

Vorkommen von abnormen Reiskörnern die entweder keimlos sind oder zwei Keime besitzen.

Von

Mantarō Kondō und Shigeo Isshiki.

[Beendet am 30. Januar 1935.]

I. Keimlosigkeit.

DEMERE⁴⁾ (1923) hat keimlose Maiskörner gefunden und ihr Vererbungsverhältnis untersucht. Dabei fand er, daß die Keimlosigkeit sich zum normalen Keim rezessiv verhält. Bei 75% der Anzahl der Sorten erschienen keimlose Maiskörner. HARLAN⁵⁾ und POPE haben bei Kreuzungsuntersuchungen von Gerste ebenfalls keimlose sowie endospermlose Körner gefunden. Diese Erscheinung war auf abnorme Befruchtung zurückzuführen, indem weder die Eizelle noch der Embryosackkern befruchtet worden war. Weiter hat LYON¹³⁾ (1928) dann keimlose Körner von Weizen von 0.1% gefunden und festgestellt, daß diese Körner trotz ihrer Keimlosigkeit, noch gut atmen, wenn auch etwas schwächer, als normale Körner. NOSNATOVSKY¹⁴⁾ (1928—1929) hat keimlose Weizenkörner und KAMENSKY⁷⁾ und ORECHOVA (1932) keimlose Körner von Weizen, Roggen sowie Hafer gefunden. SUZUTA¹⁶⁾ und SUEMATSU (1926) haben ergeben, daß bei Kreuzungsversuchen mit Klebreis und gemeinem Reis, bei den semisterilen Reispflanzen der Prozentsatz der keimlosen Körner 0.22%, sowie derjenige der endospermlosen Körner 1.79% beträgt. Aus all diesen Beiträgen geht hervor, daß keimlose Früchte zwar bei verschiedenen Gramineen vorkommen, aber überall nur in ganz geringer Anzahl.

II. Eigenschaften der keimlosen Reiskörner.

Im Jahre 1931 haben Verfasser ganz zufällig das Vorkommen von keimlosen Körnern bei *Shinriki* und *Omachi* festgestellt. In fünf Liter von enthülstem Reis von *Shinriki* fanden sich 29 keimlose Körner und dazu war bei einem Korn der Keim stark reduziert. In fünf Liter von *Omachi* waren ebenfalls 22 Körner keimlos und wieder ein Korn mit stark unentwickeltem Keim. Bei einer weiteren Prüfung von enthülsten Reiskörner von *Asahi* im Jahre 1932, haben Verfasser wieder sodann in fünf Liter Reis 20 keimlose Körner gezählt. Diese keimlosen, enthülsten Reiskörner unterschieden sich in ihrer Gestaltung sonst nicht von nor-

malen Körnern, nur waren sie etwas kleiner als die letzteren (Fig. 1). Vergleicht man diese keimlosen Körner mit normalen Körnern, so liegen die Größenverhältnisse wie folgt.



Fig. 1. 1...Normales Reiskorn. 2...Reiskorn mit reduziertem Keim.
3...Keimloses Reiskorn.

Tabelle 1.
Vergleich der Grösse der keimlosen enthülsten Reiskörner
mit derjenigen von normalem Reis.

Sorten	Größe	Normale enthülste Reiskörner	Keimlose enthülste Reiskörner	Unterschied der Größe
<i>Shinriki</i>	Länge	5.238 ^{mm} ± 0.017	5.202 ^{mm} ± 0.029	-0.036 ^{mm} ± 0.034
	Breite	3.139 ± 0.014	3.010 ± 0.026	-0.129 ± 0.030
	Dicke	2.111 ± 0.008	1.957 ± 0.017	-0.154 ± 0.018
<i>Omachi</i>	Länge	5.406 ± 0.018	5.492 ± 0.026	+0.086 ± 0.032
	Breite	3.190 ± 0.012	3.055 ± 0.014	-0.135 ± 0.018
	Dicke	2.220 ± 0.013	2.022 ± 0.019	-0.198 ± 0.023
<i>Asahi</i>	Länge	5.239 ± 0.026	5.224 ± 0.032	-0.015 ± 0.041
	Breite	3.125 ± 0.012	3.021 ± 0.022	-0.104 ± 0.025
	Dicke	2.088 ± 0.010	1.982 ± 0.018	-0.106 ± 0.021

Bemerkung: 1) Durchschnitt von 20 Körnern.

2) Wahrscheinlicher Fehler $P. Em = \pm 0.6745 \sqrt{\frac{\sum d^2}{n(n-1)}}$

$$M_1 - M_2 \pm \sqrt{e_1^2 + e_2^2}$$

Bei den keimlosen Reiskörnern ist der Raum für den Keim durch das Endosperm so ausgefüllt, daß die betreffende Stelle gar nicht so vertieft ist wie es bei keimlosen Körner von Gerste, Weizen und Mais der Fall ist; das wurde schon früher von der Forschung mitgeteilt.

Verfasser haben weiter die relative Häufigkeit des Vorkommens von keimlosen Körnern zu bestimmen gesucht. Wie schon oben gesagt wurde, fanden sich in jedesmal fünf Liter enthülstem Reis der angegebenen 3 Sorten 29 bzw. 22 und 20 keimlose Körner vor. Nimmt man also die Anzahl der enthülsten Körner von fünf Liter Reis zu 140,000 und diejenige der dabei vorkommenden keimlosen Körner zu 23.7 an, so ergibt sich als Häufigkeit des Vorkommens von Keimlosigkeit nur 0.017%. Im Jahre 1932 haben Verfasser je 300 Rispen von *Omachi* und *Shinriki* untersucht und gefunden, daß dabei nur bei je 3 Rispen von *Omachi* und einer Rispe von *Shinriki* sich je ein keimloses Korn vorfand. Bei *Omachi* waren 297 Rispen von 300 und bei *Shinriki* 299 Rispen von 300 ausschließlich mit normalen Körnern bestanden. Nimmt man also für eine Rispe von *Omachi* durchschnittlich je 85 Körner an, so kommen auf 25,000 Körner nur 3 keimlose und für *Shinriki*, die Rispe zu 65 Körnern gerechnet, auf 19,500 Körner nur ein einziges keimloses Korn. Die Häufigkeit der keimlosen Körner beträgt also hier, prozentual ausgedrückt, bei *Omachi* 0.012% und bei *Shinriki* 0.005%.

Aus diesem Befunde läßt sich also schließen, daß die Häufigkeit des Vorkommens von keimlosen Reiskörner 0.01—0.02% nicht überschreitet.

Um das Vererbungsverhältnis der keimlosen Reiskörner zu untersuchen, haben Verfasser im Jahre 1933 die Reiskörner von den drei Rispen von *Omachi* sowie die einer Rispe von *Shinriki* ausgesät. An diesen vier Rispen hatte sich im vorigen Jahre, jedesmal ein keimloses Reiskorn gezeigt. Die Ergebnisse der Untersuchungen der gesamten Nachkommenschaft sind in Tabelle 2 angegeben.

Tabelle 2.

**Nachkommenschaft von vier Reisrispen, welche im vorigen
Jahre keimlose Reiskörner enthielten.**

Sorten	Nr. der unter- suchten Rispen.	Anzahl der Nachkom- menschaften der unter- suchten Rispen.	Anzahl der Pflanzen, welche nur normale Körner her- vorgebracht haben.	Anzahl der Reispflanzen, an denen die keimlosen Körner erschienen sind.		Summe
				Reispflanzen mit zwei keimlosen Körnern.	Reispflanzen mit je einem keimlosen Korn.	
<i>Omachi</i>	1	79	77	1	1	2
	2	84	82	0	2	2
	3	76	76	0	0	0
<i>Shinriki</i>	1	60	59	0	1	1

Aus Tabelle 2 ersieht man, daß bei der Nachkommenschaft der Reisispen, an denen ein keimloses Korn beobachtet worden war, bei 239 Reispflanzen von *Omachi* vier Pflanzen mit einem bzw. zwei keimlosen Körner, und weiter bei 60 Reispflanzen von *Shinriki* eine Pflanze mit einem keimlosen Korn erschienen ist. Verallgemeinert würde das also bedeuten, daß unter 60 Reispflanzen sich nur eine Pflanze findet, die ein bzw. zwei keimlose Reiskörner aufzuweisen hat.

Wenn man die Anzahl der Körner einer Rispe bei *Omachi* zu 85 und bei *Shinriki* zu 65 annimmt, so ergibt sich durch eine einfache Rechnung, daß bei *Omachi* nur 0.02% der Körner und bei *Shinriki* 0.03% der Körner keimlos sind.

Anzahl der Reiskörner einer Rispe von <i>Omachi</i>	85
Anzahl der untersuchten Reispflanzen (je einer Rispe)	239
Anzahl der keimlosen Körner	5
∴ Prozentsatz der keimlosen Körner = $\frac{5}{85 \times 239} = \frac{5}{20,315} = 0.02\%$	

Anzahl der Reiskörner einer Rispe von <i>Shinriki</i>	65
Anzahl der untersuchten Reispflanzen (je einer Rispe)	60
Anzahl der keimlosen Körner	1
∴ Prozentsatz der keimlosen Körner = $\frac{1}{65 \times 60} = \frac{1}{3,900} = 0.03\%$	

Diese Ergebnisse zeigen, daß die Häufigkeit des Vorkommens der keimlosen Reiskörner 0.02–0.03% beträgt und daß die Ergebnisse mit der schon oben erwähnten Häufigkeit der keimlosen Körner (0.01–0.02%) fast übereinstimmen.

Eine weitere Folgerung liegt darin, daß die keimlosen Reiskörner dem Vererbungsgesetz gar nicht folgen, sondern daß nur Zufälligkeiten bei der Befruchtung die Keimlosigkeit zur Folge hatte.

III. Reiskörner mit zwei Keimen.

Im Jahre 1922 fand KOMURO¹¹⁾ bei einem Keimversuch von *Sekiyama* ein Reiskorn mit zwei Embryonen. Der Keimling hatte zwei Würzelchen und zwei Blattfederchen. Die Anzahl der Halme betrug 22, während sie sich bei gewöhnlichen Reispflanzen von *Sekiyama* nur auf 10 beläuft. Die Eigenschaften der Körner, nämlich zwei Keime in einem Korn, vererbten sich aber gar nicht. RODRIGO¹⁵⁾ (1926) stieß ebenfalls auf dieselbe Art von Körnern. Das Vorkommen derselben war jedoch sehr selten. RODRIGO gibt an, daß er bei einer Durchsichtung von 4 Liter Reiskorn, also ca. 107,000 Körnern, bei einer Sorte nur ein einziges derartiges Reiskorn mit zwei Keimen entdecken konnte, während bei einer anderen Sorte kein einziges zu finden war. KAZUKI⁸⁾ hat in einer bespelzten Frucht zwei Reiskörner gefunden.

KIESELBACH¹⁰⁾ (1926) hat ein Maiskorn gefunden, aus dem zwei Keimblättchen und zwei Würzelchen herausgetreten waren, trotzdem das Korn nur mit einem Keim versehen war. Er gab dieser Erscheinung darum den Namen „falsche

Polyembryonie“. ZINN¹⁷⁾ (1920) hat bei einem Keimversuche von *Arrhenatherum elatius*, *Poa pratensis*, *Poa nemoralis* und *Poa compressa* dieselbe Polyembryonie beobachtet. Bei *Poa pratensis* wurden ganz vereinzelt Früchte mit drei Keimen festgestellt. KARPER⁹⁾ (1931) hat dann noch bei *Sorghum* ein Korn mit zwei Blättchen und zwei Würzelchen gefunden. CLARE und JOHNSTONE⁸⁾ (1931) haben bei *Pinus torreyana*, *P. sabiniana*, *P. cembroide* var. *monophylla* Samen beobachtet, aus denen sich je zwei Keimpflanzen entwickelt hatten. BUCHHOLZ^{1), 2)} (1920, 1926) hat über die Polyembryonie von Coniferen und JACOBS⁶⁾ (1924) über die von sugar pine berichtet. Aus all diesen Referaten ersieht man, daß bei Gramineen und Coniferen Früchte sowie Samen mit je zwei oder sogar, wenn auch sehr selten, mit je drei Keimen sich vorfinden.

IV. Eigenschaften von Reiskörnern mit je zwei Keimen.

Im Jahre 1932 haben Verfasser unter enthülsten Reiskörnern von fünf Liter 4 Reiskörner mit je zwei Keimen festgestellt. Die Größe dieser 4 Reiskörner finden sich in Tabelle 3 angegeben. Die Breite der Körner mit zwei Keimen ist größer als die von normalen Körnern.

Tabelle 3.

Vergleich der Grösse der Reiskörner mit zwei Keimen mit derjenigen von normalen Körnern.

Sorte: *Asahi*.

Größe	Reiskorn mit zwei Keimen*	Normale Reiskörner**	Unterschied
Länge	mm 5.251 ± 0.038	mm 5.239 ± 0.026	mm +0.012 ± 0.046
Breite	3.293 ± 0.029	3.125 ± 0.012	+0.168 ± 0.031
Dicke	2.112 ± 0.027	2.088 ± 0.010	+0.024 ± 0.029

Bemerkung: Wahrscheinlicher Fehler $P. Em = \pm 0.6745 \sqrt{\frac{\sum d^2}{n(n-1)}}$
 $M_1 - M_2 \pm \sqrt{e_1^2 + e_2^2}$

* Durchschnitt von 4 Körnern.

** Durchschnitt von 20 Körnern.

Die Häufigkeit der Körner mit zwei Keimen betrug, da sich unter den ungefähr 140,000 Körnern nur 4 abnorme Körner befanden, 0.003%. Diese abnormen Körner gehörten zwei Typen an, wobei 1) bei dem einen die zwei Keime sich am Nabelende und an den beiden Seiten, der Rücken- und Bauchseite befinden, während 2) bei dem anderen Typ diese Keime beide in der Mitte des

Nabelende liegen. Im ersteren Falle sind zwei Reiskörner an der Rückenseite und im letzteren an der Bauchseite vereinigt (Fig. 2). Unter den 4 abnormen Körnern hatten 3 Körner zwei Keime an beiden Seiten (Typ I) und bei 1 Korn befanden sie sich in der Mitte des Nabelendes (Typ II).

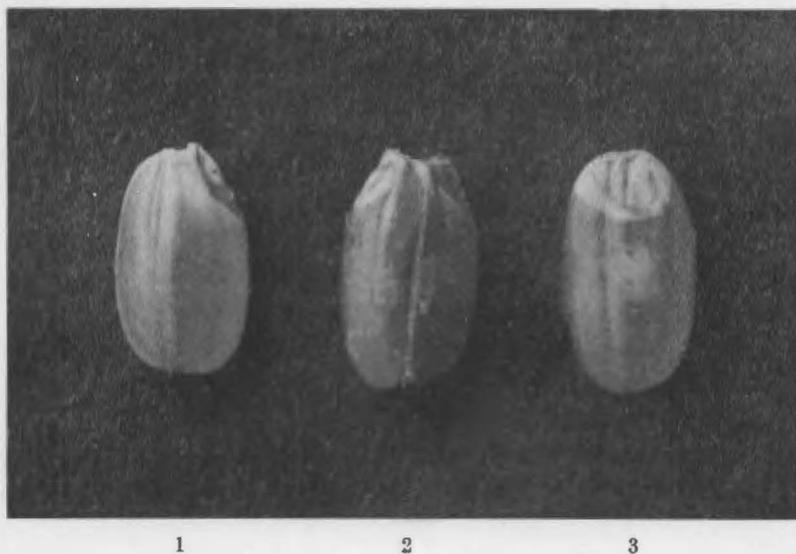


Fig. 2. 1...Normales Reiskorn. 2...Reiskorn mit zwei Keime an den beiden Seiten. 3...Reiskorn mit zwei Keime in der Mitte.

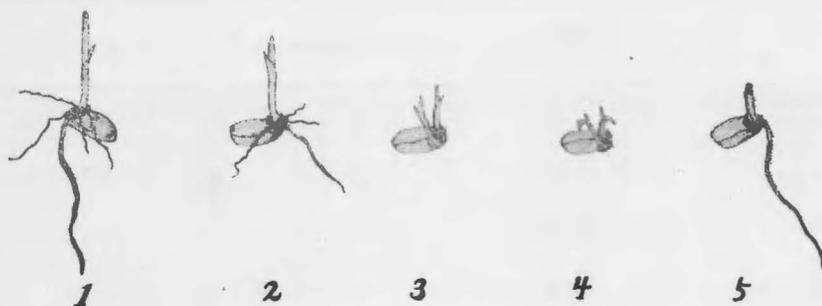


Fig. 3. Keimpflanzen von Reis am 10. Tage nach der Aussaat.
1...Normales Reiskorn.
2—5...Reiskorn mit zwei Keimen.

Bei einem Keimversuche haben Verfasser gefunden, daß diese abnormen Körner 1—2 Tage später keimten, als die normalen. Am 10. Tage nach der Aussaat wurden die Keimpflanzen der abnormen sowie die der normalen Reiskörner untersucht. Die Ergebnisse sind wie Tabelle 4 zeigt. (Fig. 3.)

Tabelle 4.
Keimpflanzen von Reis am 10. Tage nach der Aussaat.

Aussaatzeit: 15. Mai 1933.

Bezeichnung von dem Reiskorn und Keim		Länge der Keimfederchen	Länge der Würzelchen	Anzahl der Kronenwurzeln	
Reiskorn mit zwei Keimen	1 { Keim 1	cm 1.2	cm 0.6	3	
	„ 2	Keim ging zu Grunde	Keim ging zu Grunde	Keim ging zu Grunde	
	2 { Keim 1	0.6	0	0	
	„ 2	0.7	0	0	
	3 { Keim 1	0.2 (etwas abnorm)	0	0	
	„ 2	0.5 (etwas abnorm)	0	0	
	4 { Keim 1	0.4	2.6	0	
	„ 2	Keim ging zu Grunde	Keim ging zu Grunde	Keim ging zu Grunde	
	Normales Reiskorn (Kontrolle)		1.3	2.3	4

Aus Tabelle 4 ersieht man, daß bei den Reiskörnern mit zwei Keimen, diese Keime sehr schwach sind und darum sehr leicht zu Grunde gehen.

Am 11. Tage nach der Aussaat, d. h. am 26. Mai wurden die jungen Reispflanzen in Töpfe umgepflanzt und gedüngt. Nach einem Monate von der Umpflanzung d. i. am 25. Juni, wurden die Wachstumszustände der Pflanzen beobachtet und die Ergebnisse der Untersuchungen dann zusammengestellt. Sie finden sich in Tabelle 5 wiedergegeben.

Tabelle 5.
Zustände der Reispflanzen.

Am 25. Juni.

Beziehung von Reiskorn und Keim		Länge der Pflanzen	Anzahl der Halme	
Reiskorn mit zwei Keimen	1 { Keim 1	cm 22.3	1	
	„ 2	Nicht gekeimt	Nicht gekeimt	
	2 { Keim 1	20.5	3	
	„ 2	25.0	3	
	3 { Keim 1	Abgestorben	Abgestorben	
	„ 2	desgl.	desgl.	
	4 { Keim 1	19.0	1	
	„ 2	Nicht gekeimt	Nicht gekeimt	
	Normales Reiskorn (Kontrolle)		32.8	5

Die jungen Reispflanzen aus den zweikeimigen Körnern waren so schwach, daß die Reispflanzen entweder leicht abstarben oder doch nicht so gut gediehen, wie es bei den Kontrollpflanzen der Fall war.

Weiter haben Verfasser die Zeit des Rispenaustretens sowie der Vollreife und schließlich den Körnerertrag untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 6 zusammengestellt.

Tabelle 6.
Zeit des Rispenaustretens sowie der Vollreife
und Körnerertrag.

Beziehung der jeweiligen Reiskörner	Zeit des Rispenaustretens	Zeit der Vollreife	Gesamtgewicht	Anzahl der Halme	Länge der Pflanzen	Länge der Rispen	Gesamtgewicht der bespelzten Körner	Gesamtgewicht der enthülsten Körner	Anzahl der enthülsten Reiskörner	Tausendkorngewicht der enthülsten Reiskörner	
Reiskorn mit zwei Keimen	1	3. Sept.	6. Sept.	30.5	9	73.5	18.7	14.5	10.2	481	21.2
	2	3. Sept.	6. Sept.	21.5	7	69.0	17.5	9.0	6.8	320	21.3
	4	3. Sept.	6. Sept.	8.5	4	70.3	17.1	4.2	3.3	153	21.6
Normales Reiskorn (Kontrolle)	3. Sept.	6. Sept.	20.7	8	71.0	17.6	8.1	6.7	313	21.5	

Die Beschaffenheiten der aus den zweikeimigen Körnern hervorgegangenen Reispflanzen sind ganz dieselben wie im Falle von normalen Körnern, obgleich die Keimpflanzen der ersteren bei Wachstumsbeginn sehr schwach gewesen waren. Die Reiskörner, welche so wieder in folgender Generation aus den zweikeimigen Reiskörnern geerntet wurden, waren ganz normal, woraus hervorgeht, daß die abnormen Beschaffenheiten der Reiskörner mit zwei Keimen sich gar nicht vererben, was auch KOMURO¹⁰⁾ gefunden hat.

Verfasser¹²⁾ haben einmal, in einer Blüte von Reis 2—4 abnorme Fruchtknoten beobachtet. Die untersuchten abnormen Körner mit zwei Keimen sind gewiss also durch zwei derartige Fruchtknoten in einer Blüte verursacht worden, welche zufällig entweder an der Bauchseite oder an der Rückenseite sich miteinander vereinigt haben.

Zusammenfassung.

1. Im Jahre 1931 und 1932 haben Verfasser keimlose Reiskörner sowie Körner mit zwei Keimen gefunden. Sie haben darauf die Eigenschaften dieser abnormen Körner und ihre Vererbungsfähigkeit einer Untersuchung unterzogen.

2. Die keimlosen Reiskörner unterscheiden sich in ihrer Beschaffenheit nicht von normalen Körnern, nur sind sie etwas kleiner als diese. Der Raum für den Embryo ist mit dem Endosperm angefüllt.
3. Die untersuchten keimlosen Körner fanden sich bei einer normal befruchteten Reispflanze und nicht, wie es bei semisterilen Reispflanzen der Fall ist, bei abnormen Exemplaren. Die Häufigkeit des Vorkommens der keimlosen Körner war ganz gering, sie betrug nur 0.01—0.02%.
4. Die Keimlosigkeit des Reiskornes vererbte sich überhaupt nicht. Es ist nur eine Art von Mißbildung, welche bei der Befruchtung oder am Anfang des Entwicklung des Embryos verursacht wurde.
5. Die Reiskörner mit zwei Keimen waren etwas größer, als die normalen Körner. Es gab dabei zwei Typen; bei dem einen liegen die zwei Keime an beiden Seiten und bei dem andern in der Mitte des Reiskornes. Diese abnormen Reiskörner wurden eigentlich aus zwei Körnern gebildet, die bei dem ersteren Typus sich an der Rückenseite und bei dem letzteren an der Bauchseite vereinigt hatten.
6. Aus den zweikeimigen Reiskörnern entwickeln sich zwei Blattfederchen und ebenfalls zwei Würzelchen. Diese Keimlinge sind aber so schwach, daß die beiden Keime sich kaum entwickeln konnten. Einer von den zwei Keimen, oder auch beide Keime gingen manchmal leicht zu Grunde. Es gab auch Körner, welche es überhaupt nicht zur Keimung brachten.
7. Die Zeit des Rispenaustretens und der Vollreife sowie auch der Kornertrag ist bei den Reispflanzen, die aus zweikeimigen Körnern entstanden sind, ganz dieselbe wie bei den Kontrollpflanzen.
8. Die Zweiembrionie von Reis vererbt sich gar nicht. Sie ist einfach darauf zurückzuführen, daß zwei Fruchtknoten in derselben Blüte sich an der Rückenseite bzw. an Bauchseite mit einander vereinigt haben.
9. Die Häufigkeit des Vorkommens solcher zweikeimigen Reiskörner ist sehr gering; sie beträgt nur ca. 0.003%.

Literatur.

- 1) BUCHHOLZ, J. T., Embryo development and polyembryony in relation to the phylogeny of conifers. Amer. Jour. Bot., 7: 125—185, 1920.
- 2) ———, Origin of cleavage polyembryony in conifers. Bot. Gaz., 81: 55—70, 1923.
- 3) CLARE, T. S. and JOHNSTONE, G. R., Polyembryony and germination of polyembryonic coniferous seeds. Amer. Jour. Bot., 18: 674—683, 1931.
- 4) DEMEREC, M., Heritable characters of maize. XV—Germless seeds. Jour. Hered., 14: 297—300, 1923.
- 5) HARLAN, H. W. and POPE, M. N., Some case of apparent single fertilization in barley. Amer. Jour. Bot., 12: 50—52, 1925.
- 6) JACOBS, A. W., Polyembryonism in sugar pine. Jour. Forestry, 22: 573—574, 1924. (Zitiert in Amer. Jour. Bot., 18: 674, 1931.)

- 7) KAMENSKY, K. W. and ORECHOVA, T. A., Embryoless seeds of cereals. *Bull. Appl. Bot. Gen. and Plant-Breed.*, Ser. 5: No. 1: 199—206, 1932.
 - 8) 香月喜六, 日本食糧作物大全. 166, 1921.
 - 9) KARPEN, R. E., Multiple seeded spikelets in sorghum. *Amer. Jour. Bot.*, 18: 189—194, 1931.
 - 10) KIESELBACH, T. A., False polyembryony in maize. *Amer. Jour. Bot.*, 13: 33—34, 1926.
 - 11) 小室英夫, いねノ多胚植物. *植物學雜誌*, 36: 23—24, 1922.
 - 12) 近藤萬太郎, 一色重夫, 畸型稻二種の出現並に其遺傳に就きて. *農學研究*, 20: 135—153, 1923.
 - 13) LYON, M. E., The occurrence and behavior of embryoless wheat seeds. *Jour. Agr. Res.*, 36: 631—637, 1928.
 - 14) NOSSATOVSKY, A., Wheat grain without germ. *Bull. Appl. Bot. and Plant-Breed.*, 21: 593—596, 1928—1929.
 - 15) RODRIGO, P. A., A case of polyembryony in rice. *Philipp. Agriculturist*, 14: 629—630, 1926.
 - 16) 鈴木 巖, 末松 勝, 半陰性水稻に於ける單一受精に就て. *臺灣農事報*, 20: 295—298, 1926.
 - 17) ZINN, J., Normal and abnormal germination of grass-fruits. *Thirty-sixth Ann. Rpt. of Maine Agr. Exp. St. Bull.*, 294: 197—216, 1920.
-