Untersuchungen über die Chromosomenzahlen bei asiatischen wilden *Pyrus*-Arten¹⁾

Von
Syôzô Adati

Eingegangen am 14. Dezember 1932

Während *Pyrus*-Arten in Europa und Amerika Gegenstand zahlreicher karyologischer Untersuchungen gewesen sind, hat sich noch keiner der japanischen Karyologen mit dieser Gattung beschäftigt. Um sich daraus ergebende Lücken auszufüllen, habe ich Chromosomenzählungen bei einer Reihe asiatischer wilder *Pyrus*-Arten unternommen. Das Material zu den karyologischen Studien hat mir Herr Prof. Dr. A. KIKUCHI aus seiner reichhaltigen *Pyrus*-Sammlung freundlichst zur Verfügung gestellt. Über die Resultate dieser Untersuchungen, die ich unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. H. KIHARA im Biologischen Institut der Kaiserlichen Universität in Kyoto ausgeführt habe, möchte ich in folgendem kurz berichten.

Das Material für die Untersuchung der Reifungsteilungen der Pollenmutterzellen wurde Ende Februar und Anfang April des Jahres 1932 fixiert. Als Fixierungsmittel dienten die Flüssigkeiten von FLEMING, HERMANN und NAWASCHIN. Da diese alkoholfreien Lösungen schlecht eindringen, habe ich die Blütenknospen ungefähr eine Minute lang mit CARNOY (nach KIHARAS Vorschrift) vorbehandelt. In einem Fall habe ich nur CARNOY gebraucht. Nach der Einbettung im Paraffin sind ca. 10 μ dicke Schnitte angefertigt worden. Gefärbt wurde nach NEWTON mit Gentianaviolett oder mit Haematoxylin nach HEIDENHAIN.

Meine Studien haben sich auf die I. Metaphase konzentriert. In Seitenansichten war es so gut wie unmöglich die Anzahl der Elemente festzustellen. Aber in Polansichten konnten die Zählungen ohne Schwierigkeit ausgeführt werden. Abbildungen 1–12 bringen Polansichten der ersten Teilung aus sämtlichen von mir untersuchten Arten. Überall kann man leicht 17 Bivalente zählen. Die Unterschiede in der

1) Contributions from the Laboratory of Genetics, Biological Institute, Kyoto Imperial University, No. 29.

Größe der Chromosomen verschiedener Arten sind wahrscheinlich auf den Gebrauch verschiedener Fixierungsflüssigkeiten zurückzuführen. Im allgemeinen erscheinen die mit FLEMMING fixierten Chromosomen kleiner als die mit anderen Mitteln behandelten. Auffallend größer als alle anderen sind nur die Chromosomen von *Pyrus serotina*, der Stammart fast aller japanischen kultivierten Birnen. Wahrscheinlich ist auch dieser Unterschied ein zufälliger; darauf weist die Größe der Chromosomen von *P. montana* (Abb. 7) hin, die von KIKUCHI (1930) zu *P. serotina* gestellt wird.

In Tab. 1 und 2 sind zum Vergleich die von mir bzw. von anderen Forschern untersuchten Arten neben ihren Chromosomenzahlen auf-

Tabelle 1

Arten	Herkunft ¹⁾	Chromosomenzahl (n)
<i>Pyrus betulaefolia</i> BUNGE	China	17 (Abb. 1)
<i>P. dimorphophylla</i> MAKINO	Japan	17 („ 2)
<i>P. aromatica</i> KIKUCHI et NAKAI	Japan	17 („ 3)
<i>P. Fauriei</i> SCHNEIDER	China	17 („ 4)
<i>P. phaeocarpa</i> REHDER	China	17 („ 5)
<i>P. Calleryana</i> DECAISNE	China	17 („ 6)
<i>P. montana</i> NAKAI ²⁾	Korea	17 („ 7)
<i>P. hondoensis</i> NAKAI et KIKUCHI	Japan	17 („ 8)
<i>P. Uyematsuana</i> MAKINO	Japan	17 („ 9)
<i>P. Bretschneideri</i> REHDER	China	17 („ 10)
<i>P. sohayakiensis</i> KOIDZUMI	Japan	17 („ 11)
<i>P. serotina</i> REHDER	China	17 („ 12)
<i>P. ussuriensis</i> MAXIMOWICZ	China, Korea u. Mandschurei	17

Tabelle 2

Arten	Chromosomenzahl		Autoren
	n	2n	
<i>Pyrus communis</i> L.		34	RYBIN (1926)
„ Kultursorten	17		KOBEL (1927) ³⁾
„ „	17	34	MOFFETT (1931)
<i>P. serotina</i> REHDER (= <i>P. sinensis</i> LINDLEY)	17		KOBEL (1927)
<i>P. salicifolia</i> PALLAS	17		KOBEL (1927)
<i>P. elaeagnifolia</i> PALLAS (= <i>P. nivalis</i> JACQ. var. <i>E.</i> SCHNEIDER)		34	RYBIN (1926)
<i>P. ussuriensis</i> MAXIMOWICZ		34	RYBIN (1926)
<i>P. Calleryana</i> DECAISNE		34	NEBEL (1929)

1) Nach KIKUCHI (1930).

2) Nach KIKUCHI (1930) ist *P. montana* NAKAI nur eine Varietät von *P. serotina* REHDER.

3) KOBEL hat auch kultivierte triploide Arten gefunden.

geführt. Im J. 1926 gab RYBIN für *Pyrus communis* 34 somatische Chromosomen an, im Gegensatz zu OSTERWALDER (1910), der bei derselben Art 4 haploide Chromosomen gefunden zu haben glaubte. Ungefähr gleichzeitig mit RYBIN meinte KOBEL bei *Pyrus* (inkl. *Malus*) 16 haploide Chromosomen festgestellt zu haben. Im folgenden Jahre berichtigte er aber diese Zahl auf 17. Nach den zahlreichen Untersuchungen von HEILBORN (1928), MORINAGA et al. (1929), CRANE (1927), CRANE und LAWRENCE (1928, 1930 u. 1931), DARLINGTON und MOFFETT (1930), MOFFETT (1931a u. 1931 b), KIHARA (1931) und SAX (1931 u. 1932) kann man heute die Grundzahl 17 für sämtliche geprüften Pomoideen als gesichert annehmen¹⁾.

In Bezug auf die Genomkonstitution der Pomoideen sind zwei entgegengesetzte Meinungen ausgesprochen worden. Nach DARLINGTON und seinen Mitarbeitern sind die Pomoideen dreifach hexasomische Autotetraploide mit der Grundzahl sieben. Als Beweis für die Berechtigung dieser Annahme wird vor allem das Vorkommen der von ihr postulierten tetra- und hexavalenten Komplexe bei den diploiden Formen angeführt. Eine ganz andere Auffassung vertritt in letzter Zeit SAX (1932). Nach ihm sind die Pomoideen als Allopolyploide anzusehen, die ursprünglich aus einer Bastardierung zwischen einer 8- und einer 9-chromosomigen Rosazeenart entstanden sind, in deren Gefolge eine zur vollen Fertilität führende Chromosomenverdoppelung stattgefunden hat.

Meine eigenen Beobachtungen in dieser Hinsicht gehen dahin, daß ich zwar in Polansichten der I. Metaphase hin und wieder dicht beieinander liegende Paare gesehen habe, in keinem einzigen Falle aber behaupten kann, daß sie zu Komplexen verbunden waren. Diese Gruppierung der Gemini war in den meisten Fällen von zufälligem

Abb. 1-12. I. Reifungsteilung in PMZ. vergr. ca. 3200.

1. *Pyrus betulaeifolia* BUNGE (CARN.-NAWASCHIN, Gentianaviolett).
2. *P. dimorphophylla* MAKINO (CARN.-NAWASCHIN, Haematoxylin).
3. *P. aromatica* KIKUCHI et NAKAI (CARN.-FLEMMING, Haematoxylin).
4. *P. Fauriei* SCHNEIDER (CARN.-FLEMMING, Gentianaviolett).
5. *P. phaeocarpa* REHDER (CARN.-HERMANN, Gentianaviolett).
6. *P. Calleryana* DECAISNE (CARN.-FLEMMING, Haematoxylin).
7. *P. montana* NAKAI (CARN.-HERMANN, Gentianaviolett).
8. *P. hondoensis* NAKAI et KIKUCHI (CARN.-FLEMMING, Haematoxylin).
9. *P. Uyematsuana* MAKINO (CARN.-NAWASCHIN, Haematoxylin).
10. *P. Bretschneideri* REHDER (CARNOY, Haematoxylin).
11. *P. sohayakienensis* KOIDZUMI (CARN.-FLEMMING, Haematoxylin).
12. *P. serotina* REHDER (CARN.-NAWASCHIN, Gentianaviolett).

1) Nur SHOEMAKER (1926) hat bei einer *Malus*-Varietät, „Delicious“, 14 haploide Chromosomen gezählt. Wahrscheinlich beruht diese Angabe auf einer irrtümlichen Zählung, wie auch DARLINGTON und MOFFETT (1930) vermuten.

Abb. 1-12. Erklärung s. S. 184 unten.

Charakter, wie man sich leicht bei der Betrachtung meiner Abbildungen überzeugen kann. Nur in einem Fall, bei *P. Fauriei* (Abb. 4), fand sie mit ziemlicher Regelmäßigkeit statt. In Seitenansichten glaube ich überhaupt keine Chromosomenverbände gesehen zu haben. Den von DARLINGTON und MOFFETT (1930) gebrachten ähnliche Gebilde konnte ich nicht anders als Bivalente deuten. Aus den späteren Arbeiten von MOFFETT (1931 b) geht es ziemlich deutlich hervor, daß auch ihm neuerdings Bedenken betreffs des Vorkommens der multivalenten Komplexe gekommen sind und daß er Figuren, die von ihm und DARLINGTON für solche gehalten wurden, lieber als „secondary association“ deuten möchte. Was ist aber „secondary association“, möchte ich fragen? Es ist hier von DARLINGTON und seiner Schule ein Ausdruck geprägt und ein Begriff geschaffen worden, für die es, meiner Ansicht nach, keine adäquate Erscheinung gibt. Kann man sich vorstellen, daß bei triploiden *Pyrus*-Formen, wo eine Konkurrenz bei der Paarung der überzähligen 17 Chromosomen nicht in Frage kommt, die Elemente von zwei angeblich homologen 7-Sätzen meist als Univalente auftreten oder nur „secondary pairing“ aufweisen? MOFFETT (1931 a) gibt eine Abbildung der I. Metaphase der triploiden *Pyrus* (*Sorbus*) *minima* mit 12_1 und behauptet sogar, die Annäherung zwischen je 2 Elementen (bei einem Teile der Univalenten) sei Beweis für deren Homologie! Man bedenke nur, daß bei Ausschluß von Konkurrenzwirkung bei der Paarung im Weizen-*Aegilops*-Kreise zwei so wenig homologe Genome wie die von *Triticum monococcum* und *Aegilops speltoides* (KIHARA u. LILIENFELD 1932) bis zu 7 lockeren Paaren bilden können, die zu einer regelmäßigen metaphasischen Platte zusammentreten. Und doch wird niemand die Homologie der betreffenden Genome behaupten wollen. Es ist auch für mich sehr wahrscheinlich, daß wir in „secondary pairing“ dieselbe Erscheinung vor uns haben, wie in der paarweisen Gruppierung ähnlicher Chromosomen in somatischen Platten, die meiner Ansicht nach wohl mit gleicher Gestalt und Größe, aber nicht mit der spezifischen Beschaffenheit der Chromosomen, nicht mit Chromosomenaffinitäten zusammenhängt¹⁾. Diese Erscheinung ist, aus bis jetzt unbekannten Gründen, bei manchen Organismen sehr ausgeprägt, bei anderen weniger deutlich oder gar nicht zu finden. Vielleicht ist bei den Rosa-zeen eine gewisse Tendenz dazu vorhanden, die unter Umständen eine Annäherung ähnlicher Chromosomen bewirkt. So sieht man z. B. in

1) Nach LAWRENCE (1931) heisst es: „secondary association, arising at pro-metaphase and due to the general affinity of homologous chromosomes“ („homologous“ von mir gesperrt).

manchen von ICHIJIMA (1930) gegebenen somatischen Platten der diploiden 14-chromosomigen *Fragaria*-Arten sehr deutlich, daß die Chromosomen je nach ihrer Gestalt und Größe paarweise gruppiert sind. Die Annahme von DARLINGTON und seinen Mitarbeitern, daß bei *Pyrus* nur Vierer- und Sechserassoziationen sich unterscheiden lassen, beruht meiner Ansicht nach auf einer Voreingenommenheit. Wenn man die Abbildungen der Verfasser betrachtet, besonders die Mikrophotographien, muß man zu der Überzeugung kommen, daß man ebensogut andere beliebige polyvalente Assoziationen finden könnte.

Es scheint mir viel wahrscheinlicher, daß, wie SAX annimmt, die Pomoideen Allopolyploide sind mit der Summe der Grundzahlen 8 und 9 als Grundzahl. Die Auffassung von SAX erklärt in vollkommen befriedigender Weise die genomatische Zusammensetzung dieser Rosa-zeengruppe, indem sie allen bekannten Tatsachen gerecht wird.

Literatur

- Crane, M. B. 1927. Studies in relation to sterility in plums, cherries, apples and raspberries. Mem. Hort. Soc. N. Y. 3.
- Crane, M. B. and Lawrence, W. J. C. 1928. Genetical and cytological aspects of incompatibility and sterility in cultivated fruits. Journ. Pom. Hort. Ser. 7.
- — 1930. Fertility and vigor of apples in relation to chromosome number. Journ. Gen. 22.
- — 1931. Sterility and compatibility in diploid and polyploid fruits. Ibid. 24.
- Darlington, C. D. and Moffett, A. A. 1930. Primary and secondary balance in *Pyrus*. Ibid. 22.
- Heilborn, O. 1928. Zytologische Studien über Pollensterilität von Apfelarten. Svensk Bot. Tidsk. Bd. 22.
- Ichijima, K. 1930. Studies on the genetics of *Fragaria*. Zeitschr. f. indukt. Abst.-u. Vererb.-Lehre 55.
- Kihara, H., Yamamoto, Y. and Hosono, S. 1931. A list of chromosome numbers of plants cultivated in Japan. Tokyo.
- Kihara, H. und Lilienfeld, F. 1932. Untersuchungen an *Aegilops*×*Triticum*- und *Aegilops*×*Aegilops*-Bastarden. Cytologia 3.
- Kikuchi, A. 1930. On the inheritance of the skin color of the Japanese pear, *P. serotina* REHDER. (japanisch). Inst. Pom. Kyoto Imp. Univ.
- Kobel, F. 1926. Zytologische Untersuchungen der partiellen Pollensterilität verschiedener Apfel- und Birnsorten. Arch. f. Julius Klauss-Stift. 2.
- 1927. Zytologische Untersuchungen an Prunoideen und Pomoideen. Ibid. 3.
- Lawrence, W. J. C. 1931. The secondary association of chromosomes. Cytologia 2.
- Moffett, A. A. 1931 a. The chromosome constitution of the *Pomoideae*. Proc. Roy. Soc. Ser. B. Vol. 108.
- 1931 b. A preliminary account of chromosome in the *Pomoideae*. Journ. Pom. Hort. Sci. 9.
- Morinaga, T. et al. 1929. Chromosome numbers of cultivated plants II. Bot. Mag. Tokyo. 43.
- Nebel, R. B. 1928. Zur Zytologie von *Malus* und *Vitis*. Gartbw. 1.
- 1929 a. Chromosome counts in *Vitis* and *Pyrus*. Amer. Nat. 63.

- Nebel, R. B. 1929b. Über einige Obstkreuzungen aus dem Jahre 1926 und Zytologie von *Malus* II. Züchter 1.
- 1930. Recent findings in cytology of fruits (Cytology of *Pyrus* III). Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 4.
- Osterwalder, A. 1910. Blütenbiologie, Embryologie und Entwicklung der Frucht unserer Kernobstbäume. Landw. Jahrb. Bd. 39. Heft 6.
- Rybin, V. A. 1926. Cytological investigations of *Malus*. Bul. App. Bot. 16.
- 1927. On the numbers of chromosomes in the somatic and reduction division of the cultivated apples in connection with pollen sterility of some of its varieties. Ibid. 17.
- Sax, K. 1931. The origin and relationships of the *Pomoideae*. Journ. Arn. Arb. 22.
- 1932. Chromosome relationships in the *Pomoideae*. Ibid. 23.
- Shoemaker, J. S. 1926. Pollen development in the apple, with special reference to chromosome behavior. Bot. Gaz. 81.
-