

— 74. STEHLIK, V.: L'Hérédité de la Richesse en Sucre et du Poids chez les Hybrides de la Betterave Sucrière et de la Betterave Fourragère. *Compte rendu 3. Ass. I. I. R. B.* 74—109 (1933). — 75. STEWART, D.: siehe ABEGG (1940). — 76. STRAUB, J.: Neue Ergebnisse der Selbststerilitätsforschung. *Naturwissenschaften* 35, 23 bis 26. (1948). — 77. TJEJBES: Contribution à la classification des Betteraves sauvages. *Compte rendu Inst. Belge Amel. Better.* 3, 54—58 (1933). — 78. TSCHERMAK V., E.: in FRUWIRTH, Die Züchtung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen 4, 458 (1910). — 79. DE

VILMORIN, J. L.: L'hérédité chez la betterave cultivée. Paris (1923). — 80. VISSER, H. R.: Anatomisch-physiologische rasverschillen bij suikerbietten. *Studiekring voor Plantenveredeling Wageningen* 425—433 (1951). — 81. WOOD, R. R.: Selection for cold tolerance and low temperature germination in sugar beets. *Proc. Amer. Soc. Sug. Beets Techn.* 7, 407—410 (1952). — 82. ZOSSIMOVITCH, V. P.: Hauptresultate der Untersuchungen über Genetik und Züchtung der Futterrüben in der U. S. S. R. *Bull. Appl. Bot. Leningrad A* (14), 15—24 (1935).

(Aus dem Botanischen Institut der Universität Kiel.)

Cytologische Untersuchungen an zwergwüchsigen Gartenrosen.

Von H. D. WULFF.

Mit 12 Textabbildungen.

I. Einleitung.

Die von den Rosenzüchtern meist geübte Methode der Neuheitenzüchtung besteht in der Kreuzung vorhandener Handelssorten untereinander und in einer nachfolgenden Selektion wertvoll erscheinender Sämlinge. Im allgemeinen werden diese nach Veredelung auf den gebräuchlichen Unterlagen anschließend während mehrerer Jahre überprüft, ob sie unter verschiedenen klimatischen und edaphischen Bedingungen die in sie gesetzten Erwartungen bezüglich Wuchs- und Blütenqualität erfüllen und insbesondere aber auch, ob sie hinreichend resistent gegen Blatterkrankungen und Frost sind.

Die überwiegende Menge der Sämlinge, meistens über 99%, wird jedoch gar nicht erst derartigen Prüfungen unterzogen zu werden brauchen, sondern von vornherein verworfen werden müssen, weil sie entweder gegenüber dem bekannten Sortiment keine Verbesserung darstellt oder weil sie sogar ausgesprochene Monstrositäten enthält. In verschiedener Häufigkeit treten nämlich innerhalb der Kreuzungsnachkommenchaften neben normalwüchsigen Rosen solche auf, die Zwergwuchs in Verbindung mit Abnormitäten der Blätter und Blüten zeigen, sofern die letzteren überhaupt angelegt werden. Dieser monströse Zwergwuchs gab Veranlassung, eine Reihe von Pflanzen cytologisch zu untersuchen, da es immerhin nicht ausgeschlossen war, daß er vielleicht auf chromosomalen Unregelmäßigkeiten beruht.

TÄCKHOLM sprach schon vor 3 Jahrzehnten (1922, S. 140) die Vermutung aus, daß es unter den tetraploiden Gartenrosen viele geben könnte, „die von Sexualzellen erzeugt sind, deren Chromosomenzahl nicht gerade 14, sondern eine niedrigere Anzahl war“. Aneuploidie ist seitdem bei den Rosen allgemein nur in sehr geringem Ausmaß aufgefunden worden: von TÄCKHOLM (1922) für 4 Bastarde aus der Sect. Caninae, von ERLANSON (1929) für ein Individuum von *R. pyrifera* und (1933) für eine Pflanze von *R. arkansana*, von GUSTAFSSON (1944) für je 1 Sämling *R. rubiginosa* × *canina* bzw. reziprok und einen Sämling *R. canina* × *rugosa*, sowie von FLORY (1950) für ein Individuum *R. gallica* × *nutkana*. Ferner gibt sie der „Guide and Catalogue“ (1953) der John Innes Horticultural Institution für die *R. rubiginosa*-Abkömmlinge *R. hybr.* „Refulgence“ ($2n = 41$) und „Rosenwunder“ ($2n = 29$) an. Außer für die beiden letztgenannten Rosen erwähnte

WYLIE (1954) Aneuploidie auch für *R. hybr.* „Tapis-Rose“ ($2n = 27$). — Bei den *R. hybr.* „Poulsen's Crimson“ und „Bonn“, sowie einigen Wildformen von *R. spinosissima* beobachtete die letztzitierte Autorin schließlich noch ein sehr kleines Extra-Chromosom.

Nur GUSTAFSSON (1944) machte einige Bemerkungen zur Morphologie der Aneuploiden. Er sagte (S. 422): „The monosomic plants that have arisen differ greatly from their sister-plants, not only in vigour and fertility, but also in morphological characters“. Besonders auffällige Abnormitäten in der vegetativen Entwicklung scheinen in den referierten Beispielen von Aneuploidie jedoch nicht vorgelegen zu haben; bei den genannten Gartenrosen *R. hybr.* „Refulgence“, „Rosenwunder“ und „Tapis-Rose“ treten sie mit Sicherheit nicht auf. Es bestand daher ebenso wohl die Möglichkeit, daß der zur Debatte stehende monströse Zwergwuchs genbedingt wäre. Eine cytologische Analyse war aber unter dieser Alternative gleichfalls erforderlich, da auf eine ausschließliche Genabhängigkeit nicht zu folgern war, ehe nicht das eventuelle Vorkommen chromosomaler Störungen ausgeschlossen werden konnte.

II. Material und Methode.

Aus der Rosenschule W. KORDES' SÖHNE in Sparrieshoop (Holstein) wurden mir im Sommer 1951 freundlicherweise 50 monströsen Zwergwuchs zeigende Sämlinge überlassen. Sie stammten aus Kreuzungen, die der Rosenzüchter WILHELM KORDES im Jahre 1950 vorgenommen hatte, und waren im Frühjahr 1951 im Gewächshaus in den Saatbeeten aufgelaufen. Nach dem Eintopfen hatten sie teils keine oder nur so wenige neue Wurzelspitzen getrieben, daß von vielen dieser Pflanzen kein Material zur cytologischen Untersuchung zur Verfügung stand. Teils waren auch die Mitosen so spärlich oder die Chromosomen in den Metaphasen so eng gelagert, daß eine exakte Auswertung der Präparate nicht möglich war. Nachdem im Herbst 1951 Wurzelspitzen nach NAWASCHIN fixiert worden waren, wurden alle Pflanzen im Herbst 1952 vernichtet, soweit sie nicht bereits eingegangen waren. Ein nennenswerter Zuwachs war in keinem Falle erfolgt. Nur die folgenden 12 Sämlinge erlaubten eine zuverlässige Bestimmung der Chromosomenzahl aus 10μ dicken, nach HEIDENHAIN gefärbten Mikrotom-Schnittpräparaten:

1. 1017-50 = [(Crimson Glory × Baby Château) × (Chieftain × Baby Château)] × Florex,
2. 1124-50 = Hilda Philipps × Geheimrat Duisberg,
3. 1153-50 = [(Crimson Glory × Baby Château) × (Chieftain × Baby Château)] × (Poinsettia × Crimson Glory),
4. 1449-50 = Liebesglut × Florex,
5. 2424-50 = Gretel Greul × Printemps,
6. 2609-50 = New Yorker × Florex,
7. 3385-50 = (R. M. S. Queen Mary × Viktoria Adelheid) × Spek's Yellow,
8. 3931-50 = (Kordes' Sondermeldung × Gretel Greul) × Printemps,
9. 4303-50 = (Chieftain × Baby Château) × Lavender Pinocchio,
10. 5074-50 = Florex × Ellinor Le Grice,
11. 5227-50 = <[Poinsettia × (Baby Château × Sangerhausen)] × Gloria Dei> × Printemps,
12. 5724-50 = (Poinsettia × Crimson Glory) × [(Crimson Glory × Baby Château) × (Kardinal × Crimson Glory)].

Von den erwähnten 50 Sämlingen des Jahres 1951 blühten oder fruchteten 4, nämlich:

13. 877-50 = (Baby Château × *R. rubiginosa magnifica*) × (Crimson Glory × Baby Château),
14. 932-50 = Luis de Brinas × Geheimrat Duisberg,
15. 1294-50 = Gretel Greul × Karl Herbst,
16. 3747-50 = (Ober Gärtner Wiebicke × Sunmist) × Lavender Pinocchio.

Da nur einer von diesen Sämlingen Blütenknospen hatte, die sich im richtigen Stadium für eine Untersuchung der Meiosis befanden, wurden im Jahre 1952 weitere Fixierungen von Blütenknospen vorgenommen und zwar von den folgenden Sämlingen, die auf Kreuzungen des Jahres 1951 zurückgingen:

17. 976-51 = [(Crimson Glory × Baby Château) × (Chieftain × Baby Château)] × (Poinsettia × Crimson Glory),
18. 5134-51 = Yellow Pinocchio × Spek's Yellow,
19. 5437-51 = (Chieftain × Baby Château) × Masquerade.

Schließlich überließ mir auch der verstorbene Rosenzüchter MATHIAS TANTAU sen. (Rosenschule MATH. TANTAU in Uetersen, Holstein) noch 3 Veredelungen einer zwergwüchsigen Rose, der folgende Abstammung zugrunde lag:

20. 4701 × 4503 = (4206 × 4167) × (R. M. S. Queen Mary × 4167):
 4206 = Poinsettia × [Danzig × (Crimson Glory × *R. multi-bracteata*)],
 4167 = Tantaus Triumph × Käthe Duvigneau = (Baby Château × *R. Roxburghii*) × (Baby Château × *R. Roxburghii*).

Alle den Pflanzen Nr. 13-20 und den in Abschnitt IV zu nennenden Zwergbengalrosen entnommenen Blütenknospen wurden nach CARNOY fixiert, nach Überführung in Paraffin 15 μ dick geschnitten und nach HEIDENHAIN oder mit Gentianaviolett gefärbt. Dabei erwies sich die erstere Färbemethode für Rosen bei der angewandten Fixierung als überlegen.

Endlich wurden einige im Frühjahr 1954 in der Rosenschule W. KORDES' SÖHNE aufgelaufene Sämlinge zur Durchführung vergleichender Zellmessungen an normal- und zwergwüchsigen Individuen gleicher Deszendenz herangezogen:

21. 228-53 = [(Crimson Glory × Baby Château) × Freude] × Baby Château,
22. 5332-53 = Chic × Floradora,

23. 5871-53 = (Crimson Glory × Baby Château) × [(Kardinal × Crimson Glory) × Guinee],
24. 6053-53 = Orange Sweetheart × Käthe Duvigneau,
25. 6582-53 = Kordes' Sondermeldung × New Yorker.

Im folgenden Abschnitt III werden die Kreuzungen bzw. Sämlinge der Kürze halber nur mit den oben verwandten Nummern von 1-25 bezeichnet werden. Es sei aber noch darauf hingewiesen, daß vorstehend in einigen Fällen statt des handelsüblichen Namens die Abstammung angegeben wurde, um die noch zu berücksichtigende Inzucht besser hervortreten zu lassen. *R. hybr.* „Crimson Glory“ × „Baby Château“ (Nr. 1, 3, 12, 13, 17, 21, 23) ist im Handel bekannt als „Kordes' Sondermeldung“, *R. hybr.* „Poinsettia“ × „Crimson Glory“ (Nr. 3, 12, 17) als „Baden-Baden“, *R. hybr.* „Kardinal“ × „Crimson Glory“ (Nr. 12, 23) als „Liebesglut“ und *R. hybr.* „Baby Château“ × *R. rubiginosa magnifica* (Nr. 13) als „Florence Mary Morse“.

Die in den Kreuzungen 1-25 verwandten Sorten dürften im allgemeinen tetraploid sein. Durch eigene Zählungen oder Untersuchungen meiner Schüler wurde Tetraploidie ermittelt für die *R. hybr.* „Crimson Glory“, „Baby Château“, „Poinsettia“, „Kordes' Sondermeldung“, „Gloria Dei“, „Florence Mary Morse“, „Danzig“, „Tantaus Triumph“, „Käthe Duvigneau“ und „Floradora“ (vgl. auch die Liste der Chromosomenzahlen bei WYLIE 1954). Pentaploid ist *R. rubiginosa magnifica* (WYLIE 1954, SCHMIDT unveröff.), doch besitzen die meisten Pollenkörner wahrscheinlich 14 Chromosomen (FAGERLIND 1946, WYLIE 1954). *R. hybr.* „Ober Gärtner Wiebicke“ ist möglicherweise triploid (SCHMIDT unveröff.), aber es besteht auch hier die Wahrscheinlichkeit 14-chromosomiger Pollenkörner. Besonders hingewiesen sei auf die Tetraploidie der Sorten *R. hybr.* „Tantaus Triumph“, „Käthe Duvigneau“ und „Floradora“, bei denen nach der angegebenen Abstammung *R. hybr.* „Baby Château“ (2n = 28) × *R. Roxburghii* (2n = 14), eigentlich Triploidie zu erwarten gewesen wäre (WULFF 1954b).

Für Hilfeleistungen bei der Fixierung des Materials, sowie bei der Anfertigung von Präparaten, Zeichnungen und Messungen habe ich Frau Dr. L. HELDT und den cand. rer. nat. Frau H. GREEF, Frau I. HAKEN und Herrn W. SCHMIDT zu danken. Besonderer Dank gebührt der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die Gewährung einer Sachbeihilfe.

III. Zur Morphologie der monströsen Zwergpflanzen.

Die Abnormitäten, die in Verbindung mit dem Zwergwuchs als Ausdruck gehemmten, disharmonischen Wachstums auftreten, sind mannigfach und gehen weit über das hinaus, was PENZIG (1890) für die Gattung *Rosa* zusammenstellte. Der Sproß wird oft nur wenige Zentimeter, selten bis etwa 2 Dezimeter hoch. Gelegentlich kommt es zu einer völligen Stauchung, so daß die Keimblätter, deren Zahl bisweilen 3 beträgt, und die Laubblätter sich alle rosettenartig in einer Höhe am Sproß befinden. Die Bestachelung ist im allgemeinen spärlich oder wird oft ganz unterdrückt. In der Regel haben die Blätter höchstens 3 Fiederblättchen, sofern die Fiederung nicht sogar vollständig unterbleibt. Auch ihre Form ist sehr variabel, so daß in extremen Fällen kaum noch Ähnlichkeiten mit dem typischen Rosenblatt vorliegen.

Die Blüten zeichnen sich häufig durch mißgestaltete Kelch- und Kronblätter aus und öffnen sich nicht immer; auch können die reifen Antheren geschlossen bleiben. Die Blühwilligkeit der monströsen Zwergpflanzen ist außerordentlich gering, und die herabgesetzte oder ganz unterdrückte Blütenbildung ist wohl als Hemmungserscheinung aufzufassen. Von den oben erwähnten 50 Sämlingen des Jahres 1951 blühten oder fruchteten nach dem Eintopfen nur 4, also 8%. Die Blüten waren teils pentamer (Sämlinge Nr. 13, 16, 17, 19, 20), teils tetramer (Nr. 14, 15, 18); bei 2 Sämlingen waren sie gefüllt (Nr. 17, 20), bei den restlichen 6 ungefüllt (Nr. 13, 14, 15, 16, 18, 19). Auch hinsichtlich des Aufbaus von Andrözeum und Gynözeum fanden sich Unterschiede, die durch die Blütenformeln einiger Sämlinge wiedergegeben seien:

- Nr. 13: $K_5, C_5, A_\infty, G_\infty$;
 Nr. 17: K_5, C_∞, A fehlend, G_∞ ;
 Nr. 18: K_4, C_4, A_{12}, G fehlend ;
 Nr. 19: $K_5, C_5, A_\infty, G_{4-6}$;
 Nr. 20: $K_5, C_{10}, A_{5-15}, G_{5-10}$.

Der Blütenbau ist also recht variabel; die Tetramerie, das häufige Ausbleiben der Blütenfüllung, die Reduktionen in der Zahl der Staub- und Fruchtblätter, sowie deren gelegentliche Abortierung dürften sich ebenfalls als Hemmungserscheinungen und damit als Übergänge zu einer vollständigen Unterdrückung der Blütenbildung, eben einer Hemmungssterilität, deuten lassen. Spontaner, vermutlich nach Selbstbestäubung erfolgter Ansatz von Hagebutten ist möglich und wurde für die Sämlinge Nr. 12 und 16 festgestellt. Über die Anzahl der in den Butten gebildeten Nüßchen, deren Bau und Keimfähigkeit liegen zur Zeit aber noch keinerlei Erfahrungen vor.

Selbst wenn manche zwergwüchsigen Bastarde keine erheblichen morphologischen Deformationen zeigen, verhältnismäßig willig blühen und auf einer der üblichen Unterlagen nach Okulierung gut anwachsen, so macht die stets stark herabgesetzte Vitalität sie doch als Garten- oder Topfrosen völlig ungeeignet. Von dem unter Nr. 20 aufgeführten Hybriden beispielsweise, der ziemlich viele kleine orangefarbene Blüten hervorbrachte und sich durch schwaches Remontieren auszeichnete, gingen die mir von dem Züchter TANTAU überlassenen 3 Veredelungen schon im dritten Jahr nach der Okulierung ein.

IV. Die Cytologie der monströsen Zwergrosen.

Bei den Sämlingen Nr. 1–12 ergaben die Zählungen an Wurzelspitzenmitosen einwandfrei $2n = 28$ Chromosomen (Abb. 1). Wenn danach auch bereits Aneu-



Abb. 1. Metaphase aus der Wurzelspitze des Sämlings Nr. 9 mit $2n = 28$ Chromosomen. — Vergr. 2150 \times .

ploidie als Ursache des monströsen Zwergwuchses ausgeschaltet werden konnte, so blieb es dennoch zu beurteilen, ob die Meiosis bei den monströsen Zwergpflanzen etwa unregelmäßiger verlief als bei normalwüchsigen Rosen.

Die im folgenden geschilderte Untersuchung der Mikrosporogenese bezieht sich, da die von den übrigen Rosen

fixierten Blütenknospen entweder zu jung oder zu alt waren, auf eine vollständige Reihe der einzelnen meiotischen Stadien der unter Nr. 13, 18, 19 und 20 aufgeführten Bastarde. Diese 4 verhielten sich gleich, so daß die gebrachte Darstellung für den Bastard Nr. 19 auch für die übrigen 3 gilt und darüber hinaus für tetraploide monströse Zwergpflanzen ähnlicher Deszendenz zu verallgemeinern sein dürfte.

Wie bei anderen tetraploiden Gartenrosen (z. B. TÄCKHOLM 1922, WULFF 1951, 1954b, WULFF und HELDT 1953 und WYLIE 1954) traten in einer größeren Anzahl der Prophasen 14 Gemini auf, so daß beide meiotischen Metaphasen 14 Einheiten enthielten und in beiden Anaphasen die Polwanderung, bei der keine Nachzügler sichtbar wurden, wohlgeordnet ablief. In Polansichten der späten Anaphase I pflegten die Chromosomen im allgemeinen schon deutlich den Äquationsspalt zu zeigen (Abb. 2). Während der Interkinesen enthielten die Pollenmutterzellen immer nur 2 Kerne; die Meiosis schloß in der Regel mit einer normalen Tetradenbildung ab.

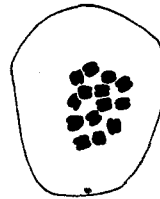


Abb. 2. Sämling Nr. 19. Eine Platte der späten Anaphase I mit 14, den Äquationsspalt zeigenden Chromosomen. — Vergr. 2150 \times .

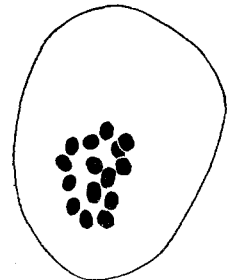


Abb. 3. Sämling Nr. 19. Metaphase I mit 15 Einheiten ($13_{II} + 2_I$). — Vergr. 2150 \times .

Im Gegensatz zu manchen anderen Rosenbastarden und sonstigen Hybriden befanden sich die Pollenmutterzellen eines Faches stets in demselben Entwicklungsstadium, auch wenn sich in ihren Kernen statt der 14 Bivalenten ausnahmsweise andere Synapsiskonfigurationen zeigten. Während die Zellen mit normaler Paarung in der Regel im Innern der Pollenfächer zu finden waren, überwogen an der Peripherie der Fächer,

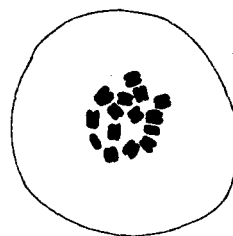


Abb. 4. Sämling Nr. 19. Eine Platte der späten Anaphase I mit 15 Chromosomen, die auf die Paarung $13_{II} + 2_I$ zurückgeht. — Vergr. 2150 \times .

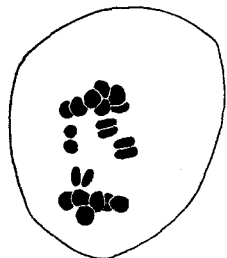


Abb. 5. Sämling Nr. 19. Anaphase I mit 4 geteilten Univalenten ($12_{II} + 4_I$). — Vergr. 2150 \times .

dem Tapetum unmittelbar anliegend, Pollenmutterzellen, in denen Paarungsunregelmäßigkeiten, vor allem 13 Bi- und 2 Univalente, vorkamen¹. In der Metaphase I traten in diesem Fall 15 Einheiten auf (Abb. 3). Seitenansichten der Anaphase I ließen erkennen, daß

¹ In diesem Zusammenhang sei an frühere Beobachtungen erinnert (WULFF 1954a, S. 426), nach denen bei den *R. hybr.* „315“ und „5017“ je eine polyploid gewordene Pollenmutterzelle ebenfalls dem Tapetum unmittelbar anlag.

die Univalenten sich gegenüber den Bivalenten verspätet teilten. Sie konnten nach erfolgter Trennung in der Anaphase I entweder in die Tochterkerne aufgenommen oder zum Teil bzw. alle eliminiert werden. Eine Aufnahme in die Tochterkerne belegt die Abb. 4. Es sind hier 13 Chromosomen bereits deutlich gespalten; dies dürften die ehemaligen Bivalentpartner sein. Bei 2 der Chromosomen, vermutlich den Univalentderivaten, war dagegen noch keine Spaltung erkennbar. Entsprechendes gilt für die frühe Metaphase II.

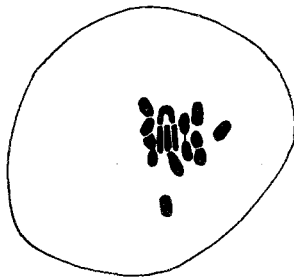


Abb. 6. Sämling Nr. 19. Metaphase I mit 1^{IV}, 3^I und 11^{II}. Von den letzteren nur 5 eingezeichnet. — Vergr. 2150×.

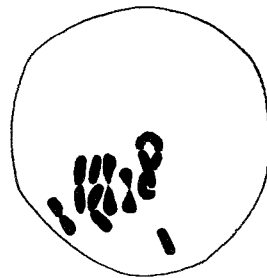


Abb. 7. Sämling Nr. 19. Metaphase I mit 1^{VI}, 2^I und 11^{II}. Von den letzteren nur 5 eingezeichnet. — Vergr. 2150×.

Weniger häufig als die bisher erwähnten Synapsistypen wurde das Auftreten von 12 Bi- und 4 Univalenten bemerkt (Abb. 5). Für den Gesamtverlauf der Meiosis ist sinngemäß dasselbe zu sagen, wie für die Paarung zu 13^{II} + 2^I.

Seltener als Bi- und Univalente wurden schließlich Tri- und Quadrivalente beobachtet, so daß neben den schon besprochenen Synapsistypen 14^{II}, 13^{II} + 2^I und 12^{II} + 4^I auch die Konfigurationen 12^{II} + 11^{II} + 1^I, 12^{II} + 1^{IV}, 11^{II} + 11^{II} + 3^I (Abb. 6) und 11^{II} + 1^{IV} + 2^I (Abb. 7) ermittelt werden konnten. Die Frequenz der einzelnen Synapsistypen beim Sämling Nr. 19 ist in Tabelle 1 angegeben.

Es waren also mindestens 11 Bivalente stets als solche vorhanden, während 3 Chromosomenpaare in ihren Bindungsmöglichkeiten variierten. Es ist nahe liegend anzunehmen, wenn auch vorläufig nicht zu beweisen, daß es immer dieselben 6 Chromosomen sind, an denen die synaptischen Unregelmäßigkeiten sichtbar zu werden vermögen. Ein abweichendes Konjugationsverhalten für maximal 6 Chromosomen beschrieb erstmals TÄCKHOLM (1922) für die tetraploide Remontantrose „Fisher et Holmes“, bei der er in den in Metaphase I befindlichen Pollenmutterzellen neben der entsprechenden Bivalentzahl bis zu 6 Univalente auffand, und zwar lagen nach seinen Auszählungen meistens 1–4 und nur in 1% der Pollenmutterzellen 6 Univalente vor. Hinsichtlich der Bivalentbildung zeigte der Sämling Nr. 19 sich der von TÄCKHOLM untersuchten Remontantrose deutlich überlegen: der schwedische Autor fand nur in 31% der Pollenmutterzellen 14 Bivalente, beim Sämling Nr. 19 beträgt die Frequenz der Pollenmutterzellen mit 14 Gemini dagegen rund 60%.

Multivalente erwähnte TÄCKHOLM nicht, doch ist ihr Vorkommen bei tetraploiden Wild- und Gartenrosen unter anderen von ERLANSON (1929, 1931), WULFF (1951, 1954b), WULFF und HELDT (1953) und WYLIE (1954) beobachtet worden. Zur Ergänzung der bisherigen Daten und zum Vergleich mit den Werten der Tabelle 1 für den Sämling Nr. 19 werden in der Tabelle 2 Auszählungen an der tetraploiden *R. multibracteata* und 2 Hybriden TANTAUS zwischen dieser Wildrose und normalwüchsigen Gartenrosen gebracht, bei denen sich Paarungsunregelmäßigkeiten ebenfalls maximal an 6 Chromosomen zeigten.

Während Multivalente beim Sämling Nr. 19 (Tab. 1) nur in 7% der Pollenmutterzellen zu finden waren, lagen sie bei *R. multibracteata* und ihren Hybriden in 9–24% der Pollenmutterzellen vor (Tab. 2). Im übrigen ist zwischen den Tabellen 1 und 2 eine gewisse Übereinstimmung hinsichtlich der Frequenz von Pollenmutterzellen mit 14 Gemini (60 bzw. 45–60%) und solchen mit abweichenden Konfigurationen aller Art (40 bzw. 40–55%) vorhanden.

Erheblich stärkere Unregelmäßigkeiten in den Chromosomenkonjugationen Tetraploider, als die bisher besprochenen, beobachteten ERLANSON (1929) für Wild- und WYLIE (1954) für Gartenrosen. Angaben über die Häufigkeit der Abweichungen von der normalen Synapsis zu 14^{II} fehlen für diese Beispiele allerdings. Beide Autorinnen fanden maximal 3 Quadrivalente in einer Pollenmutterzelle, daneben evtl. noch Univalente, so daß die Zahl der Bivalenten bis auf 7 reduziert sein konnte. Neben anderen Konfigurationen kamen nach WYLIE bei einigen Gartenrosen die folgenden vor:

- R. hybr.* „Général Jacqueminot“: 9^{II} + 1^{IV} + 1^{II} + 3^I,
- R. hybr.* „Crimson Glory“: 7^{II} + 3^{IV} + 2^I,
- R. hybr.* „Tapis Rose“: 11^{II} + 1^{IV} + 1^I,
- R. Kordešii* × *R. hybr.* „Golden Glow“: 8^{II} + 2^{IV} + 1^{III} + 1^I.

Alle vorstehend unternommenen Vergleiche ergeben somit, daß die Synapsis beim Sämling Nr. 19 als Beispiel einer monströsen Zwergpflanze nicht unregelmäßiger, sondern zum Teil wesentlich regelmäßiger

Tabelle 1. Synapsistypen des Sämlings Nr. 19 in der Metaphase I.

Synapsistyp	14 ^{II}	13 ^{II} + 2 ^I	12 ^{II} + 4 ^I	12 ^{II} + 1 ^{III} + 1 ^I	12 ^{II} + 1 ^{IV}	11 ^{II} + 1 ^{III} + 3 ^I	11 ^{II} + 1 ^{IV} + 2 ^I	Gesamtzahl der Pollen- mutterzellen
Zahl der Pollenmut- terzellen	60	34	1	1	3	1	2	102

Tabelle 2. Synapsiskonfigurationen in der Metaphase I bei *R. multibracteata* und 2 ihrer Hybriden mit Gartenrosen.

Synapsistyp bei:	14 ^{II}	13 ^{II} + 2 ^I	12 ^{II} + 4 ^I	12 ^{II} + 1 ^{IV}	12 ^{II} + 1 ^{III} + 1 ^I	11 ^{II} + 2 ^{III}	Gesamtzahl der ausgewerteten Pollenmutterzellen
<i>R. multi- bracteata</i>	53	25	2	7	1	—	88
<i>R. hybr.</i> „50507“	10	4	3	2	3	—	22
<i>R. hybr.</i> „5020“	46	18	1	11	9	1	86

verläuft als bei normalwüchsigen tetraploiden Rosen¹.

Als einzige cytologische Störung, die für Rosen in der Literatur meines Wissens bisher nur selten angegeben worden ist [z. B. GUSTAFSSON und HÅKANSSON (1942) für *R. canina* var. *Blondaeana* × *rugosa*], wurde bei dem Sämling Nr. 19 einmal in der Anaphase I eine Brückenbildung beobachtet (Abb. 8). Die für die Anaphase I oben schon berührte Eliminierung von Univalentderivaten wurde ebenfalls in der Anaphase II gesehen. In beiden Fällen wurden die im Plasma ver-

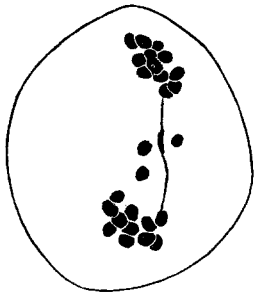


Abb. 8. Sämling Nr. 19, Anaphase I mit Brücke und Fragment (rechts) und 1 geteilten Univalent (links). — Vergr. 2150×.

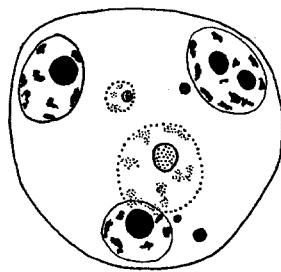


Abb. 9. Sämling Nr. 19, Telophase mit 5 Kernen und 3 extranukleären Chromatinkörperchen. — Vergr. 2150×.

bleibenden Chromatiden rasch aufgelöst. Daher waren in der Interkinese nur zweikernige Zellen zu finden, und auch am Ende der Meiosis lagen in der Regel nur 4 Kerne pro Pollenmutterzelle vor, neben denen eventuell noch degenerierendes Chromatin sichtbar war. Die Bildung von mehr als 4 Kernen (Abb. 9) war eine ausgesprochene Seltenheit. —

Aus der cytologischen Untersuchung ergibt sich nach allem die Schlußfolgerung, daß die studierten Zwergpflanzen tetraploid sind wie ihre Eltern und keine größeren meiotischen Störungen zeigen als normalwüchsige Rosen. Es kann damit als gesichert angesehen werden, daß der monströse Zwergwuchs nicht auf chromosomalen Unregelmäßigkeiten beruht, sondern genisch bedingt ist. Dabei läßt sich zur Zeit noch nicht mit Sicherheit beurteilen, auf welcher genetischen Grundlage er zustandekommt. Völlig auszuschließen ist eine Wirkung dominanter, das Wachstum herabsetzender Gene. Denkbar wäre unter anderem das Abklingen eines Heterosiseffektes² infolge Herausmendelns homozygoter Typen überhaupt oder das homozygote Auftreten rezessiver wachstumshemmender Gene. Für die nachteilige Wirkung der Inzucht sprechen jedenfalls manche der in Abschnitt II gegebenen genealogischen Daten auf den ersten Blick (Sämlinge Nr. 1, 3, 13, 17, 20, 21, 23). In die gleiche Richtung weist die den Rosenzüchtern sehr vertraute Tatsache, daß eine fortgesetzte Selbstung der Gartenrosen zu immer umfangreicheren Wachstumshemmun-

¹ Außerordentlich unregelmäßig ist die Syndese bei *R. velicta*, wo ERLANSON (1931) unter 11 Diakinesekernen nur einen mit 14 Gemini fand. Alle übrigen 10 besaßen Multivalente, darunter auch Penta- bis Oktovalente. Insgesamt lagen in den 11 Kernen 62% der Chromosomen als Bivalente vor. *R. velicta* ist übrigens zwergwüchsig. Da der Zwergwuchs hier aber als Artmerkmal auftritt, berührt *R. velicta* unseren Vergleich zwischen normalwüchsigen Rosen und monströsen Zwergpflanzen nicht.

² Heterosis dürfte bei den Gartenrosen eine nicht zu unterschätzende Rolle spielen. Eine sehr stark ausgeprägte Heterosisleistung liegt z. B. wahrscheinlich bei der in Deutschland als „Gloria Dei“ bekannten Teehybride des französischen Rosenzüchters F. MEILLAND vor.

gen führt. Wenn HAASE-BESSELL (1932, S. 79) auch über „die unglückliche, aber, wie es scheint, unausrottbare Neigung der Rosenzüchter, immer wieder in die jeweilige F₁ hineinzukreuzen“, Klage führte, so erscheint diese Methode nach allem doch als die sicherste, um bei beschränkten Individuenzahlen in den Bastardgenerationen zu selektionswürdigen „Neuheiten“ zu kommen. —

Es mußte sich schließlich noch die Frage erheben, ob die den monströsen Zwergwuchs kennzeichnende Verkleinerung der Organe auf einer Herabsetzung der Zellgröße beruht. Vergleiche der Blattepidermiszellen waren wegen deren unregelmäßigen, welligen Konturen nicht möglich. Zur Entscheidung der aufgeworfenen Frage wurden deshalb Messungen an den Stomata der Blattunterseiten herangezogen und dabei vorausgesetzt, daß sich eventuelle Größenänderungen der Zellen wohl bevorzugt in den Ausmaßen der Schließzellen widerspiegeln würden.

Insgesamt wurden 12 normal- und 7 zwergwüchsige Sämlinge aus 5 verschiedenen Kreuzungen (Nr. 21—25) für diese Untersuchung benutzt. Dabei ergab sich zunächst, daß die verschiedenen Individuen einer Kreuzungsnachkommenschaft ziemlich weit auseinander liegende Werte für die Stomatalängen haben konnten (um 20—25%). Normal- und zwergwüchsige Individuen verhielten sich in dieser Beziehung gleich (Tab. 3).

Tabelle 3. Stomatalängen in 1/1000 mm bei normal- und zwergwüchsigen Nachkommen von Gartenrosen nach je 100 Messungen

Kreuzung Nr.	Stomatalängen der	
	monströsen Zwergpflanzen	normalwüchsigen Pflanzen
21	28,96 ± 0,31	28,35 ± 0,18
		32,08 ± 0,13
		35,97 ± 0,26
22	37,52 ± 0,32	34,56 ± 0,24
23	28,45 ± 0,34 35,68 ± 0,26 35,84 ± 0,40	31,33 ± 0,16
		31,78 ± 0,35
		32,08 ± 0,16 33,63 ± 0,23
24	30,43 ± 0,17	28,15 ± 0,22
25	28,71 ± 0,30	31,90 ± 0,16
		34,35 ± 0,19
		34,91 ± 0,26

Die Stomatalängen der 12 normalwüchsigen Pflanzen variierten insgesamt zwischen 35,97 und 28,15 μ, die Extremwerte für die 7 Zwergpflanzen betragen 37,52 und 28,35 μ. Die Streuung und damit auch der mittlere Fehler des Mittelwertes waren bei den monströsen Zwergpflanzen fast durchgehend größer als bei den normalwüchsigen Pflanzen. Für die Zwergpflanzenstomata waren gegenüber den Schließzellen der normalwüchsigen Pflanzen teils Vergrößerungen (Nr. 22 und 24), teils Verkleinerung (Nr. 25) oder beides (N. 21 und 23) zu konstatieren, je nachdem, welche Individuen bei Vorliegen mehrerer Pflanzen aus derselben Deszendenz miteinander verglichen wurden. Dieser Vergleich ist zweifellos unbefriedigend; als wichtig erscheint es jedoch, daß nicht eine durchgehende Verkleinerung der Zwergpflanzenstomata auftrat. Die herabgesetzte Organgröße der monströsen Zwergpflanzen kann also nicht auf eine geringere Zellgröße zurückgeführt werden.

Diese Folgerung ergibt sich auch, wenn für die 3 Zwergpflanzen und die 4 normalwüchsigen Pflanzen der Kreuzung Nr. 23 je die arithmetischen Mittel aus den einzelnen Mittelwerten gebildet werden. Die Werte für die Stomatalängen betragen dann:

bei den monströsen Zwergpflanzen: $33,32 \mu \pm 0,33$,

bei den normalwüchsigen Pflanzen: $32,21 \mu \pm 0,23$.

Die errechnete Differenz von $1,11 \pm 0,40$ wäre statistisch nicht gesichert, d. h. also, daß zwischen den monströsen Zwergpflanzen und den normalwüchsigen Pflanzen kein Unterschied in der Größe der Spaltöffnungs-schließzellen besteht.

Das wird bei einem dritten Vergleich noch deutlicher. Da alle 19 zur Beurteilung stehenden Individuen tetraploid und — auf die beteiligten Wildarten bezogen — annähernd gleicher Deszendenz sind, schien es erlaubt, aus allen einzelnen Mittelwerten je die arithmetischen Mittel für die monströsen Zwergpflanzen und die normalwüchsigen Pflanzen zu bilden. Dann ergaben sich die folgenden Werte für die Stomatalängen:

monströse Zwergpflanzen: $31,79 \mu \pm 0,29$,

normalwüchsige Pflanzen: $32,15 \mu \pm 0,22$.

Zwischen diesen Mittelwerten ist bei einer Differenz von $0,36 \pm 0,37$ ein statistisch gesicherter Unterschied ebenfalls nicht vorhanden. Danach dürfte die Folgerung berechtigt sein, daß die den monströsen Zwergwuchs charakterisierende Verkleinerung der Organe auf einer Herabsetzung der Zellteilungsrate und nicht auf einer Verringerung der Zellgröße beruht.

V. Zur Cytologie der Zwergbengalrosen.

Die bisher besprochenen monströsen Zwergpflanzen sind nach Abstammung und Genetik etwas ganz anderes als die unter der Bezeichnung „Zwergrosen“ oder „Zwergbengalrosen“ im Handel befindlichen Sorten aus der Deszendenz der *R. chinensis* var. *minima* (LAWRENCE 1953, RIES 1953). Cytologisch unterscheiden sich diese Zwergbengalrosen von den monströsen Zwergpflanzen vor allem dadurch, daß sie diploid¹ sind, soweit die Rosenzüchter nicht in den letzten Jahren tetraploide Gartenrosensorten eingekreuzt haben.

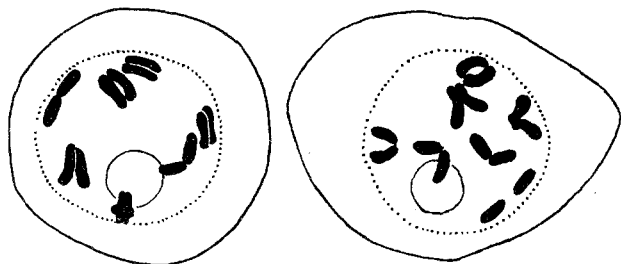


Abb. 10. *R. Roulettii*. Diakinese mit 7II. — Vergr. 2150×.

Abb. 11. *R. Roulettii*. Diakinese mit 6II + 2I. — Vergr. 2150×.

Eigene Untersuchungen, die zum Teil schon bis 1948 zurückliegen, stützen sich auf die sog. „*R. Roulettii*“ und einen von dem Rosenzüchter WILHELM KORDES erzeugten Bastard zwischen der Polyanthrose „Mignonnette“ und der Zwergbengalrose „Peón“ (653—2).

¹ Die von LAWRENCE (1953) und RIES (1953) gebrachten cytologischen Angaben gehen — über briefliche Mitteilungen von W. KORDES — auf meine hier erstmals publizierten Befunde zurück.

Im meiotischen Verhalten schlossen sich diese Rosen an das für andere diploide (ERLANSON 1931, WULFF und HELDT 1953) und tetraploide (s. oben) Bekannte an: auch bei ihnen wurden nicht in allen Pollenmutterzellen ausschließlich Bivalente gebildet. In Diakinesen von *R. Roulettii* fanden sich die Synapsistypen 7II (Abb. 10) und 6II + 2I (Abb. 11). Eine Teilung der Univalenten in der Anaphase I ist sicher. Dieselben Konfigurationen kamen auch bei dem Bastard „Mignonnette“ × „Peón“ vor; hier wurden allerdings außerdem Kerne mit 5 Bivalenten und 1 Quadrivalent angetroffen (Abb. 12). Im Gegensatz zur Orléansrose und *R. blanda*, für die ERLANSON (1931) außer den obigen auch die Synapsistypen 5II + 1III + 1I, 4II + 1VI, 4II + 1IV + 2I und 4II + 2III angab, wurde bei den von mir untersuchten Diploiden die Anzahl von 6 bzw. 5 Bivalenten nicht unterschritten. Das mag daran liegen, daß mein Material, das zunächst nur zu Orientierungszwecken über die Chromosomenzahl fixiert worden war, nicht umfangreich genug ist, um alle möglichen Konfigurationen zu repräsentieren. Auch über die Frequenz der einzelnen Synapsistypen kann zur Zeit



Abb. 12. *R. hybr.* „Mignonnette“ × „Peón“. Diakines mit 5II + 1IV. — Vergr. 2150×.

nichts Endgültiges gesagt werden; Kerne mit 7 Bivalenten scheinen jedoch noch häufiger zu sein als bei den von ERLANSON (1931) studierten Rosen, bei denen sie in rund 70—80% der Pollenmutterzellen vorlagen¹.

Bei *R. chinensis* var. *minima* und ähnlichen niedrigwüchsigen Varietäten anderer Wildrosen liegt im Gegensatz zu den monströsen Zwergpflanzen zweifellos ein echter, mutativ entstandener Nanismus vor. Bei den Zwergbengalrosen bedingt er eine harmonische Verkleinerung aller Organe und setzt die Vitalität nicht herab. Die Blühwilligkeit ist bekanntermaßen extrem hoch. Selbstverständlich erleidet ihre sexuelle Reproduktion eine Einbuße, sobald mit Gartenrosen anderer Polyploidiestufen gekreuzt wird.

Solche Zwergrosen stellen gewissermaßen ein Gegenstück zu den „Kletterrosen“ dar, die vorwiegend als somatische Mutationen oder — vielleicht besser gesagt — Rückmutationen aus normalwüchsigen Gartenrosen erhalten wurden. Das gesteigerte Wachstum dieser Kletterrosen vererbt sich dominant gegenüber dem normalen Wuchs (z. B. VON RATHLEF 1937, LAMMERTS 1945, MOREY 1954), und ebenfalls für den mutativ entstandenen Nanismus liegt bei vermutlich monofaktoriellem Unterschied ein dominanter Erbgang gegenüber höherem Wuchs

¹ Wegen der aufgefundenen Quadrivalente muß die diploide *R. hybr.* „Mignonnette“ × „Peón“ als Strukturhybrid aufgefaßt werden. Im Anschluß an die Ausführungen von WULFF und HELDT (1953) und im Gegensatz zu ERLANSON (1931, 1933) und LAMMERTS (1945) wird auch für die im vorigen Abschnitt behandelten Tetraploiden (Sämling Nr. 19, *R. multibracteata* und die *R. hybr.* „50507“ und „5020“) strukturelle Hybridität angenommen, obgleich bei ihnen keine Konfigurationen aus mehr als 4 Chromosomen beobachtet wurden. Im übrigen soll nach Aufarbeitung des von anderen tetraploiden Rosen vorliegenden Materials diese Frage in einer späteren Publikation noch eingehend diskutiert werden.

vor; denn die modernen Zwergrosensorten haben trotz Einkreuzung normal- bis hochwüchsiger Formen den typischen Wuchs im wesentlichen beibehalten. (LAWRENCE 1953, LORD 1953, RIES 1953). Die letztgenannte Autorin gibt z. B. die Höhe für die älteren (diploiden) Sorten mit 15–20 cm, für die neueren (wohl meist triploiden) Sorten mit 20–25 cm an. Möglicherweise ist diese geringe Steigerung nur als Folge der Chromosomenzahlerhöhung zu werten und dem bei polyploiden Pflanzen verbreiteten Gigaswuchs gleichzusetzen.

Genetisch betrachtet, zeichnet sich also ein wichtiger Unterschied zwischen den monströsen Zwergpflanzen und den „echten“ Zwergrosen ab. Wie wir sahen, liegen bei den ersteren sicherlich keine dominanten, wachstumshemmenden Gene vor, die Wuchscharaktere der letzteren beruhen dagegen gerade auf der Wirkung eines dominanten, das Wachstum herabsetzenden Genes. —

Wie bei den monströsen Zwergpflanzen interessierte auch für die Zwergbengalrosen die Frage, ob eine Verringerung der Zellgröße oder der Zellenzahl für die Verkleinerung der Organe, insbesondere der Blätter, maßgebend ist. Von normalwüchsigen diploiden Individuen der *R. chinensis* war leider kein Vergleichsmaterial verfügbar¹; in Tabelle 4 wurden daher die für die Spaltöffnungsschließzellen von *R. Roulettii* und *R. hybr.* „Peón“ gemessenen Werte mit denen von einigen anderen diploiden Rosen bekannten zusammengestellt (nach MAMELI CALVINO 1950, WULFF 1951, 1954c).

Tabelle 4. Stomatalängen diploider Rosen in 1/1000 mm.

Art oder Sorte	Stomatalänge
„ <i>R. Roulettii</i> “	31,93 ± 0,33
<i>R. hybr.</i> „Peón“	31,66 ± 0,29
<i>R. Wichuraiana</i>	32,32 ± 0,42
<i>R. hybr.</i> „Max Graf“	27,52 ± 0,26
<i>R. hybr.</i> „Meermaid“	26,6
<i>R. Hugonis</i>	26,4
<i>R. Roxburghii</i>	25,3
<i>R. Banksiae</i>	24,0
<i>R. hybr.</i> „Mignonnette“	23,10 ± 0,22
<i>R. multiflora</i>	22,64 ± 0,25
<i>R. multiflora</i>	22,4
<i>R. rugosa</i>	20,80 ± 0,29
<i>R. rugosa</i>	19,2

Ein Vergleich zeigt, daß die Stomata beider Zwergbengalrosen länger sind als die der meisten anderen Diploiden. Daraus dürfte wohl der Schluß erlaubt sein, daß trotz unterschiedlicher genetischer Grundlagen wie bei den monströsen Zwergpflanzen, so auch bei den Zwergbengalrosen das gleiche cytologische Prinzip, nämlich eine Herabsetzung der Zellteilungsrate, zu dem Zwergwuchs führt.

Zusammenfassung.

Die in der Rosenzüchtung auftretenden monströsen Zwergpflanzen haben neben der veränderten Morphologie eine verminderte Vitalität und Blühwilligkeit.

¹ Die als triploid bekannte *R. chinensis* var. *sempervirens* (TÄCKHOLM 1922) hatte Stomata von $36,42 \mu \pm 0,19$ Länge.

Im Extremfall kommt es zu einer Hemmungssterilität. Sie zeigen gegenüber normalwüchsigen Gartenrosen keine Abweichungen in der Chromosomenzahl ($2n=28$). Auch überschreiten die meiotischen Unregelmäßigkeiten, die im Auftreten von Uni- und Multivalenten bestehen, nicht das von normalwüchsigen Gartenrosen bekannte Ausmaß. Der monströse Zwergwuchs ist somit wahrscheinlich genisch bedingt, beruht jedoch nicht auf der Wirkung dominanter Gene.

Die abstammungsmäßig auf *R. chinensis* var. *minima* zurückgehenden Zwergbengalrosen sind diploid ($2n=14$), soweit nicht in neuerer Zeit tetraploide Gartenrosen eingekreuzt worden sind. Der Zwergwuchs dieser Rosen zeigt gegenüber normalem Wuchs Dominanz. Bei einem diploiden Bastard zwischen der Polyanthrose „Mignonnette“ und der Zwergbengalrose „Peón“ treten in der Meiosis in geringer Frequenz Uni- und Multivalente auf, bei „*R. Roulettii*“ wurde Synapsis zu 7_{II} oder $6_{II} + 2_I$ beobachtet.

Sowohl bei den monströsen Zwergpflanzen als auch bei den Zwergbengalrosen beruht die Verkleinerung der Organe nicht auf einer Verringerung der Zellgröße, sondern auf einer Herabsetzung der Zellteilungsrate.

Literatur.

1. ERLANSON, E. W.: Cytological conditions and evidences for hybridity in North American wild roses. Bot. Gaz. 87, 443–506 (1929).
2. ERLANSON, E. W.: Chromosome organization in *Rosa*. Cytologia 2, 256–282 (1931).
3. ERLANSON, E. W.: Chromosome pairing, structural hybridity, and fragments in *Rosa*. Bot. Gaz. 94, 551–566 (1933).
4. FÄGERLIND, F.: Försök att framställa nya parkros-sorter. Fören. dendrol. parkvärd årsb. Lustgården 1946, 13–32.
5. FLORY, W. S., jr.: Pollen condition in some species and hybrids of *Rosa* with a consideration of associated phylogenetic factors. Virginia J. Sci., n. s. 1, 11–59 (1950).
6. GUSTAFSSON, Å.: The constitution of the *Rosa canina* complex. Hereditas 30, 405–428 (1944).
7. GUSTAFSSON, Å., und A. HÄKANSSON: Meiosis in some *Rosa*-hybrids. Bot. Not. 1942, 331 bis 343.
8. HAASE-BESSELL, G.: Karyologische Beobachtungen an zwei Rosenbastarden und deren prinzipielle Auswertung. Ber. deutsch. bot. Ges. 50a, 61–91 (1932).
9. LAMMERTS, E. W.: The scientific basis of rose breeding. Amer. Rose Ann. 30, 71–79 (1945).
10. LAWRENCE, G. H. M.: History and nomenclature of the fairy roses. Amer. Rose Ann. 38, 133–143 (1953).
11. LORD, R.: Modern miniature roses. Amer. Rose Ann. 38, 173–176 (1953).
12. MAMELI CALVINO, E.: Ricerche sul polline del genere *Rosa*. Staz. Sper. Floricult. „O. Raimondo“ San Remo, Pubbl. Nr. 48 (1950).
13. MOREY, D.: Observations on the genetics of the mutant climbing factor in hybrid tea roses. Amer. Rose Ann. 39, 89–97 (1954).
14. PENZIG, O.: Pflanzen-Teratologie. I. Dicotyledones polypetalae. Genua 1890.
15. VON RATHLEF, H.: Die Rose als Objekt der Züchtung. Jena 1937.
16. RIES, W.: Züchtung der Zwergrosen. Rosenjahr. 8, 82–89 (1953).
17. TÄCKHOLM, G.: Zytologische Studien über die Gattung *Rosa*. Acta hort. Bergiani 7, Nr. 3 (1922).
18. WULFF, H. D.: *Rosa Kordesii*, eine neue amphidiploide Rose. Züchter 21, 123–132 (1951).
19. WULFF, H. D.: Cytologische Untersuchungen an einem pentaploiden Rosenbastard (*Rosa hybr.* „315“) und seiner Nachkommenschaft. Planta 43, 420–439 (1954a).
20. WULFF, H. D.: Notes on the breeding behavior of *Rosa Roxburghii* and *Rosa multibracteata*. Amer. Rose Ann. 39, 73–77 (1954b).
21. WULFF, H. D.: Cytologische Untersuchungen an einer fertilen triploiden Rose. Planta, 44, 472–490 (1954c).
22. WULFF, H. D., und L. HELDR: Über die Genealogie und Mikrosporogenese der Lambertianrose „Hamburg“. Züchter 23, 87–93 (1953).
23. WYLIE, A. P.: Chromosomes of garden roses. Amer. Rose Ann. 39, 36–66 (1954).