Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4a.

Fig. 4b.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Ueber die Chromosomenzahl von *Zea Mays* L.¹

Von
Yoshinari Kuwada.

(Mit 1 Tafel.)

Die vorliegende Arbeit ist eine weitere Mitteilung der Untersuchungen, deren erste Mitteilung in dieser Zeitschrift Bd. XXV, 1911 publiziert worden ist. Die Hauptergebnisse sind im Folgenden kurz angegeben zu werden.

Die Chromosomenzahlen von den vier Rassen und deren Bastarden zwischeneinander wurden untersucht. Sie heissen „Sugar Corn“ (Zuckermais), „Black Mexican“ (Zuckermais), „Black Starch“ (Stärkemais), „Amber Rice Pop Corn“ (Stärkemais), „Sugar Corn“ ♀ × „Black Starch“ ♂, „Amber Rice Pop Corn“ ♀ × „Sugar Corn“ ♂ und „Amber Rice Pop Corn“ ♀ × „Black Mexican“ ♂.

Die Zahl der Gemini in den Pollenmutterzellen beträgt 10 bei den Stärkemais-Rassen, und 12 bei den Zuckermais-Rassen. Die letztere schwankt aber in einem und demselben Individuum innerhalb gewisser Grenzen. So z.B. bei „Sugar Corn“ ergibt es sich:

Chromosomenzahl	Beobachtungszahl ²
14	6
13	8

¹ Die ausführlichere Beschreibung ist auf Japanisch in diesem Band der Zeitschrift veröffentlicht worden. Die Arbeit ist aber noch nicht vollendet. Der erfüllte Aufsatz wird im anderen Ort publiziert werden.

² Da die Polansicht der Kernplatte in dieser Pflanze zur Zählung der Gemini nicht geeignet ist, so ist zu diesem Zwecke das Stadium der multipolaren Spindel ausgewählt. Das Stadium der Diakinese und selten der bipolaren Spindel sind auch dazu gedient. Die Zahlen 13 und 14, die alles in dem Stadium der multipolaren Spindel, wo die Doppelheit der Gemini oft schwer zu finden ist, gezählt worden sind, sind als Folge der Trennung der zusammengehörenden Chromosomen der Gemini, die ich in der Diakinese klar beobachten konnte, zu erblicken. Eine Möglichkeit, wo die Zahlenvermehrung dazu zurückzuführen ist, dass ein Geminus gelegentlich in zwei beinahe gleich grossen Halben geschnitten wird, ist zugleich auch nicht ausgeschlossen. Die Zahl 9 ist wohl als Beobachtungsfehler anzusehen.

12	...	...	...	...	...	...	...	69
11	...	...	...	...	...	...	...	11
10	...	...	...	...	...	...	...	4
9	...	...	...	...	...	...	...	2

Summe 100

Die Zahl der Chromosomen in den Wurzelspitzen beträgt immer 20 bei den Stärkemais-Rassen. Sie ist aber bei den Zuckermais-Rassen in den verschiedenen Individuen verschieden. Sie beträgt bald 20, 21, bald 22 (Fig. 6), 24. Sie ist doch in einem und demselben Individuum gewissermassen konstant (Tabelle I). Das ähnliche Beispiel hat WILSON¹ bei *Metapodium* gefunden. Hier in meinem Falle ist aber die Herkunft der zugenommenen Chromosomen ganz anderes.

Tabelle I.

Individuum Nr.	Rassen-Name	Chromo- somenzahl	Beobach- tungszahl	Kolbe Nr.
1	„ Black Starch “	20	5	
2	„ „ “	20	5	
3	„ Amber Rice Pop Corn “	20	5	
4	„ „ „ “	20	5	
5	„ „ „ “	20	5	
6	„ Sugar Corn “	24?	2	
7	„ „ “	20	8	
8	„ „ “	22	12	
8	„ „ “	22?	1	
9	„ Black Mexican “	22	14	
9	„ „ “	21	1	
10	„ „ “	24	9	
10	„ „ “	24?	2	
11	„ „ “	22	5	

¹ WILSON, E. B. (1909): Studies on Chromosomes. V. The Chromosomes of *Metapodium*, a Contribution to the Hypothesis of the Genetic Continuity of Chromosomes. Jour. Exp. Zoölogy. Vol. VI.

12	„	„				21	7	
12	„	„				20	1	
12	„	„				Syn- diploid	1	
13	„	Sugar Corn	“ × „	Black Starch	“ F ₁	21	8	2
14	„	„	„	„	„	21	56	„
15	„	„	„	„	„	21	7	„
15	„	„	„	„	„	22	1	„
16	„	„	„	„	„	21	15	„
17	„	„	„	„	„	20	8	1
18	„	„	„	„	„	20	5	„
19	„	„	„	„	„	20	5	„
20	„	Black Mexican	“ × „	Black Starch	“ F ₁	22	22	1
21	„	„	„	„	„	22	17	„

Bei den Bastarden¹ zwischen den Stärke- und Zuckermais-Rassen beträgt die Chromosomenzahl in den Wurzelspitzen bald 20, bald 21, bald 22 (Tabelle I). Sie sind in einem und demselben Individuum konstant, wie es die Pflanze Nr. 14 (Tabelle I) klar aufweist. Die Reduktionsteilung geht immer normal und man findet dort regelmässige Gemini- oder Doppelchromosomenbildung (Fig. 3, 4). Die Zahl der Gemini beträgt bald 10 („Sugar Corn“ ♀ × „Black Starch“ ♂), bald 11 („Sugar Corn“ ♀ × „Black Starch“ ♂), bald 12 („Amber Rice Pop Corn“ ♀ × „Sugar Corn“ ♂). Bei den Fällen, wo die Zahl der Gemini mehr als 10 beträgt, findet auch eine Schwankung an der Zahl statt. So finden wir z.B. bei dem Bastard „Amber Rice Pop Corn“ ♀ × „Sugar Corn“ ♂:

Chromosomenzahl	Beobachtungszahl
14	1
13	1
12	65

¹ Die Bastardierungsversuche wurden in der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität zu Tokyo unter der freundlichen Unterstützung von Herren Prof. Dr. SHIRAI und Prof. Dr. KIKAWA, denen ich zu besonderem Dank verpflichtet bin, ausgeführt.

11	...	...	...	...	...	...	...	8
10	...	...	...	...	...	...	...	6
9	...	...	...	...	...	...	...	1
								Summe 82

Das Zahlenverhältnis verhält sich in beinahe gleicher Weise, wie man es bei „ Sugar Corn “ gefunden hat.

Die Wechselbeziehungen zwischen Zahl und Gestalt stellen sich so wohl in den Gemini als auch in den somatischen Chromosomen ziemlich klar dar. Wenn 10 Gemini vorhanden sind, so findet man unter ihnen immer zwei Grössere, wenn 11 Gemini gefunden, so nur ein Grösserer, und wenn 12 aufgewiesen, so kein Grösserer und die allen Gemini sind beinahe gleich in der Grösse (Fig. 1, 5). Die somatischen Chromosomen zeigen auch ziemlich schöne Wechselbeziehungen, wie man einige Beispielen davon in der Tabelle II findet.

Tabelle II.

Rassen-Name	Relative Länge der Chromosomen in mm										Chromo- somenzahl	
I { „Black Starch “ „Sugar Corn “	11	11	10	9	9	8	8	7	7	6,5	10 } 20	
	10	10	10	9	8	8	7	7	7	6	10 }	
II { „Black Starch “ „Sugar Corn “	12	10	9,5	8	8	8	7,5	7	7	5,5	10 } 21	
	5	5	10	9	8	8	8	7	7	7	5	11 }
III { „Black Starch “ „Black Mexican “	11	11	10	9	9	8	8	7	7	6	10 } 22	
	6	6	6	5	9,5	9	8	8	7	7	6	12 }
IV { „Sugar Corn “ „Sugar Corn “	5	5	9	8	7,5	7	7	6	6	6	11 } 22	
	5	4	8,5	7,5	7	7	6	6	6	6	11 }	
V { „Black Mexican “ „Black Mexican “	6	6	5	5	10	8,5	7,5	7	6,5	4,5	4	12 } 24
	6	3,5	5	4,5	9	7,5	7	6,5	6	4	4	12 }

Die Chromosomenzahl von den systematisch nahe stehenden Pflanzen wurde untersucht. Sie sind *Zea Mays*

*tunicata*¹ (Balgmais), *Euchlaena* aus Süd-Florida, ein Bastard zwischen *Euchlaena* und *Zea* nach COLLINS, einige kultivierte *Andropogon*-Arten, eine wildwachsende Art *A. Nardus* L. var. *Göeringii* HACK., *Ischaemum antheophoroides* MIQ., *Saccharum officinalum* L., eine wildwachsende Art. *S. spontaneum* L. und *Coix agrestis* LOUR.

Es wurde gefunden, dass die Chromosomenzahl in den Wurzelspitzen bei den genannten Gattungen mit Ausnahmen von *Ischaemum* und *Saccharum*, die beiden ca. 68 Chromosomen besaßen, immer 20 betrug (Fig. 7, 8, 9). Die ursprüngliche Chromosomenzahl von *Zea Mays* ist also 20 bzw. 10. Die Ergebnisse dürften zugleich eine Stütze zur Annahme geben, die ILTIS² in seiner Zusammenfassung sich geäußert hat, nämlich: "....., ist die indirekte Abstammung der Gattung *Zea* von den *Andropogoneen* nicht zu bezweifeln." Für die weitere Bestätigung der COLLINS'schen Ansicht³ dass *Zea* von einer Bastardnatur sein soll, konnte ich cytologisch keinen positiven Beweis zubringen. Zu dieser Aufgabe ist die serologische Untersuchung, die in dem Pflazengebiet von MAGNUS und FRIEDENTHAL, neuerdings auch von ZADE angegeben worden ist, sehr wichtig und lehrreich.

Aus den oben erwähnten Thatsachen folgt der Schluss:

I. Auf Grund der Wechselbeziehungen zwischen Zahl und Gestalt kann man die Abweichungen der Chromosomenzahlen von der ursprünglichen folgendermassen erklären. a) Eine Quersgmentierung der Chromosomen (wahrscheinlich der Gemini⁴)

¹ *Zea Mays tunicata* konnte ich mir durch die Gütigkeit von Herrn M. ISHIKAWA, *Euchlaena* und ein Bastard zwischen *Euchlaena* und *Zea* von Herrn G. N. COLLINS, und einige kultivierte *Andropogon*-Arten von Herrn K. TANIGUCHI verschaffen. Herr COLLINS hat mir freundlich noch die Samen von dem proterogynen und chinesischen Mais gesandt, für die ich mich sehr interessierte. In dieser Gelegenheit möchte ich zu diesen Herren meinen schönen Dank aussprechen.

² ILTIS, H. (1911): Ueber einige bei *Zea Mays* beobachtete Atavismen, ihre Verursachung durch den Maisbrand, *Ustilago Maydis* D. C. (Corda) und über die Stellung der Gattung *Zea* in System. Zeitsch. f. ind.-Abst.-u. Vererbungsl. Bd. V.

³ COLLINS, G. N. (1912): The Origin of Maize. Journ. Wash. Acad. Sciences II.

⁴ Im Stadium der Diakinese bei „Amber Rice Crop Corn“ ♀ × „Black Mexican“ ♂ ist eine unzweideutige Quersgmentierung des Geminus gefunden worden (Fig. 2).

ist durch irgend eine unbekannte Ursache stattgefunden. Es muss diesbezüglich von grosser Bedeutung sein, dass die Chromosomenzahl unter einer und derselben Rasse verschieden sein kann. b) Die Individualität der segmentierten Chromosomen ist erblich fixiert. So können sie ihre Selbständigkeit selbst in dem nicht einheitlichen Plasma, so in dem Bastard, auch beibehalten. Also besitzen die verschiedenen Individuen verschiedene doch constante Chromosomenzahlen mit den entsprechenden Gestaltveränderungen. Es ist wahrscheinlich, dass die solchen Individuen je als die besonderen „Reinen Linien“ vortreten. Die Ergebnisse müssen zugleich eine wichtige Grundlage für die Individualität der Chromosomen geben.

2. Die Zahl der Gemini in dem Bartard, dessen Eltern voneinander ungleiche Chromosomenzahlen besitzen, ist, so weit als meine Untersuchungen angehen, ebenso viel wie die des einen der Eltern („Amber Rice Pop Corn“ ♀ × „Sugar Corn“ ♂). Die Dominanzregel gilt also auch für die Zahl der Gemini bei ihrer Ausbildung. Ob weiter die Spaltung an den Chromosomenzahlen stattfindet oder nicht, bleibt es noch dahin gestellt.

3. Die Zahl der Gemini von Bastarden zwischen ungleichen Chromosomenzahlen zeigt eine Schwankung („Sugar Corn“, „Amber Rice Pop Corn“ ♀ × „Sugar Corn“ ♂ u.a.). Im betreffenden Falle ist also die Bastardierung als die eine der Ursachen, die die Schwankung an der Zahl der Gemini auslösen, zu betrachten.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden unter der Leitung von Herrn Professor Dr. K. Fujii ausgeführt. Es sei mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer hier meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Erklärung der Tafelabbildungen.

Sämtliche Figuren sind unter Benutzung eines Abbéschen Zeichenapparates und einer Zeiss apochr. Immersion (2 mm, N.A. 1,30) und Komp. Okular 18 gezeichnet. Für das Studium der Details wurde gewöhnlich Okular 4 benutzt. Die Vergrößerung ist bei allen ca. × 2750.

Fig. 1-5. Gemini in den Pollenmutterzellen.

Fig. 1. Die Gemini nach den Gestalten angeordnet:

- a. „Amber Rice Pop Corn“ $\times$ „Sugar Corn“. 12 Gemini.
- b. „Sugar Corn“. 11 Gemini.
- c. Ditto. 12 Gemini.
- d. „Black Starch“. 10 Gemini.
- e. „Sugar Corn“ $\times$ „Black Starch“ F_1 . 10 Gemini.
- f. Ditto. 11 Gemini.
- g. „Sugar Corn“ $\times$ „Black Starch“ F_2 (Körner weiss-runzlig). 10 Gemini.
- h. Ditto (Körner blau-runzlig). 10 Gemini.

Fig. 2. „Amber Rice Pop Corn“ $\times$ „Black Mexican“. Kern in Diakinese mit 4 Gemini, von denen der eine (a) quersegmentiert. Der zweite Schnitt besitzt 6 Gemini, also sämtlich 10 Gemini.

Fig. 3. „Amber Rice Pop Corn“ $\times$ „Sugar Corn“ F_1 . Kern in Diakinese mit 12 Gemini.

Fig. 4 a u. b. Ditto. Zwei nacheinanderfolgende Schnitte. Die beiden Glieder eines Geminus sich von einander sehr weit getrennt bleiben (b).

Fig. 5. „Black Starch“. Bipolares Spindel-Stadium. 10 Gemini.

Fig. 6-9. Chromosomen in den Wurzelspitzen.

Fig. 6. „Sugar Corn“. 22 Chromosomen.

Fig. 7. *Euchlaena* aus Süd-Florida. 20 Chromosomen.

Fig. 8. *Andropogon Nardus* L. var. *Georgii* HACK. 20 Chromosomen.

Fig. 9. *Saccharum officinarum* L.