. Ser. Bot. **5**, 103-116.
- 1965. Cytological studies in experimental hybrids between *Antennaria carpatica* (Wahlb.) Bl. et Fing. and *A. dioica* (L.) Gaertn. Acta Biol. Crac. Ser. Bot. **8**, 51-61.
- 1967. Cytological investigations in *Antennaria* Gaertn. from North Scandinavia. Acta Borealia. A. Scientia. N. **22**, Tromsø.
- 1967 a. Embryological investigations in *Antennaria* Gaertn. IV. Microsporogenesis in *A. carpatica* (Wahlb.) Bl. et Fing. from North Scandinavia. Acta Biol. Crac. Ser. Bot. **10**, 85-98.