Studja genetyczne nad kształtami strąków u fasoli.

(Genetische Studien über die Hülsenformen bei den Bohnen).

Napisał

STANISŁAW WÓYCICKI.

Badania genetyczne nad fasolą dotyczyły dotąd głównie barwy nasion, ich kształtu, oraz niektórych cech wegetatywnych. Natomiast kształtami strąków nie zainteresował się bliżej żaden z badaczy. W dotychczasowych pracach nie znajdujemy dokładnej analizy wymiarów strąków tak u fasoli, jako też u grochu; spostrzeżenia nad owocami tych roślin ograniczają się do krótkich zaledwie wzmianek w pracach Tschermaka (13, 14, 15). Według tego autora, mieszańce odmian fasoli, różniących się kształtami i wymiarami strąków, w pierwszem pokoleniu (F_1) zachowują się, jeśli badamy wymiary długości, szerokości lub grubości, pośrednio, w pokoleniu drugiem (F_2) otrzymujemy, jak mówi Tschermak, „unreine Spaltung", przeto rozszczepienie, które nie zostało dotąd sprowadzone do ram prawa Mendla, jeżeli zaś badany kształt strąków, a więc strąki gładkie, lub faliste (glatte Hülse — eingeschnürte), lub owalny albo spłaszczony ich kształt (gewölbte oder flache Hülse), to cecha gładkości i kształt owalny w pierwszem pokoleniu dominują, w F_2 otrzymujemy rozszczepienie w stosunku genetycznem 3 : 1, a więc trzy rośliny o strąkach gładkich na jedną o strąkach falistych, lub trzy rośliny o strąkach owalnych na jedną, mającą strąki spłaszczone.

Ponieważ prace Tschermaka nie wyjaśniają natury skomplikowanego rozszczepienia się cech długości i szerokości strąków w pokoleniu F_2 mieszańców, przeto prof. Malinowski powierzył mi zbadanie czynników wpływających na wymiary i kształty strąków u tej rośliny, przekazując zarazem swój materjał, w postaci pokoleń

F_2 i F_3 dwu krzyżówek, odmian różniących się wybitnie tak wielkością, jako też kształtem strąków.

Kształty strąków u licznych odmian fasoli są najróżnorodniejsze, strąki to gładkie, owalne, to znów faliste i wybitnie spłaszczone różnią się znacznie długością, szerokością i grubością. Przystępując do opracowenia tego zagadnienia postanowiłem stwierdzić nietylko, czy wymiary strąków: długość, szerokość, grubość są zależne od działalności czynników natury kumulatywnej, lecz także, czy i w jakim stopniu czynniki wywołujące długość strąków i ich szerokość, szerokość i grubość, falisty i płaski kształt są z sobą sprzężone, a także czy istnieje jaki związek pomiędzy długością strąków a odległością zalążków w nich zawartych.

Ażeby dać odpowiedź na powyższe pytania, wykonałem na strąkach roślin tak odmian użytych do krzyżowania, jako też pokoleń F_2, F_3 i F_4 mieszańców tych odmian, dla każdej rośliny oddzielnie, pomiary następujące:

Długość strąków — wyrażona w centymetrach
szerokość „ „ „ milimetrach
grubość „ „ „ „
„ a) w miejscu przyczepienia nasion
„ b) pomiędzy dwoma sąsiedniemi nasionami.

Dla strąków każdej rośliny obliczałem ilość zalążków w nich zawartych. Pomiary brałem z roślin zebranych z pola, po upływie pewnego okresu czasu, gdy strąki dobrze podeschły. Mierzyłem strąki dojrzałe, t. j. takie, które zawierały nasiona całkowicie wykształcone. Pomiary szerokości i grubości strąków brałem w połowie mniej więcej ich długości. Ponieważ liczba strąków u poszczególnych roślin waha się znacznie, od kilku do kilkunastu, przyczem u odmian wijących liczba strąków jest zawsze większa niż u karłowych, przeto ograniczyłem się do mierzenia ośmiu strąków z każdej rośliny. Dla każdej rośliny obliczałem średnią wartość pomiarów i z tych danych układałem zarówno szeregi liczebności odpowiednich charakterystyk, jako też tabele korelacji.

Jak już wspomniałem, strąki u poszczególnych odmian fasoli różnią się nietylko wymiarami długości, szerokości i grubości, lecz także tem, że u jednych łupiny strąków są prawie że gładkie, podczas gdy w innych wykazują silne sfałdowanie, są one mianowicie w miejscu, gdzie leżą nasiona, uwypuklone, pomiędzy nimi silnie przewężone. Ten typ strąków określamy mianem „falistych“ (u niemieckich autorów Perl, lub eingeschürte Hülse). Ażeby móc licz-

bowo przedstawić stopień falistości strąków, brałem stosunek pomiędzy grubością strąku w miejscu, gdzie leży nasienie, do grubości strąka pomiędzy dwoma sąsiedniemi nasionami. Stosunek ten, który możemy nazwać współczynnikiem falistości strąków, jest wartością teoretyczną charakteryzującą daną cechę. Wielkość wartości rzeczonej możemy obliczyć według wzoru:

$$F = \frac{G}{g}$$

gdzie przez G oznaczamy grubość strąka w miejscu, gdzie leży nasienie, przez g grubość strąka pomiędzy dwoma nasionami sąsiedniemi.

Analogicznie postąpiłem, określając mniej lub więcej płaski kształt strąka stosunkiem jego szerokości *(S)* do grubości w miejscu przyczepienia nasion *(G)*. Współczynnik spłaszczenia strąków wyrazi się wówczas wzorem:

$$P = \frac{S}{G}$$

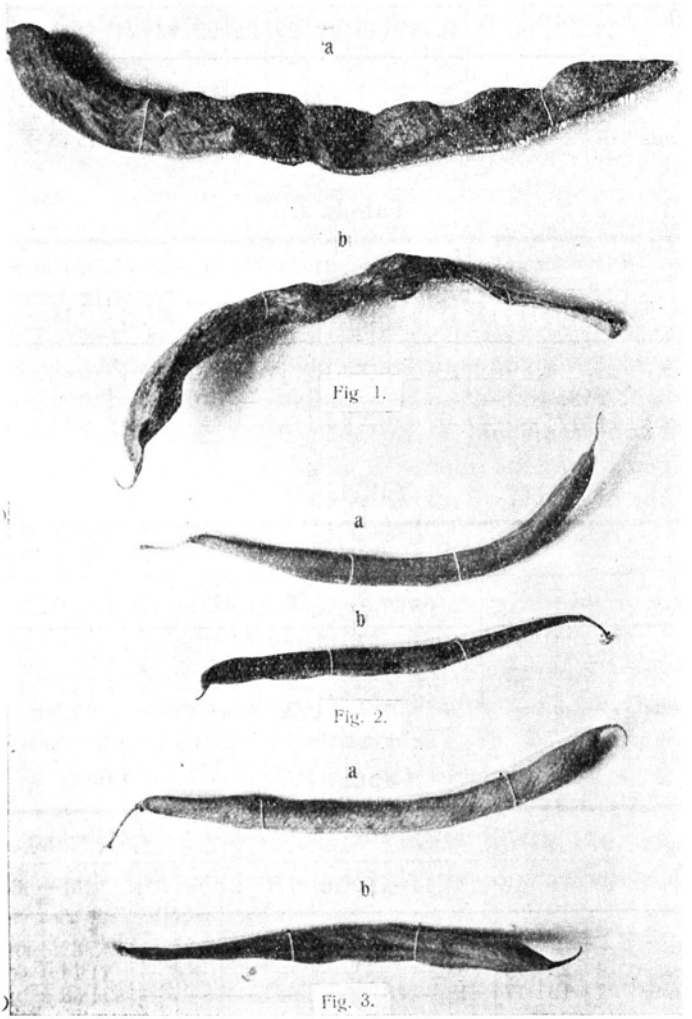
Szeregi liczebności, ułożone z współczynników falistości jako też z współczynników płaskości, będą nam charakteryzowały rozmieszczenia poszczególnych zmiennych.

Charakterystyka odmian krzyżowanych.

Odmiany użyte do krzyżowania różniły się znacznie wymiarami i kształtami strąków. Poniżej podaję opis i dane liczbowe wymiarów strąków tych trzech odmian, których krzyżówki badałem:

1. *Phaseolus vulgaris* var. *compressus zebrinus griseus-nigro fasciatus*, odmiana, którą prof. Malinowski otrzymał pod nazwą *Japońskiej* (według Danaiffe'a (1) właściwa jej nazwa byłaby Haricot Reine de France). Kształt strąków tej odmiany jest wielce charakterystyczny: są one bardzo długie, szerokie, silnie faliste (to znaczy daleko szersze w miejscu, gdzie leżą nasiona, niźli pomiędzy niemi), wybitnie płaskie — średnio stosunek szerokości strąka do grubości ma się jak 2·1 : 1. Typowy strąk tej odmiany przedstawiony jest na fig. 1-ej ryć. 1. Wymiary długości i szerokości przedstawione są w tabelach I i II, wymiary grubości strąków (w miejscu gdzie leżą nasiona) w tabeli III. Szeregi liczebności z współczynników falistości i płaskości podane są w tabelach IV i V.

2. *Ph. vulg. var. ellipticus* (*hybridus ellipticus* × *compressus*) *albus minor* — odmiana znana pod nazwą *Królowej*. Strąki jej są średnio długie,



Ryć. 1. Fig. 1. Typowy strąk odmiany *Japońskiej*, *a* widok z boku, *b* od strony grzbietowej. (Typische Hülse *„Japońska"*, *a* Seitenansicht, *b* von oben gesehen). — Fig. 2. Typowy strąk odmiany *Królowa*, *a* z boku, *b* od strony grzbietowej. (Typische Hülse *„Królowa"*, *a* Seitenansicht, *b* von oben gesehen). — Fig. 3. Typowy strąk odmiany *Riccardianus*, *a* z boku, *b* od strony grzbietowej. (Typische Hülse *„Riccardianus"*, *a* Seitenansicht, *b* von oben gesehen).

wązkie, w porównaniu z odmianą poprzednią — cieńsze, prawie, że gładkie, t. j. bardzo słabo faliste, owalne — średnio bowiem, stosunek

Tabela I.

Odmiana (Rasse)	Długość strąków w cm. (Länge der Hülsen in cm.)														
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	M ± m	v.
Japońska	—	—	—	—	—	1	1	5	5	7	5	1	1	20·54 ± 0·30	7·54
Królowa	2	7	17	8	1	—	—	—	—	—	—	—	—	13·97 ± 0·15	6·23
Riccardianus	—	—	4	19	8	—	—	—	—	—	—	—	—	15·13 ± 0·11	4·03

Tabela II.

Odmiana (Rasse)	Szerokość strąków w mm. (Breite der Hülsen in mm.)														
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	M ± m	v.
Japońska	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	9	14	1	19·50 ± 0·15	4·05
Królowa	2	31	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10·00 ± 0·06	3·40
Riccardianus	14	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9·54 ± 0·09	5·24

Tabela III.

Odmiana (Rasse)	Grubość strąków w mm. (Dicke der Hülsen in mm.)								
	6	7	8	9	10	11	12	M ± m	v.
Japońska	—	2	6	8	7	2	1	9·15 ± 0·23	13·10
Królowa	1	29	5	—	—	—	—	7·11 ± 0·07	5·62
Riccardianus	—	—	—	9	22	—	—	9·70 ± 0·09	4·74

Tabela IV.

Odmiana (Rasse)	Falistość strąków (Welligkeit der Hülsen)												
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	M ± m	v.
Japońska	—	—	—	2	2	6	10	2	1	2	1	15·89 ± 0·32	10·44
Królowa	4	25	3	3	—	—	—	—	—	—	—	11·14 ± 0·12	6·64
Riccardianus	1	12	17	1	—	—	—	—	—	—	—	11·58 ± 0·10	4·83

Tabela V.

Odmiana (Rasse)	Stopień spłaszczenia strąków (Verflachungsgrad der Hülsen)																
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	M ± m	v.
Japońska	—	—	—	—	—	—	—	—	2	3	4	2	6	1	4	1	21·35 ± 041	9·41
Królowa	—	—	—	5	2	23	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	14·72 ± 014	5·70
Riccardianus	7	22	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10·84 ± 009	4·80

szerokości do grubości wynosi 1·5 : 1. Strąk tej odmiany przedstawia fig. 2, ryć. 1. Wymiary długości i szerokości podano w tabelach I i II, grubości w tabeli III, stopień falistości, jako też stopień spłaszczenia, ilustrują szeregi liczebności z współczynników falistości i płaskosci, przedstawione w tabelach IV i V.

3. *Ph. vulg. var. oblongus* — odmiana znana pod nazwą *Riccardianus* posiada strąki prawie tak długie jak odmiana poprzednio opisana, różni się od niej grubością strąków, która równa jest grubości strąków u odmiany *Japońskiej,* oraz kształtem prawie walcowatym, stosunek bowiem szerokości do grubości wynosi średnio 1·1 : 1. Fig. 3, ryć. 1 przedstawia nam typowy strąk tej odmiany. Rozmiary strąków jak u powyższych odmian ilustrują tabele I—V.

Ażeby uzyskać możliwie dokładne scharakteryzowanie cech strąków u odmian, których krzyżówki badałem, podaję w tabelach obok szeregów liczebności „stałe" biometryczne. W odpowiednich rubrykach podano: średnie arytmetryczne (M) z błędem średnim, co pozwala nam poznać wartość osobnika przeciętnego, oraz współczynnik zmienności (v) obliczony ze średniego odchylenia (σ) i średniej arytmetycznej (M), charakteryzujący do pewnego stopnia stałość (wyrównanie) cech badanych [1]). Opierając się na powyższych danych możemy stwierdzić, że zmienność długości, szerokości, grubości, a także falistego i płaskiego kształtu strąków jest naogół niewielka.

Celem ścisłego porównania danych cyfrowych dla strąków mieszańców z danemi odmian użytych do krzyżowania, wysiewałem te ostatnie corocznie w ciągu 3-ch lat (1922, 23, 24), corocznie przeprowadzając pomiary. Cyfry podane na tabelach I—V dotyczą rozmiarów strąków odmian rodzicielskich z roku ostatniego — 1924, w tym bowiem roku, który mówiąc nawiasem dzięki dłuższej i ciepłej jesieni był najbardziej sprzyjającym dla ich dojrzewania, wysiałem największą liczbę osobników.

W latach 1922 i 1923, t. j. w czasie gdy badałem strąki pokolenia F_2 i F_3 mieszańców, strąki odmian *Królowa* i *Riccardianus* były, w porównaniu z rozmiarami długości i szerokości z 1924 r. nieco krótsze a szersze. Srednia arytmetyczna z długości przeciętnych strąków odmiany *Królowa* wynosiła w tych latach 12·62 ± 0·19, śr. arytm. szerokości 11·33 ± 0·15. U odmiany *Riccardianus* śr. arytm. długości wynosiła 14·00 ± 0·29, śr. arytm. szerokości 11·00 ± 0·15.

Długość i szerokość odmiany *Japońskiej,* oraz grubość i stopień falistości u wszystkich trzech odmian, wykazują w poszczególnych

---

[1]) Potrzebne do powyższych obliczeń wzory wzięto z Langa (7).

latach tak niewielkie odchylenia od danych tabel I, iż nie brałem ich pod uwagę.

Z powodów przytoczonych powyżej, chcąc porównać dane liczbowe, tyczące się kształtów i wymiarów strąków dla pokoleń F_2 i F_3 mieszańców obu krzyżówek, z danemi tabel I, II i V, należy tak dla odmiany *Królowa,* jak i dla odmiany *Riccardianus* cyfry charakteryzujące nam długość strąków przesunąć w lewo o jedną klasę, cyfry charakteryzujące szerokość i stopień ich spłaszczenia — w prawo, także o jedną klasę.

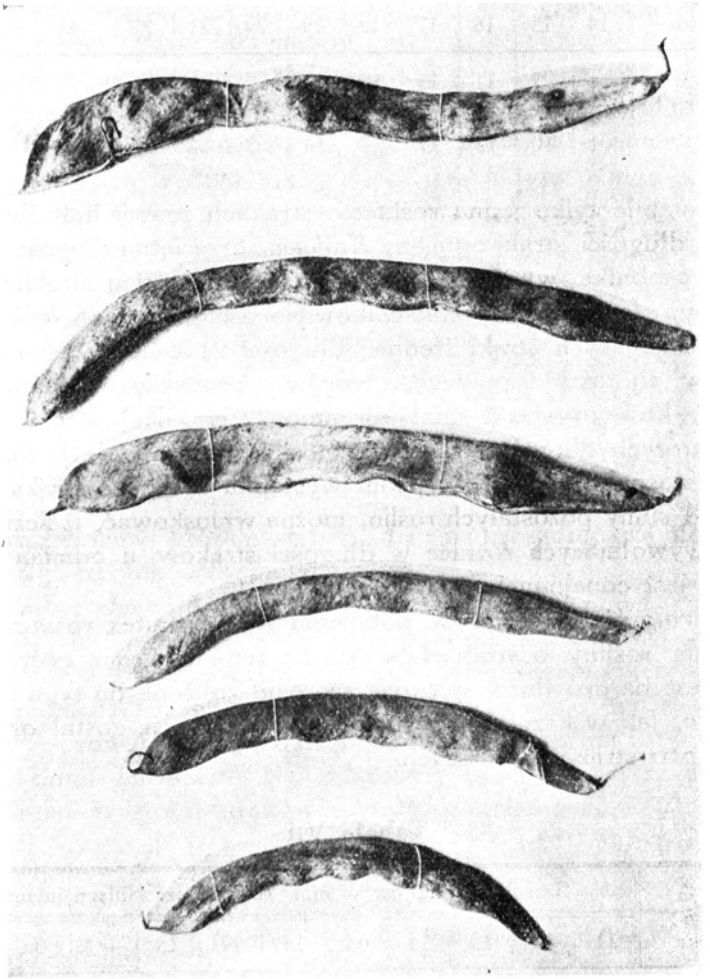
Krzyżówka odmian Królowa × Japońska.

Pokolenie F_2 mieszańców. Badania strąków tej krzyżówki rozpocząłem od roślin pokolenia drugiego. Składało się ono z 2-ch nierównie licznych linij, pierwsza liczyła 63 osobniki roślinne, druga 17. W porównaniu z odmianami rodzicielskiemi, pokolenie F_2 przedstawia mięszaninę różnorodnych typów. Przy rozpatrywaniu zosobna każdej cechy u roślin F_2, znajdujemy pomiędzy typami odpowiadającemi odmianom krzyżowanym, które we wszystkich wypadkach wystąpiły, liczne formy przejściowe. Form tych nie udało mi się jednak wyodrębnić w określoną ilość kategorji, trudno też ustalić ściślejsze stosunki liczbowe na których zasadzie możnaby było wnioskować o różnicy w liczbie czynników, powodujących dane cechy, albowiem na zatarcie się różnic pomiędzy poszczególnemi typami wpływa w bardzo znacznym stopniu zmienność fluktuacyjna. Skala wahań i wskaźnik zmienności dla poszczególnych cech pokolenia F_2 uległy w porównaniu ze skalą wahań odpowiedniej cechy odmian rodzicielskich znacznemu powiększeniu. Już z samej różnorodności form w F_2, można wnioskować, iż przedstawiają one kombinacje, powstałe na drodze rozszczepienia pewnej liczby czynników, których obecność wywołuje określone wymiary długości, szerokości i grubości strąków fasoli. Obserwacje nad potomstwem poszczególnych form pokolenia F_2 przypuszczenia te potwierdzają.

Należy tu zaznaczyć, iż we wszystkich prawie przypadkach szeregi liczebności są niesymetryczne, przyczyna zaś tego zjawiska, jak to wyjaśnił w swej pracy nad kształtami nasion u fasoli prof. Malinowski (8), leży w tem, „że czynniki kumulatywne w stanie heterozygotycznym wywołują efekt większy [1]), niż wynosiłby zredukowany do połowy efekt wywołany przez te same czynniki w stanie homozygotycznym". Typy strąków pokolenia F_2 przedstawia ryć. 2.

[1]) ewentualnie mniejszy, co wypływa z szeregów liczebności pokolenia F_2 — podanych poniżej.

Długość strąków pokolenia F_2. Strąki odmiany *Królowa* w r. 1922 i 1923 mają średnio 13 cm. długości, strąki *Japońskiej* są



Ryć. 2. Strąki mieszańców F_2 *Królowa* × *Japońska*. Każdy strąk pochodzi z innej rośliny i jest dla tej rośliny typowy. (Verschiedene Hülsenformen der F_2 Bastardgeneration *Królowa* × *Japońska*. Jede Hülse stammt von einer anderen Pflanze und ist für dieselbe typisch).

znacznie dłuższe, średnio bowiem ich długość wynosi 21 cm. Zmienność długości strąków roślin pokolenia drugiego przedstawia tabela VI. Typy rodzicielskie, jak to widać z przytoczonej tabeli, zostały osiągnięte.

Tabela VI.

F_2 Królowa × Japońska	Długość strąków w cm. (Länge der Hülsen in cm.)										
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	M ± m	v.
Linja Nr. 1	1	7	11	13	12	12	2	4	1		
„ Nr. 2	—	3	2	4	5	2	1	—	—		
Razem	1	10	13	17	17	14	3	4	1	17·45 ± 0·19	9·72

Wystąpiła tylko jedna roślina o strąkach prawie tak długich jak średniej długości strąki odmiany *Królowa*, przeciętna długość strąków u tego osobnika wynosi 14 cm. Typ rodzicielski o strąkach większych (typ *Japońskiej*) został całkowicie osiągnięty, obok 4 osobników posiadających strąki średniej długości 21 cm., a więc odpowiadających długości typowych owoców *Japońskiej*, wystąpił jeden osobnik, którego strąki miały średnio 22 cm. Najwięcej było tych roślin, których długość strąków wynosiła średnio 17—18 cm.

Ze stosunku 1 : 79 [1]), w jakim wystąpiła roślina o strąkach krótszych do sumy pozostałych roślin, można wnioskować, iż liczba czynników wywołujących różnicę w długości strąków u odmian krzyżowanych jest conajmniej równa trzem.

Szerokość strąków. W pokoleniu F_2 na skutek rozszczepienia, występują rośliny o strąkach wązkich, typu *Królowa*, pośrednie — i tych jest bardzo dużo, wreszcie szerokie zbliżone do typu odmiany *Japońska*. Jak wskazują cyfry tabeli VII całkowicie został osiągnięty tylko typ o strąkach węższych.

Tabela VII.

F_2 Królowa × Japońska	Szerokość strąków w mm. (Breite der Hülsen in mm.)									
	11	12	13	14	15	16	17	18	M ± m	v.
Linja Nr. 1	3	14	23	9	3	7	3	1		
„ Nr. 2	1	6	4	2	1	2	—	1		
Razem	4	20	27	11	4	9	3	2	13·50 ± 0·18	12·37

Stosunek 4 : 76, w którym wystąpiły rośliny o szerokości strąków odpowiadających typowi odmiany *Królowa*, do sumy roślin pozostałych jest najbliższy do stosunku genetycznego 1 : 15, co wskazywa-

[1]) Stosunek 1 : 79 można uważać za odpowiadający stosunkowi genetycznemu 1 : 63.

łoby, iż w tym wypadku różnica w szerokości strąków między odmianami *Królowa* i *Japońska* jest wywołana prawdopodobnie conajmniej przez dwie pary czynników natury kumulatywnej.

Grubość strąków. Strąki odmiany *Królowa,* grubością swą, mierzoną w miejscu, gdzie leżą nasiona, różnią się stosunkowo znacznie od strąków odmiany *Japońskiej.* Średnia grubość strąków odmiany pierwszej wynosi 7 mm, gdy tymczasem u *Japońskiej* 9 mm. W pokoleniu drugiem mieszańców, na ogólną liczbę 80 roślin wystąpiło siedem o strąkach średnio tak grubych jak u typu *Królowa,* jednocześnie wystąpił i typ strąków odmiany *Japońskiej,* ob. tabela VIII.

Tabela VIII.

F_2 Królowa × Japońska	Grubość strąków w mm. (Dicke der Hülsen in mm.)					
	7	8	9	10	M ± m	v.
	7	47	24	2	8·25 ± 0·07	7·51

Rozszczepienie, które nastąpiło, daje się uzasadnić grą niewielkie tylko liczby czynników kumulatywnych.

Falistość strąków. Przy skrzyżowaniu odmiany *Japońskiej* o strąkach falistych z odmianą *Królowa* o strąkach stosunkowo gładkich, bez znaczniejszych przewężeń, następuje w F_2 rozszczepienie na trzy wyraźnie dające się wyodrębnić grupy. Występuje typ o strąkach gładkich — odm. *Królowa,* zjawia się forma pośrednia i typ strąków falistych odm. *Japońskiej.* Na załączonej tabeli IX, cyfry przedstawiają stopień falistości strąków u roślin pokolenia F_2.

Tabela IX.

F_2 Królowa × Japońska	Falistość strąków (Welligkeit der Hülsen)										
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	M ± m	v.
	1	25	5	29	2	8	8	1	1	12·91 ± 0·20	13·94

Zmienność falistości strąków drugiego pokolenia wykazuje zatem wyraźnie trzy szczyty, odpowiadają one typowi *Królowa, Japońska,* oraz formie pośredniej. Na 80 ogółem roślin, wystąpiło około 26 typowych osobników odmiany *Królowa,* 18 osobników odmiany *Japońskiej* i 36 formy pośredniej. W każdej z tych grup spotykały się

strąki najrozmaitszych wymiarów. Stosunek 26 : 36 : 18, w jakim wystąpiły strąki gładkie do pośrednich do falistych, zbliża się wyraźnie do stosunku teoretycznego 1 : 2 : 1; można więc śmiało przyjąć za Tschermakiem, iż mamy tu do czynienia ze zjawiskiem mendlowania jednej pary cech.

Płaski kształt strąków. Jeżeli co do kształtu falistego strąków obserwacje moje zgodne są z poczynionemi przez Tschermaka, to wyniki moich badań nie zgadzają się z twierdzeniem, iż płaski kształt strąka, analogicznie jak kształt falisty, jest rezultatem działania jednej tylko pary czynników. Płaski lub owalny kształt strąków zależny jest od stosunku dwóch wymiarów: szerokości strąka do jego grubości. Przy stosunku równym 1: 1 otrzymamy strąki walcowate, przypominające strąki odmiany *Riccardianus*; przy stosunku 1·5 : 1 strąki będą owalne w przekroju — tak jak strąki odmiany *Królowa*. W strąkach wybitnie spłaszczonych, takich np. jak strąki odm. *Japońska*, stosunek szerokości do grubości wynosi conajmniej 2 : 1. Jeżeli więc płaski lub owalny kształt strąka jest zależny od współdziałania 2-ch cech, z których każda może być rezultatem działalności kilku, 2—3 conajmniej, czynników natury kumulatywnej, to wątpliwym staje się stosunek 3 : 1, w jakim, według Tschermaka, występują strąki owalne do spłaszczonych. Przeczą też temu dane cyfrowe przytoczone w tabeli X.

Tabela X.

F_2	Stopień spłaszczenia strąków (Verflachungsgrad der Hülsen)													
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	M ± m	v
	1	5	12	12	25	7	3	3	6	3	2	1	16·31 ± 0·31	14·53

Świadczą one wyraźnie, że w drugiem pokoleniu występują nietylko typy rodzicielskie, pomiędzy któremi znajduje się szereg form przejściowych, ale także zjawiają się na skutek rozszczepienia transgresywnego formy nowe. Stosunek szerokości do grubości strąków owych form ma się jak 1·2 : 1, a więc zachodzi tu przypuszczalnie kombinacja grubości strąków *Japońskiej* z szerokością odm. *Królowa*. Transgresja, jaką w danym wypadku obserwujemy, jest niesymetryczna, odchylenia idą przeważnie w kierunku in minus, przekroczonym został tylko typ rodzicielski o strąkach spłaszczonych słabiej.

Trzecie i czwarte pokolenie mieszańców. Zarówno do wysiewu trzeciego jak i czwartego pokolenia brałem ograniczoną tylko liczbę nasion, wybierając typy strąków możliwie różnorodne.

Cyfry, dotyczące przeciętnych wymiarów strąków roślin, do poszczególnych linji pokolenia F_3 należących, są przedstawione w tabelach XI—XIII. Zachowanie się poszczególnych cech w trzeciem pokoleniu, przypomina stosunki panujące w F_2. W porównaniu ze zmiennością tego pokolenia, skala wahań zmienności F_3 we wszystkich wypadkach została znacznie poszerzona, prawdopodobnie jednak tylko na skutek pojawienia się skrajnych warjantów odmian użytych do krzyżowania, tak iż przekraczanie typów odmian krzyżowanych i w F_3 nie obserwowałem.

Poszczególne linje pokolenia F_3 w liczbie 16, z których każda pochodziła od innej rośliny F_2, nie zachowują się w sposób jednakowy. Jedne z nich są jednorodne względem danej cechy, inne, i tych jest więcej, ulegają mniej lub więcej wyraźnemu rozszczepianiu. Stopniowania w zdolności do rozszczepiania się, szczególniej jeśli chodzi o cechy bardziej złożone, a więc długość lub szerokość strąków, są stosunkowo liczne i zależne najprawdopodobniej tylko od składu genetycznego poszczególnych osobników F_2, których potomstwo przedstawiają owe linje. Z reguły najsilniejsze rozszczepienia wykazują linje pochodzące od roślin F_2 o strąkach pośrednich wymiarów, co się tłumaczy tem, że przeważna część roślin o strąkach tej formy jest heterozygotami w stosunku do największej liczby czynników kumulatywnych. Zmienność owych linij jest równa zmienności pokolenia F_2. W miarę zbliżania się wymiarów cech strąków osobników F_2 do typów krzyżowanych, zdolność do rozszczepiania się w linjach pochodnych wyraźnie słabnie, tak, iż rośliny F_2 o strąkach długich (szerokich) nie wydają roślin o strąkach krótkich (wązkich), podobnie jak rośliny o strąkach krótkich, zbliżonych do typu strąków *Królowej*, nie wydają roślin o strąkach średnio długich, a tembardziej długich.

Mimo wybitnych różnic pomiędzy linjami pokolenia F_3, nie udało mi się ich zgrupować w określoną liczbę kategorji (co mogłoby poprzeć przypuszczenie wypowiedziane przy analizie pokolenia F_2 na temat liczby czynników kumulatywnych wywołujących daną cechę), albowiem jak w pokoleniu F_2 tak i w F_3, zmienność fluktuacyjna, a prawdopodobnie także niejednakowo silne oddziaływanie czynników w stanie homo- i heterozygotycznym stają temu na przeszkodzie. W każdym jednak razie, utrzymywanie się typu strąków linji pokolenia F_3 w F_4, utwierdza nas w przekonaniu, iż cechy takie, jak

długość i szerokość strąków, są wywoływane przez znaczną stosunkowo liczbę czynników natury kumulatywnej.

Tabele XIV i XV przedstawiają cyfry dotyczące średniej długości i szerokości strąków roślin, należących do poszczególnych linji czwartego pokolenia.

Tabela XI.

F_3	Długość strąków w cm. (Länge der Hülsen in cm.												
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	M ± m	v.
Linja 1 (133)	—	1	1	2	5	1	1	—	—	—	—	14·64 ± 0·40	8·87
„ 2 (136)	1	5	5	1	—	—	—	—	—	—	—	12·50 ± 0·22	6·08
„ 3 (142)	—	—	—	2	5	4	—	2	—	—	—	15·61 ± 0·33	7·75
„ 4 (143)	—	2	6	9	2	3	—	—	—	—	—	13·91 ± 0·26	8·05
„ 5 (150)	—	—	—	—	—	—	2	4	2	1	—	18·11 ± 0·31	5·20
„ 6 (151)	—	—	—	—	2	3	10	6	1	1	1	17·33 ± 0·27	8·35
„ 7 (152)	—	1	3	1	4	3	2	—	—	—	—	14·79 ± 0·41	10·41
„ 8 (153)	—	1	4	6	3	2	—	—	—	—	—	14·06 ± 0·27	7·68
„ 9 (156)	1	1	7	6	6	2	—	—	—	—	—	13·92 ± 0·27	9·48
„ 10 (159)	—	—	1	1	2	1	2	1	—	—	—	15·62 ± 0·56	10·11
„ 11 (789)	—	—	—	1	1	4	7	10	3	2	2	17·70 ± 0·27	8·86
„ 12 (7710)	—	—	1	3	1	2	1	—	—	—	—	14·87 ± 0·56	10·83
„ 13 (7723)	—	—	—	1	2	—	4	1	1	—	—	16·56 ± 0·50	9·06
„ 14 (7729)	—	2	2	6	1	2	—	—	—	—	—	13·93 ± 0·30	8·33
„ 15 (7841)	—	—	—	1	2	2	—	1	1	2	—	17·00 ± 0·71	12·65
„ 16 (7742)	—	—	—	1	2	3	—	—	—	—	—	15·33 ± 0·30	4·24

Tabela XII.

F_3	Szerokość strąków w mm. (Breite der Hülsen in mm.)												
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	M ± m	v.
Linja 1 (133)	—	4	4	3	—	—	—	—	—	—	—	11·91 ± 0·24	6·71
„ 2 (136)	1	8	3	—	—	—	—	—	—	—	—	11·16 ± 0·16	4·03
„ 3 (142)	—	—	4	6	1	—	1	—	1	—	—	13·38 ± 0·48	12·70
„ 4 (143)	—	—	2	14	3	1	1	—	1	—	—	13·50 ± 0·27	9·63
„ 5 (150)	—	1	—	3	3	1	1	—	—	—	—	13·64 ± 0·45	9·90
„ 6 (151)	—	—	6	17	1	—	—	—	—	—	—	12·80 ± 0·10	3·90
„ 7 (152)	—	2	7	4	—	1	—	—	—	—	—	12·35 ± 0·26	7·93
„ 8 (153)	—	1	7	8	—	—	—	—	—	—	—	12·43 ± 0·18	5·79
„ 9 (156)	—	3	9	6	2	3	—	—	—	—	—	12·71 ± 0·20	7·55
„ 10 (159)	—	—	—	3	3	1	1	—	—	—	—	14·00 ± 0·35	7·14
„ 11 (789)	—	—	—	—	1	1	18	6	3	—	1	16·50 ± 0·18	6·18
„ 12 (7710)	—	1	3	2	2	—	—	—	—	—	—	12·62 ± 0·35	7·84
„ 13 (7723)	—	—	—	1	2	3	2	—	—	1	—	15·22 ± 0·53	10·51
„ 14 (7729)	—	—	—	2	5	3	3	—	—	—	—	14·54 ± 0·27	6·87
„ 15 (7741)	—	—	2	3	2	—	1	—	1	—	—	13·67 ± 0·49	10·90
„ 16 (7742)	—	—	—	—	—	3	3	—	—	—	—	15·50 ± 0·20	3·22

Tabela XIII.

F_3	Grubość strąków w mm. (Dicke der Hülsen in mm.)						
	6	7	8	9	10	M ± m	v.
Linja 1 (133)	2	9	—	—	—	6·81 ± 0·12	5·87
„ 2 (136)	—	11	1	—	—	7·08 ± 0·09	4·09
„ 3 (142)	—	1	12	—	—	7·92 ± 0·08	3·66
„ 4 (143)	—	3	13	6	—	8·13 ± 0·13	7·62
„ 5 (150)	—	—	7	2	—	8·22 ± 0·13	4·98
„ 6 (151)	—	3	14	5	—	8·09 ± 0·22	7·54
„ 7 (152)	—	5	8	1	—	7·72 ± 0·15	7·38
„ 8 (153)	—	3	11	2	—	7·94 ± 0·13	6·92
„ 9 (156)	—	3	15	5	—	8·22 ± 0·19	11·07
„ 10 (159)	—	1	5	2	—	8·12 ± 0·21	7·39
„ 11 (789)	—	—	4	19	5	9·03 ± 0·10	6·20
„ 12 (7710)	—	—	6	2	—	8·25 ± 0·15	5·21
„ 13 (7723)	—	1	3	5	—	8·44 ± 0·22	8·05
„ 14 (7729)	—	—	—	—	—	—	—
„ 15 (7741)	—	—	1	6	—	9·00 ± 0·17	5·55
„ 16 (7742)	—	1	5	—	—	7·84 ± 0·15	4·72

Tabela XIV.

F_4	Długość strąków w cm. (Länge der Hülsen in cm.)														
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	M ± m	v.
Linja 1 (133/3)	3	7	7	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13·75 ± 0·20	7·34
„ 2 (136/7)	7	5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12·54 ± 0·17	5·02
„ 3 (151/7)	—	—	1	1	3	2	1	—	—	—	—	—	—	16·12 ± 0·29	7·32
„ 4 (151/24)	—	—	—	3	11	5	2	1	1	—	—	—	—	16·56 ± 0·30	8·81
„ 5 (152/2)	—	2	4	6	8	—	—	—	—	—	—	—	—	15·00 ± 0·22	6·66
„ 6 (7710/1)	—	2	6	4	3	—	—	—	—	—	—	—	—	14·53 ± 0·23	6·33
„ 7 (7710/2)	—	—	1	3	3	5	—	—	—	—	—	—	—	16·00 ± 0·28	6·25
„ 8 (7710/6)	—	1	7	4	2	—	—	—	—	—	—	—	—	14·50 ± 0·22	5·65
„ 9 (7723/7)	—	—	—	—	2	3	2	3	2	1	—	—	—	18·23 ± 0·42	8·39
„ 10 (7723/8)	—	—	—	—	—	1	2	4	1	1	—	—	—	18·89 ± 0·36	5·82
„ 11 (7723/9)	—	—	—	—	—	—	2	4	2	1	—	—	—	19·28 ± 0·34	5·34
„ 12 (7741/8)	—	—	—	—	—	1	3	1	2	1	—	—	—	18·88 ± 0·45	6·78
„ 13 (7741/9)	—	—	—	—	—	—	2	3	4	2	1	—	1	20·07 ± 0·44	7·92

Porównywując wymiary cech długości, szerokości i grubości strąków w poszczególnych linjach F_3 i F_4, musimy stwierdzić, iż jednostki genetyczne tych cech mogą tworzyć najrozmaitsze kombinacje, dzięki czemu występują strąki różnorodnych kształtów. Tak więc rośliny linji Nr. 5 pokolenia F_3, posiadają strąki długie, średnia ich długości wynosi 18 cm, a jednocześnie wązkie, średnia bowiem ich szerokości wynosi zaledwie 13·54 mm; podobnie kształtują się strąki roślin linji Nr. 6. Odwrotnie rzecz się ma ze strąkami roślin z linji 14 tego

pokolenia, strąki są tu krótkie (średnia ich długości wynosi 13·92 cm), a stosunkowo szerokie (średnia szerokość 14·54 mm). W ten sam sposób kombinują się czynniki grubości z czynnikami szerokości strąków dzięki czemu już w F_2 obserwujemy pojawianie się osobników o strąkach kształtu bardziej owalnego, niźli kształt strąków u odmiany *Królowa*, lub też osobników ze strąkami o spłaszczeniu pośredniem między typami rodzicielskiemi. Kombinacje te są wyraźnym dowodem, iż długość, szerokość i grubość strąków są jednostkami wywołanemi przez odrębne czynniki geneteczne. Na to samo wskazuje inne jeszcze zjawisko, mianowicie, że kiedy w stosunku do jednej cechy strąków linje F_3 przedstawiają typ ustalony, to w stosunku do innej ulegają znacznemu nieraz rozszczepianiu.

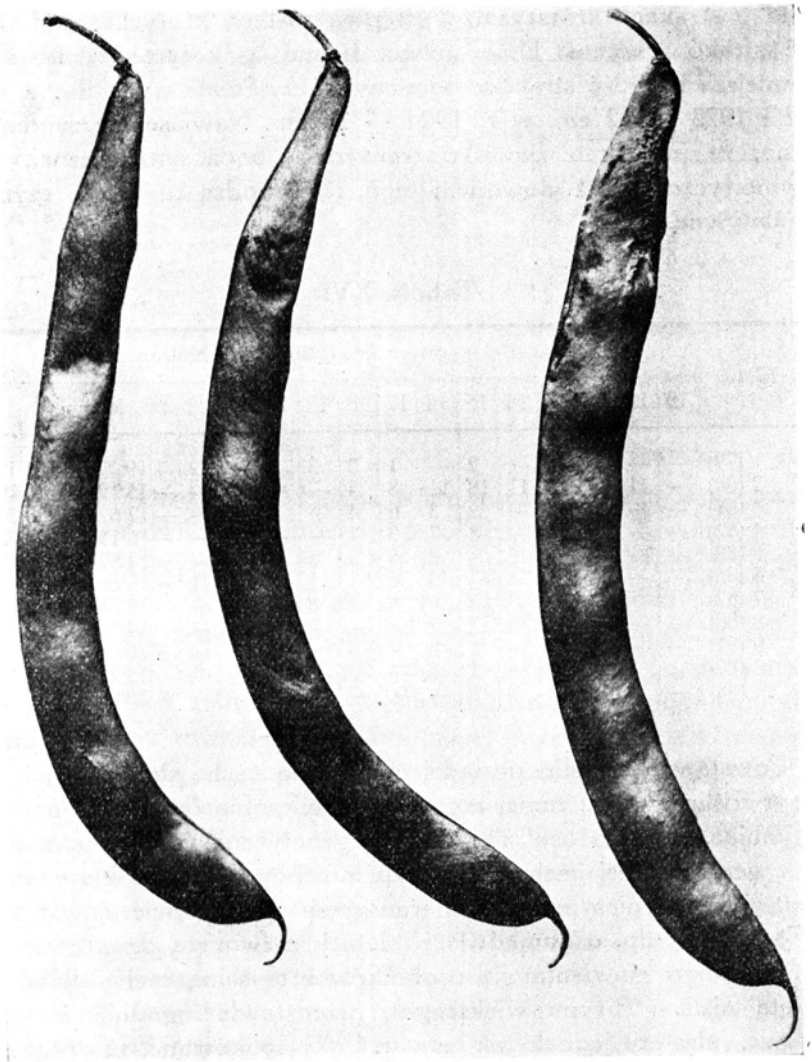
Tabela XV.

F_4	Szerokość strąków w mm (Breite der Hülsen in mm)												
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	M ± m	v
Linja 1 (133/3)	—	—	12	10	2	—	—	—	—	—	—	11·59 ± 0·13	5·60
„ 2 (136/7)	1	8	4	—	—	—	—	—	—	—	—	10·23 ± 0·09	3·12
„ 3 (151/7)	—	—	—	7	1	—	—	—	—	—	—	12·12 ± 0·11	2·72
„ 4 (151/24)	—	—	2	18	3	—	—	—	—	—	—	12·04 ± 0·09	3·82
„ 5 (152/2)	—	—	11	8	1	—	—	—	—	—	—	11·50 ± 0·13	5·21
„ 6 (7710/1)	—	—	—	6	5	3	1	—	—	—	—	12·93 ± 0·22	6·57
„ 7 (7710/2)	—	—	—	4	3	2	2	1	—	—	—	13·41 ± 0·39	9·83
„ 8 (7710/6)	—	1	5	5	2	1	—	—	—	—	—	11·78 ± 0·27	8·65
„ 9 (7723/7)	—	—	—	—	—	—	7	4	2	—	—	15·62 ± 0·20	4·73
„ 10 (7722/8)	—	—	—	—	—	1	4	3	1	—	—	15·44 ± 0·23	4·47
„ 11 (7723/9)	—	—	—	—	—	—	—	2	2	4	1	17·45 ± 0·32	5·50
„ 12 (7741/8)	—	—	—	1	2	3	1	1	—	—		13·88 ± 0·41	8·43
„ 13 (7741/9)	—	—	—	—	2	3	5	—	2	—	1	15·08 ± 0·45	10·87

Krzyżówka Riccardianus × Japońska.

Krzyżówka ta ciekawa jest ze względu na zachowanie się niektórych cech strąków, jest ono bowiem różne, niźli w krzyżówce poprzedniej, pomimo tego, że z odmian użytych do krzyżowania, jedna, mianowicie odmiana *Japońska*, wchodziła już w skład krzyżówki pierwszej, druga — *Riccardianus* — nie różni się wybitnie wymiarami strąków od odmiany *Królowa* (patrz tabele I—V). Strąki pokolenia F_1 przedstawia ryć. 3. Wymiary długości (18—19 cm) i szerokości (13—15 mm) wskazują, iż strąki F_1 tej krzyżówki zajmują pośrednie miejsce pomiędzy typowemi strąkami odmian rodzicielskich.

Pokolenie F_3 mieszańców. Pokolenie F_3, od niego bowiem rozpocząłem swe badania, składało się z 11 linij i liczyło ogółem 305 osobników roślinnych.



Ryć. 3. Strąki mieszańców F_1 *Riccardianus* × *Japońska*. (Hülsen von F_1 Bastardgeneration *Riccardianus* × *Japońska*).

Długość strąków. Cyfry wyrażające średnią długość strąków roślin należących do poszczególnych linij trzeciego pokolenia przedstawia tabela XVI. Porównywując szeregi liczebności odmian rodzicielskich

z szeregami liczebności tejże cechy w linjach pokolenia F_3, obserwujemy występowanie zjawiska transgresji, t. j. przekraczania typów rodzicielskich na skutek rozszczepienia. Transgresja w danym wypadku jest niesymetryczna, przekroczonym został tylko typ rodzicielski o strąkach krótszych. Występują rośliny, których średnia długość strąków wynosi 11, a nawet 10 cm, gdy tymczasem średnia najmniejsza długość strąków odmiany *Riccardianus* wynosiła: w roku 1922 i 1923 — 12 cm, w r. 1924 — 14 cm. Nawiasem przypomnieć można, że już samo zjawisko transgresji, bądź symetrycznej, bądź niesymetrycznej, jest dowodem tego, iż wchodzą tu w grę czynniki kumulatywne.

Tabela XVI.

F_3	Długość strąków w cm (Länge der Hülsen in cm)															
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	M ± m	v
Linja 1 (79)	—	—	—	—	—	2	—	1	2	3	3	—	2	1	19·07 ± 0·61	12·11
„ 2 (80)	—	1	2	5	11	18	11	8	4	—	—	—	—	—	15·12 ± 0·20	10·25
„ 3 (81)	—	—	—	1	—	2	3	6	4	4	2	2	—	—	17·62 ± 0·30	11·01
„ 4 (82)	—	—	—	—	—	8	7	3	4	—	—	—	—	—	16·13 ± 0·23	6·82
„ 5 (83)	—	—	—	—	2	—	2	5	5	2	2	—	—	—	17·39 ± 0·38	9·43
„ 6 (85)	—	—	—	—	—	—	3	6	14	11	8	4	1	—	18·66 ± 0·20	7·50
„ 7 (87)	—	—	—	1	3	3	6	8	4	6	—	—	—	—	16·71 ± 0·30	10·05
„ 8 (88)	—	—	—	5	8	4	2	—	—	—	—	—	—	—	14·16 ± 0·21	6·63
„ 9 (91)	—	—	—	—	—	1	2	4	3	—	—	—	—	—	16·90 ± 0·30	5·56
„ 10 (92)	1	1	5	8	8	1	2	—	—	—	—	—	—	—	13·23 ± 0·31	12·09
„ 11 (95)	—	1	10	12	8	3	—	—	—	—	—	—	—	—	13·06 ± 0·17	7·65

Powstawanie roślin posiadających daną cechę słabiej rozwiniętą, niźli u roślin *P* typu mniejszego, możemy sobie łatwo wytłumaczyć przyjmując, iż są to osobniki uboższe genetycznie (zawierają mniejszą liczbę genów danej cechy), niźli typ mniejszy użyty do krzyżowania. Samo zjawisko niesymetrycznej transgresji (mianowicie zjawianie się w F_2 lub F_3 np. osobników ze słabiej rozwiniętą daną cechą bez jednoczesnego zjawiania się osobników z tą samą cechą silniej rozwiniętą niźli u *P* typu większego), przedstawia zagadnienie bardzo ciekawe, niestety jednak tak zawiłe i skomplikowane, iż dotychczas nie znalazło należytego wyjaśnienia. Próbę takiego wyjaśnienia podał prof. Malinowski w pracy z r. 1921 nad kształtami nasion u fasoli (8).

Szerokość strąków. Zjawisko rozszczepiania transgresywnego niesymetrycznego obserwujemy na linjach F_3 i w stosunku do szerokości strąków (patrz tabelę XVII). Tak np. w linji Nr. 2 zjawiają

się osobniki o przeciętnej szerokości strąków równej 10, a nawet 9 mm, podczas gdy przeciętna szerokość strąków odmiany *Riccardianus* w r. 1922 i 1923 wynosi 11 mm.

Tabela XVII.

F_3	Szerokość strąków w mm. (Breite der Hülsen in mm.)													
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	M ± m	v
Linja 1 (79)	—	—	—	—	—	—	—	1	3	5	3	2	18·14 ± 0·24	5·07
„ 2 (80)	2	14	17	8	7	4	3	4	—	—	—	—	11·41 ± 0·24	16·22
„ 3 (81)	—	—	—	2	4	5	3	2	3	2	1	2	15·37 ± 0·48	15·35
„ 4 (82)	—	—	—	—	—	5	4	9	4	—	—	—	15·55 ± 0·29	8·36
„ 5 (83)	—	—	—	2	4	5	5	2	—	—	—	—	14·05 ± 0·23	6·28
„ 6 (85)	—	—	2	8	20	11	5	—	—	—	1	—	13·32 ± 0·19	9·69
„ 7 (87)	—	—	—	3	7	8	7	2	1	—	2	1	14·55 ± 0·35	14·15
„ 8 (88)	—	—	3	7	5	2	1	1	—	—	—	—	12·69 ± 0·20	10·24
„ 9 (91)	—	—	—	4	4	2	—	—	—	—	—	—	12·80 ± 0·17	4·37
„ 10 (92)	—	—	1	12	7	3	—	—	—	1	—	—	12·75 ± 0·35	13·80
„ 11 (95)	—	2	6	14	7	3	—	1	—	—	—	—	12·21 ± 0·20	9·82

Grubość strąków. Odmiana *Riccardianus* posiada strąki prawie tej samej grubości, co i odmiana *Japońska*, średnia bowiem grubość strąków pierwszej wynosi 9·70 ± 0·09, średnia zaś grubość odmiany drugiej 9·15 ± 0·23 mm. Wskazania średnich arytmetycznych leżą w granicach trójkrotnego błędu średniego, przeto z punktu widzenia biometryka, pod względem grubości strąków obie odmiany należą do jednego typu (fenotypu). Wybitniej różnią się te odmiany skalą wahań grubości strąków, która u odmiany *Japońskiej* jest kilkakrotnie większą, waha się bowiem od 7—12 mm, współczynnik zmienności 13, podczas gdy u odmiany *Riccardianus* zmienność jest niewielka, wahania leżą w granicach 9—10 mm, v = 4·74 (patrz tabelę III). W pokoleniu F_3 występuje bardzo wyraźna transgresja, zjawiają się linje, w których największa liczba roślin posiada średnią grubość strąków, równą 8·09 mm, oraz inne, w których największa liczba roślin posiada strąki grubości średnio 9·93 mm. Mimo, iż oba typy rodzicielskie zostały tu przekroczone, transgresja in minus jest daleko wyraźniejsza, niźli transgresja w stronę przeciwną. Cyfry tyczące się średniej grubości strąków roślin należących do poszczególnych linij pokolenia trzeciego przedstawione są w tabeli XVIII.

Falistość strąków. Na jedenaście linij trzeciego pokolenia mieszańców dwie, mianowicie Nr. 4 i 10 (ob. tab. XIX), składają się z roślin o strąkach prawie że gładkich, odpowiadających odmianie *Riccardianus*, jedna Nr. 9 posiada rośliny o strąkach falistych — typu

Japońskiej. Ponieważ dane biometryczne dla tych linij są w wysokim stopniu zgodne z danemi dla strąków odmian krzyżowanych, przeto z wielkiem prawdopodobieństwem możemy przyjąć, iż są to czyste (względem danej cechy) linje typów rodzicielskich. Linje pozostałe — w liczbie ośmiu, wykazują wyraźne rozszczepienia, a stosunki liczbowe roślin o strąkach gładkich, pośrednich, falistych (patrz tabela XIX), najprawdopodobniej odpowiadają stosunkowi genetycznemu 1 : 2 : 1.

Tabela XVIII.

F_3	Grubość strąków w mm (Dicke der Hülsen in mm)							
	7	8	9	10	11	12	M ± m	v
Linja 1 (79)	1	1	1	6	3	1	9·93 ± 0·35	12·78
„ 2 (80)	—	7	30	22	—		9·25 ± 0·08	7·12
„ 3 (81)	—	2	5	15	2		9·71 ± 0·19	7·51
„ 4 (82)	4	13	4	1	—		8·09 ± 0·14	8·77
„ 5 (84)	—	—	9	8	—		9·47 ± 0·12	5·50
„ 6 (85)	—	2	4	38	3		9·90 ± 0·08	5·55
„ 7 (87)	1	3	12	15	—		9·32 ± 0·13	8·06
„ 8 (88)	—	4	12	3	—		8·95 ± 0·13	6·70
„ 9 (91)	—	—	3	6	1		9·78 ± 0·20	6·44
„ 10 (92)	1	10	9	4	—		8·66 ± 0·16	9·22
„ 11 (92)	—	3	18	13	—		9·30 ± 0·10	6·56

Tabela XIX.

F_3	Stopień falistości strąków (Welligkeit der Hülsen)											
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	M ± m	v
Linja 1 (79)	—	1	2	1	8	—	1	1	—	—	13·79 ± 0·39	10·52
„ 2 (80)	—	9	14	26	4	2	2	3	—	—	12·90 ± 0·19	11·70
„ 3 (81)	—	4	6	3	10	1	1	—	—	—	13·04 ± 0·23	9·04
„ 4 (82)	1	7	10	4	—	—	—	—	—	—	11·78 ± 0·17	6·78
„ 5 (84)	—	2	3	6	4	1	1	—	—	—	13·12 ± 0·31	9·75
„ 6 (85)	—	5	6	17	15	1	2	1	—	—	13·23 ± 0·18	9·67
„ 7 (87)	—	3	4	9	7	3	—	4	1	—	13·77 ± 0·32	13·38
„ 8 (88)	—	3	2	10	1	2	1	—	—	—	13·00 ± 0·30	10·00
„ 9 (91)	—	—	—	—	1	4	2	1	—	1	15·77 ± 0·46	8·87
„ 10 (92)	1	15	4	1	—	—	—	—	—	—	11·23 ± 0·13	5·43
„ 11 (95)	—	4	7	10	6	3	1	1	—	—	13·12 ± 0·25	10·90

Spłaszczenie strąków. Analogiczne zjawisko transgresji niesymetrycznej, jakie miałem możność zaobserwować w pokoleniu F_2 mieszańców *Królowa* × *Japońska*, badając zachowanie się strąków w stosunku do stopnia ich spłaszczenia, obserwowałem pod względem tejże samej cechy i w poszczególnych linjach pokolenia F_3 mie-

szańców krzyżówki *Riccardianus* × *Japońska*. W r. 1922 i 1923 strąki odmiany *Riccardianus* były nieco silniej spłaszczone, niźli wskazują na to cyfry tabeli IV, średnio stosunek szerokości do grubości wynosił 1·2 : 1, wahania od 1·1 : 1 do 1·3 : 1. W linjach trzeciego pokolenia na skutek kombinowania się czynników wywołujących grubość strąków z czynnikami szerokości powstają osobniki, u których średnie wymiary szerokości strąków do grubości mają się jak 1 : 1, a nawet 0·9 : 1. (Patrz linje Nr. 1 i 11 tabela XX.). Powstają więc nietylko strąki o kształcie dokładnie walcowatym, lecz także strąki o spłaszczeniu odwrotnem niźli dotychczas obśerwowane, albowiem wymiary grubości strąków są większe od wymiarów szerokości.

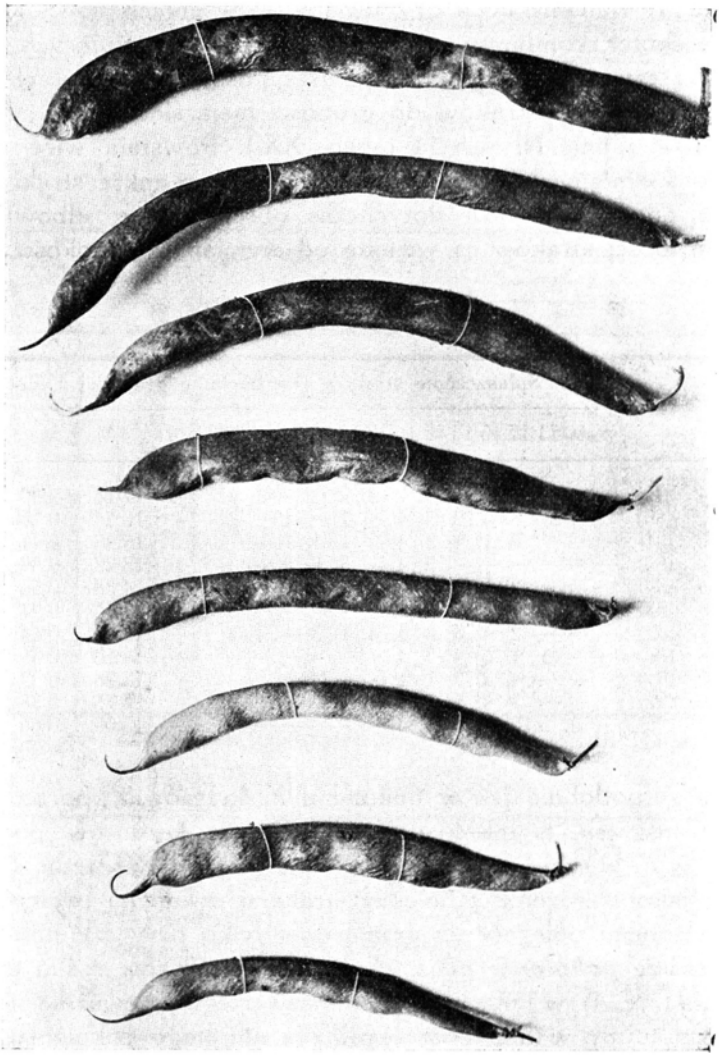
Tabela XX.

F_3	Spłaszczenie strąków (Verflächungsgrad der Hülsen)																	
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	M ± m	v
Linja 1 (79)	—	—	—	—	—	1	3	2	3	2	1	—	1	1		—	17·14 ± 0·59	13·01
„ 2 (80)	1	7	14	13	6	10	3	4	—	1	—	1	—	—		—	12·54 ± 0·28	17·38
„ 3 (81)	—	—	—	2	1	9	3	4	2	1	1	1	—	—		1	15·48 ± 0·41	16·72
„ 4 (82)	—	—	—	—	—	—	2	4	—	3	8	4	—	1		—	18·28 ± 0·39	9·90
„ 5 (84)	—	—	—	2	1	4	2	6	2	—	—	—	—	—		—	14·88 ± 0·56	15·72
„ 6 (85)	—	—	2	9	16	13	4	1	1	—	—	—	—	1		—	13·50 ± 0·24	12·75
„ 7 (87)	—	—	—	2	4	6	3	6	4	1	3	—	1	1		—	15·72 ± 0·44	15·71
„ 8 (88)	—	—	1	1	6	4	2	4	1	—	—	—	—	—		—	14·10 ± 0·35	11·00
„ 9 (91)	—	—	—	4	3	2	1	1	—	—	—	—	—	—		—	13·28 ± 0·39	9·71
„ 10 (92)	—	—	—	2	4	5	7	4	1	—	—	—	—	1		—	14·75 ± 0·38	12·74
„ 11 (95)	—	1	3	10	7	8	1	4	—	—	—	—	—	—		—	13·09 ± 0·66	11·61

I tutaj, podobnie jak w pokoleniu F_2 krzyżówki poprzedniej zjawisko transgresji, a także utrzymywanie się kształtów pośrednich strąków w F_4 w typie wskazuje, iż błędnem było twierdzenie Tschermaka, jakoby różnice pomiędzy strąkami owalnemi (walcowatemi) a spłaszczonemi polegały na grze jednej tylko pary czynników.

Czwarte pokolenie mieszańców. Typy strąków roślin trzeciego pokolenia (ryć. 4), w linjach pokolenia czwartego przeważnie się utrzymują. Amplitudy wahań poszczególnych linij tego pokolenia, a także i wskaźnik zmienności owych linij, stwierdzają wyraźne osłabienie zdolności do rozszczepiania się; odnosi się to zarówno do cechy długości, jako też szerokości, grubości, a także stopnia spłaszczenia strąków. Zwężenie się skali wahań cech strąków w linjach F_4 pozwala wnioskować, że prawdopodobnie już w tym pokoleniu mamy do czynienia ze znaczną stosunkowo liczbą linij czystych, odpowiadających wymiarami strąków tak typom krzyżowanym, jak pośred-

nim lub powstałym dzięki rozszczepieniu transgresywnemu. Jak w linjach czwartego pokolenia krzyżówki *Królowa* × *Japońska*, tak



Ryć. 4. Strąki mieszańców F_3 *Riccardianus* × *Japońska*. Każdy strąk pochodzi z innej linji i jest dla danej typowy. (Verschiedene Hülsentypen von F_3 Bastardgeneration *Riccardianus* × *Japońska*. Jede Hülse stammt von einer anderen Linie und ist für diese Linie typisch).

też i tutaj obserwujemy łączenie się w rozmaitym stosunku czynników długości z czynnikami szerokości strąków i t. p. Zwraca jednak

uwagę fakt, iż w pokoleniach mieszańców obu krzyżówek nie spotykamy ani jednej rośliny o strąkach równie długich jak strąki odmiany *Japońska*, a szerokich jak odmiany *Królowa* lub *Riccardianus*. Nasuwa się przypuszczenie że, mimo zasadniczej niezależności czynników wywołujących dane cechy strąków, nie można ich kombinować dowolnie. Tabele XXI—XXIV przedstawiają cyfry dotyczące średniej długości, szerokości, grubości i stopnia spłaszczenia strąków, roślin należących do linji czwartego pokolenia.

Tabela XXI.

F_4	Długość strąków w cm (Länge der Hülsen in cm)														
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	M ± m	v
Linja 1 (79/7)	—	—	—	-	—	—	—	1	2	2	2	2		19·22 ± 0·58	9·05
„ 2 (80/5)	—	—	—	2	3	7	4	1	—	—	—	—		14·93 ± 0·25	7·03
„ 3 (80/10)	—	—	1	1	1	10	—	—	—	—	—	—		14·54 ± 0·26	7·10
„ 4 (80/60)	—	—	—	—	3	3	1	—	—	—	—	—		14·72 ± 0·19	3·40
„ 5 (80/61)	—	—	—	—	1	2	5	6	4	1	—	—		16·68 ± 0·29	7·37
„ 6 (81/23)	—	—	—	—	1	1	3	4	—	—	—	—		16·11 ± 0·33	6·14
„ 7 (82/5)	—	—	—	—	2	4	7	—	—	1	—	—		15·65 ± 0·26	7·22
„ 8 (82/10)	—	—	—	—	4	7	6	5	1	1	—	—		15·80 ± 0·26	8·16
„ 9 (82/12)	—	—	—	4	2	3	1	—	—	—	—	—		14·10 ± 0·33	7·37
„ 10 (84/9)	—	—	—	-	—	1	1	3	6	3	—	—		17·64 ± 0·29	6·29
„ 11 (85/3)	—	—	—	—	—	—	—	1	4	2	10	2		19·42 ± 0·23	5·09
„ 12 (85/15)	—	—	—	—	—	—	6	7	4	—	—	—		16·89 ± 0·17	4·44
„ 13 (87/4)	—	—	—	—	—	2	1	2	5	3	—	—		17·46 ± 0·37	7·67
„ 14 (87/31)	—	—	—	—	2	3	2	2	1	—	—	—		15·70 ± 0·40	8·09
„ 15 (92/18)	1	8	8	7	—	—	—	—	—	—	—	—		11·87 ± 0·19	8·00
„ 16 (95/27)	4	8	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—		11·00 ± 0·19	6·63

Tabela XXII.

F_4	Szerokość strąków w mm (Breite der Hülsen in mm)												
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	M ± m	v
Linja 1 (79/7)	—	—	—	—	—	—	—	1	5	2	1	17·33 ± 0·27	4·72
„ 2 (80/5)	4	12	1	—	—	—	—	—	—	—	—	9·83 ± 0·12	5·28
„ 3 (80/10)	1	—	4	7	1	—	—	—	—	—	—	11·54 ± 0·26	8·14
„ 4 (80/60)	—	1	4	2	—	—	—	—	—	—	—	11·14 ± 0·24	5·74
„ 5 (80/61)	—	—	3	8	6	2	—	—	—	—	—	12·36 ± 0·20	7·04
„ 6 (81/23)	—	—	—	—	2	6	—	1	—	—	—	14·00 ± 0·27	5·78
„ 7 (82/5)	—	—	—	—	2	7	2	2	1	—	—	14·50 ± 0·29	7·65
„ 8 (82/10)	—	—	—	1	3	6	6	7	1	—	—	14·75 ± 0·25	8·34
„ 9 (82/12)	—	—	—	—	1	3	4	2	—	—	—	14·70 ± 0·28	6·13
„ 10 (84/9)	—	—	—	—	6	5	2	1	—	—	—	13·86 ± 0·24	6·63
„ 11 (85/3)	—	—	—	4	12	2	1	—	—	—	—	13·00 ± 0·16	5·53
„ 12 (85/16)	—	—	—	1	9	5	2	—	—	—	—	13·47 ± 0·18	5·71
„ 13 (87/4)	—	—	—	1	1	2	4	2	1	1	1	15·30 ± 0·51	12·15
„ 14 (87/31)	—	—	—	3	4	2	—	1	—	—	—	13·20 ± 0·37	8·86
„ 15 (92/18)	1	—	—	7	12	3	1	—	—	—	—	12·75 ± 0·22	8·54
„ 16 (95/27)	1	4	4	5	—	1	—	—	—	—	—	11·13 ± 0·31	10·96

Tabela XXIII.

F_1	Grubość strąków w mm (Dicke der Hülsen in mm)						
	7	8	9	10	11	9·11 ± 0·10	v
Linja 1 (79/7)	—	—	8	1	—	9·11 ± 0·10	3·40
„ 2 (80/5)	—	6	7	2	—	8·74 ± 0·17	7·78
„ 3 (80/10)	—	2	10	—	—	8·84 ± 0·10	4·18
„ 4 (80/60)	—	—	7	—	—	9·00 ± 0·00	0·00
„ 5 (80/61)	—	—	3	10	5	10·11 ± 0·14	6·42
„ 6 (81/23)	—	—	1	8	—	9·89 ± 0·10	3·40
„ 7 (82/5)	3	9	1	—	—	7·83 ± 0·13	6·64
„ 8 (82/10)	1	11	11	—	—	8·43 ± 0·07	3·91
„ 9 (82/12)	2	5	2	—	—	8·00 ± 0·22	8·25
„ 10 (84/9)	—	—	7	6	1	9·56 ± 0·16	6·34
„ 11 (85/3)	—	—	2	14	2	10·00 ± 0·11	4·70
„ 12 (85/16)	—	—	—	17	—	10·00 ± 0·00	0·00
„ 13 (87/31)	1	—	5	4	2	9·50 ± 0·30	10·94
„ 14 (87/4)	—	5	5	—	—	8·50 ± 0·16	5·88
„ 15 (92/18)	—	1	10	12	1	9·54 ± 0·07	3·77
„ 16 (95/27)	—	1	14	—	—	8·94 ± 0·06	2·69

Tabela XXIV.

F_1	Spłaszczenie strąków (Verflächungsgrad der Hülsen)																
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	M ± m	v
Linja 1 (79/7)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	6	2	—		—	19·11 ± 0·18	2·92
„ 2 (80/5)	1	3	5	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	11·00 ± 0·25	8·63
„ 3 (80/10)	—	—	1	4	5	1	1	—	1	—	—	—	—		—	13·07 ± 0·40	11·40
„ 4 (80/60)	—	—	1	4	2	—	—	—	—	—	—	—	—		—	12·14 ± 0·23	5·27
„ 5 (80/61)	—	2	1	8	6	1	—	—	—	—	—	—	—		—	12·16 ± 0·24	8·30
„ 6 (81/23)	—	—	—	—	2	6	—	—	—	1	—	—	—		—	14·22 ± 0·46	9·84
„ 7 (82/5)	—	—	—	—	—	1	—	—	—	6	3	3	1		—	18·57 ± 0·50	10·12
„ 8 (82/10)	—	—	—	—	—	1	3	2	3	8	4	2	—		1	17·71 ± 0·39	10·89
„ 9 (82/12)	—	—	—	—	—	—	—	1	1	3	2	2	1		—	18·60 ± 0·45	7·68
„ 10 (84/9)	—	—	—	—	6	2	2	—	2	1	—	—	—		—	14·46 ± 0·49	12·04
„ 11 (85/3)	—	—	1	3	11	3	1	—	—	—	—	—	—		—	13·00 ± 0·19	6·53
„ 12 (85/16)	—	—	—	1	9	5	2	—	—	—	—	—	—		—	13·47 ± 0·18	5·79
„ 13 (87/4)	—	—	—	—	1	2	2	3	3	—	—	1	—		—	15·83 ± 0·51	11·18
„ 14 (87/31)	—	—	—	—	1	2	4	3	—	—	—	—	—		—	14·90 ± 0·29	6·30
„ 15 (92/18)	—	1	—	5	11	2	4	—	1	—	—	—	—		—	13·33 ± 0·21	7·95
„ 16 (95/27)	—	—	4	4	5	—	1	—	—	—	—	—	—		—	12 28 ± 0·29	8·87

Zjawiska korelacji.

W hodowli roślin jednem z ważniejszych zadań jest stwierdzenie stopnia korelacji (współzależności) [1]) pomiędzy dwiema lub więcej

[1]) Zjawisk korelacji z ogólnego punktu widzenia bliżej nie rozważam, gdyż znalazły one w naszej literaturze należyte uwzględnienie w pracach Malinowskiego (10) i Kotowskiego (4·5).

cechami, pozwala to bowiem na zorjentowanie się, jakie czekają nas trudności przy wytwarzaniu drogą krzyżowania osobników łączących w sobie cechy pożądane.

Że korelacje pomiędzy długością a szerokością strąków fasoli istnieją, możemy wnioskować już choćby na zasadzie niemożliwości otrzymania w potomstwie mieszańców, tak krzyżówki *Królowa* × *Japońska*, jako też *Riccardianus* × *Japońska*, takich roślin, które by wydawały równie długie strąki, jak np. u *Japońskiej*, a szerokie, jak u typu *Królowa* lub *Riccardianus* i odwrotnie. Ściślejsza analiza zjawisk korelacyjnych wskazuje na stosunki, jakie panują pomiędzy poszczególnemi cechami strąków. Należy tu zaznaczyć, iż zjawiska współzależności badane były w obu krzyżówkach nie na jednem i tem samem pokoleniu. Współzależność pomiędzy cechami strąków w krzyżówce *Królowa* × *Japońska* badano na pokoleniu F_2; ponieważ tego pokolenia w krzyżówce *Riccardianus* × *Japońska* nie miałem, przeto stosunki korelacyjne badałem tu na całem F_3 pokoleniu. W tym ostatnim przypadku otrzymane dane mogą tylko w pewnej mierze dać nam obraz stosunków, jakie istniały pomiędzy poszczególnemi cechami strąków w F_2, w każdym jednak razie, różnice w rezultatach dla obu krzyżówek nie są znaczne. Tabele XXVI—XXIX przedstawiają współzależność pomiędzy długością i szerokością, szerokością i grubością, falistością i stopniem spłaszczenia strąków, wreszcie między długością strąków a liczbą zalążków [1]), w krzyżówce *Królowa* × *Japońska*. Dla każdej z korelacji obliczyłem współczynnik korelacji i jego błąd średni według zwykłych wzorów [2]).

Ażeby módz zdać sobie sprawę z wielkości korelacji, przyjąłem klasyfikację Ötkena (12), którą, dla przypomnienia, na niniejszem miejscu przytaczam. A więc współzależność określa Ötken jako:

zupełną,	gdy *r* waha się od	0·91—1·00
b. wyraźną,	„ „ „ „ „	0.81—0·90
wyraźną,	„ „ „ „ „	0·61—0·80
pewną	„ „ „ „ „	0·41—0·60
małą	„ „ „ „ „	0·21—0·40
słabą	„ „ „ „ „	0·11—0·20

Poniżej tej granicy zdaniem Ötkena współzależność staje się wątpliwą, bowiem współczynnik korelacji nie przekracza swego trójkrotnego błędu.

---

[1]) Korelacja pomiędzy długością strąków i liczbą zalążków pozwala do pewnego stopnia wnioskować o stosunkach, jakie istnieją między długością strąków a odległością punktów przyczepu nasion w strąku.

[2]) Odnośne wzory zapożyczyłem z Langa str. 374.

Współczynniki korelacji, wraz z ich średniemi błędami przedstawiono w tabeli XXV. Zarówno z tej tabeli, jako też z tabel korelacji załączonych w końcu niniejszego rozdziału widzimy, że zmiany cech współzależnych szły we wszystkich wypadkach w jednym — dodatnim kierunku.

Tabela XXV.

	Cechy współzależne Korrelative Eigenschaften		r ± mr
Królowa × Japońska F_2	Długość (Länge)	Szerokość (Breite)	+0·476 ± 0·08
	Szerokość (Breite)	Grubość (Dicke)	+0·072 ± 0·11
	Falistość (Welligkeit)	Stopień spłaszczenia (Verflachungsgrad)	+0·223 ± 0·05
	Długość strąków (Länge d. Hülsen)	Liczba zalążków (Anzahl d. Keime)	+0·773 ± 0·07
Riccardianus × Japońska F_3	Długość (Länge)	Szerokość (Breite)	+0·492 ± 0·04
	Szerokość (Breite)	Grubość (Dicke)	+0·039 ± 0·06
	Falistość (Welligkeit)	Stopień spłaszczenia (Verflachungsgrad)	+0·091 ± 0·06
	Długość strąków (Länge d. Hülsen)	Liczba zalążków (Anzahl d. Keime)	+0·407 ± 0·04

Najwyraźniejsze zaakcentowanie zjawisk korelacyjnych wystąpiło w 2-ch przypadkach, w tych mianowicie, w których chodziło o współzależność długości i szerokości strąków, a także długości strąków i liczby zalążków w nich zawartych. W pierwszym przypadku według schematu Ötkena korelacja w obu krzyżówkach wypada pewna, w przypadku drugim, w krzyżówce *Królowa × Japońska*, nawet — wyraźna.

Pomiędzy pozostałemi cechami współzależność zaznacza się bardzo słabo, możemy z wielkiem prawdopodobieństwem przyjąć, iż niema jej wcale. Brak współzależności pomiędzy cechami szerokości i grubości strąków pozwala na takie połączenia tych cech, że występują strąki, których grubość jest większa od ich szerokości.

Korelację pomiędzy długością a szerokością strąków możemy wyjaśnić, przyjmując, że pomiędzy czynnikami wywołującemi dane cechy istnieje stan określony przez Morgana jako „linkage" (sprzężenie). Z bardzo wysokiej stosunkowo korelacji, jaka istnieje pomiędzy długością strąków a liczbą zalążków w nich zawartych, mamy prawo wnioskować, iż zasadnicza odległość pomiędzy nasionami, lub ściślej mówiąc, odległość miejsc przyczepu nasion do siebie, w miarę

zwiększania się strąków pozostaje bez wybitniejszych zmian, a więc że współzależności pomiędzy długością strąków a odległością punktów przyczepu nasion od siebie albo niema, albo jest ona bardzo słaba. Ponieważ równocześnie na zasadzie zjawisk ksenji nasion, zjawiska bardzo często obserwowanego w strąkach mieszańców fasoli (8, 14, 16), możemy przypuszczać, że prawdopodobnie niema także korelacji pomiędzy wielkością strąków a wielkością nasion, przeto ostatecznie zostaje wyjaśnione zjawisko, opisane przezemnie (dla krzyżówki *Królowa* × *Japońska*) w mej poprzedniej pracy (16), powstawania na skutek krzyżowania nasion kształtów nieforemnych, kańciastych, jak gdyby spłaszczonych. Są one rezultatem zbyt skupionego, w stosunku do ich wymiarów, ułożenia w strąkach.

Tabela XXVI.

F_2 *Królowa* × *Japońska*		Długość strąków w cm (Länge der Hülsen in cm)								
		14	15	16	17	18	19	20	21	22
Szerokość strąków w mm Breite der Hülsen in mm	11	—	1	3	—	—	—	—	—	—
	12	—	6	3	7	1	3	—	—	—
	13	—	3	4	6	8	6	—	—	—
	14	1	—	—	2	3	3	1	1	—
	15	—	—	1	1	1	1	—	—	—
	16	—	—	1	—	4	—	1	3	—
	17	—	—	—	1	—	1	—	—	1
	18	—	—	1	—	—	—	1	—	—

Tabela XXVII.

F_2 *Królowa* × *Japońska*		Szerokość strąków w mm (Breite der Hülsen in mm)							
		11	12	13	14	15	16	17	18
Grubość strąków w mm Dicke der Hülsen in mm	7	—	4	1	1	—	1	—	—
	8	3	11	17	4	2	5	3	2
	9	1	5	9	6	2	2	—	—
	10	—	—	—	—	—	1	—	—

Tabela XXVIII.

F_2 *Królowa* × *Japońska*		Falistość strąków (Welligkeit der Hülsen)								
		10	11	12	13	14	15	16	17	18
Stopień spłaszczenia strąków (Verflächungsgrad der Hülsen)	12	1	—	—	—	—	—	—	—	—
	13	—	2	—	3	—	—	—	—	—
	14	—	2	—	7	—	2	—	—	1
	15	—	5	—	6	—	1	—	—	—
	16	—	12	—	9	1	3	—	—	—
	17	—	—	3	—	1	—	3	—	—
	18	—	—	—	—	—	2	1	—	—
	19	—	—	1	1	—	—	1	—	—
	20	—	2	—	1	—	—	2	1	—
	21	—	2	—	1	—	—	—	—	—
	22	—	—	—	1	—	—	1	—	—
	23	—	—	1	—	—	—	—	—	—

Tabela XXIX.

F_2 *Królowa* × *Japońska*		Długość strąków w cm (Länge der Hülsen in cm)								
		14	15	16	17	18	19	20	21	22
Liczba zalążków (Anzahl der Keime)	4	1	3	3	2	—	—	—	—	—
	5	—	6	8	11	5	2	1	—	—
	6	—	1	2	4	10	7	2	2	—
	7	—	—	—	—	—	—	—	1	1
	8	—	—	—	—	—	—	—	1	—

Streszczenie wyników.

1. Wśród mieszańców fasoli *Królowa* × *Japońska* i *Riccardianus* × *Japońska* występują osobniki o postaciach strąków odmiennych od owoców typów rodzicielskich; mamy tu strąki pośrednie pomiędzy obu typami krzyżowanemi, lub też przekraczające wymiary typów krzyżowanych. Postacie te utrzymują się w typie w pokoleniach dalszych. Ażeby zjawienie się tych „nowych“ wymiarów wytłuma-

czyć, musimy przyjąć, iż cechy długości, szerokości i grubości nie są cechami prostemi, lecz są wywołane przez serje czynników kumulatywnych.

2. Ponieważ jednocześnie z powstawaniem nowych form (wymiarów) strąków, obserwujemy kombinowanie się różnych wymiarów długości strąków z wymiarami szerokości, grubości, dzięki czemu powstają strąki różnorodnych kształtów, a więc strąki długie, a wązkie, krótkie a szerokie i t. p., przeto przyjąć musimy, że powyższe cechy są wywołane, każda oddzielnie, przez odrębne czynniki genetyczne.

3. Na zasadzie dotychczasowych badań, głównie Tschermaka, zwykliśmy przyjmować, iż po skrzyżowaniu odmian fasoli o strąkach walcowatych lub owalnych z odmianami o strąkach spłaszczonych otrzymamy w F_2 proste rozszczepienie w stosunku 3 rośliny o strąkach owalnych na jedną o strąkach spłaszczonych. Ponieważ kształt owalny lub spłaszczony strąków jest wynikiem ustosunkowania wymiarów cechy szerokości do grubości, a wymiary cech tych są, jak wykazały powyższe obserwacje, rezultatem działalności czynników kumulatywnych, przeto rozszczepienie w danym wypadku jest daleko więcej skomplikowane, na co wskazuje już samo zjawisko rozszczepienia transgresywnego, a także utrzymywanie się typów pośrednich w dalszych pokoleniach mieszańców.

4. Pod względem cechy falistości strąków rezultaty moich obserwacji zgodne są z rezultatami prac Tschermaka. Różnice w kształcie falistym lub gładkim strąków są wywołane grą jednej pary czynników. Stosunek jednak genetyczny, w jakim występują strąki gładkie do falistych, w moich badaniach wypadł inaczej, gdyż nie odpowiada stosunkowi Tschermaka 3 : 1, a wyraził się stosunkiem 1 : 2 : 1.

5. Pomiędzy czynnikami długości strąków a czynnikami szerokości istnieje sprzężenie, dzięki czemu po skrzyżowaniu nie możemy otrzymać np. takich roślin, strąki których odpowiadałyby wymiarami długości strąkom odmiany *Królowa* lub *Riccardianus*, wymiarami zaś szerokości strąkom odmiany *Japońska* i odwrotnie.

Praca niniejsza została wykonana w Zakładzie Genetyki i Hodowli Roślin Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego. Kierownikowi jego Prof. E. Malinowskiemu składam na niniejszem miejscu głębokie podziękowanie za przekazanie materjału, żywe zainteresowanie się pracą w trakcie jej biegu i wskazówki w toku badań.

Zusammenfassung.

Die Hülsenformen, sowohl der Bohne, als auch der Erbse, sind bis heute noch nicht analysiert worden, kurze Andeutungen finden wir über dieses Thema nur in den Arbeiten von Tschermak (13, 14, 15). Da der erwähnte Verfasser nichts von den kumulativen Genen bemerkt, welche in den Hülsen vorkommen können, hat Prof. Malinowski mir die Bearbeitung der Formen und Masse der Hülsen von Bohnen anvertraut, indem er mir sein Material zweier Kreuzungen übergab. Das Material bestand aus F_2 Bastardgeneration von den Rassen *Królowa* × *Japońska* und F_3 Bastardgeneration von *Riccardianus* × *Japońska.*

Diese Arbeit übernehmend, beschloss ich mich zu überzeugen, ob 1) Länge, Breite, Dicke der Hülsen bedingte Wirkungen der kumulativen Genen sind, 2) ob und in welchem Grade die Genen, welche die Länge und Breite, Breite und Dicke, wellige und flache Form der Hülsen hervorrufen, mit einander verbunden sind, und auch, ob irgend eine Verbindung zwischen der Länge der Hülsen und Anzahl der in ihnen enthaltenen Keime bestehe. Von dieser letzten Abhängigkeit wird man dann urteilen können, über das Verhältnis, welches zwischen der Hülsenlänge und der Entfernung der Befestigungspunkte des Samens besteht.

Um auf obige Frage antworten zu können, habe ich auf den Hülsen der Elternart und F_2, F_3, F_4 Bastardpflanzen, folgende Messungen vorgenommen: die Länge der Hülse in cm, die Breite der Hülse in mm, die Dicke der Hülse in mm, und endlich die Anzahl der in der Hülse befindlichen Keime.

Die Bohnenhülsen unterscheiden sich nicht nur durch die Länge, Breite und Dicke, aber auch durch grössere oder geringere Welligkeit und auch durch den Grad der Verflachung. Um zahlenmässig den Grad der Welligkeit darzustellen, habe ich das Verhältnis zwischen der Hülsendicke am Orte, wo der Samen liegt und der Hülsendicke zwischen den Samenkörnern genommen. Dieses Verhältnis

$$W = \frac{D}{d}$$

(wo D die Hülsendicke am Orte, wo der Samen liegt, darstellt, d die Hülsendicke zwischen den Samenkörnern), charakterisiert uns den Grad der Welligkeit. Analog schritt ich zur Bezeichnung des Verflachungsgrades, indem ich das Verhältnis der Hülsenbreite zu der Hülsendicke nahm

$$F = \frac{B}{D}$$

Die gekreuzten Rassen unterschieden sich bedeutend durch die Formen ihrer Hülsen. Typische Hülsen gekreuzter Arten sind auf Abb. 1 abgebildet. Die Ziffern, welche die Länge, Breite, Dicke, Welligkeit und Verflachung der Hülsen darstellen, sind auf Tab. I—V angegeben.

Kreuzung Królowa × Japońska, F_2 Generation.

F_2 Generation stellt eine Mischung sehr verschiedenartiger Hülsentypen dar (siehe Abb. 2). Unter den Elternarten sind zahlreiche Stufenformen vorhanden. Allein die Verschiedenartigkeit der Typen in F_2 erlaubt den Schluss zu ziehen, dass sie eine Kombination von verschiedener Anzahl der kumulativen Genen darstellen. Das Verhalten einzelner Typen F_2 in F_3 bestätigt diesen Schluss. Das Verhalten der Eigenschaften der Länge, Breite und Dicke der Hülsen in F_2 *Królowa* × *Japońska* stellen die Tabellen VI, VII, VIII dar.

Aus dem Verhältnis, in welchem die Pflanzen mit kurzen (engen, dünnen) Hülsen, zur Zahl der übrigen Pflanzen auftreten, können wir schliessen, dass die Anzahl der Genen, die die Unterschiede in den Massen der Hülsen gekreuzter Rassen hervorgerufen, im ersten Falle (Länge) gleich drei Genen, im zweiten Falle (Breite) wenigstens zwei, im dritten (Dicke) auch zwei Genen beträgt.

Die Welligkeit der Hülsen F_2 zeigt Tab. IX. Das Verhältnis, in welchem die glatten Hülsen zu den mittleren, dann zu den welligen auftreten (26 : 36 : 18) nähert sich deutlich dem Verhältnis 1 : 2 : 1; wir haben es hier also mit der Wirkung einer Gene zu tun.

Den Grad der Verflachung zeigt Tab. X. Weil mehr oder weniger starke Verflachung der Hülsen durch das Verhältnis der Breite zur Dicke bedingt ist, und diese Masse das Resultat wenigstens 2—3 kumulativer Genen sind, so sehen wir in F_2 das Auftreten von Hülsentypen verschiedener Verflachung, was das Resultat verschiedener Kombinationen von Genen der Breite und Dicke sein dürfte. Tab. XI—XIII stellen uns das Verhalten der Hülseneigenschaften in den F_3 Linien dar, Tab. XIV und XV das Verhalten der Eigenschaften der Länge und Breite der Hülsen in F_4.

Die Vererbung der Hülsentypen F_3 Linien in F_4 bestärkt uns in der Überzeugung, dass die Eigenschaften der Länge, Breite und Dicke der Hülsen durch kumulative Genen hervorgerufen worden sind. Indem wir die Masse von Länge, Breite und Dicke der Hülsen in Linien F_3 und F_4 vergleichen, müssen wir behaupten, dass die

Genen je nach ihrer Verschiedenheit, ganz verschiedenartige Verbindungen hervorzurufen vermögen, weshalb Hülsen verschiedener Gestalt auftreten können.

Diese Kombinationen sind sichtbare Beweise dafür, dass Länge, Breite und Dicke der Hülsen, durch verschiedene Genen hervorgerufen worden sind.

Kreuzung Riccardianus × Japońska F_3, Generation.

Diese Kreuzung ist dadurch interessant, dass einige Hülseneigenschaften sich anders verhalten, als in der vorigen Kreuzung, trotzdem schon eine Rasse *Japońska* in der vorigen Kreuzung aufgegangen ist, die zweite *Riccardianus* sich aber in den Massen ihrer Hülse nicht besonders von der Rasse *Królowa* unterscheidet (siehe Tab. I—V).

In den F_3 Linien dieser Kreuzung bemerken wir sowohl im Verhältnis zur Hülsenlänge, wie auch zu ihrer Breite und Dicke die Erscheinung von transgressiver Spaltung (siehe Tab. XVI—XVIII), dass infolgedessen Pflanzen mit kürzeren, schmäleren und engeren Hülsen als bei der Riccardianusrasse entstehen.

Tab. XIX und XX zeigen das Verhalten in F_3 Linien solcher Hülseneigenschaften, wie Welligkeit und Verflachung. Das Verhalten dieser Eigenschaften in einigen Linien F_3 *Riccardianus* × *Japońska* ist ebenso , wie in F_2 *Królowa* × *Japońska*.

Tab. XXI—XXIV zeigen das Verhalten der Hülseneigenschaften in F_4. Wie in der vorigen Kreuzung, erhalten sich auch hier einzelne F_3 Hülsentypen (Abb. 4) in F_4.

Korrelationen.

Tab. XXVI—XXIX stellen eine Korrelation dar zwischen 1) Länge und Breite, 2) Breite und Dicke 3) Welligkeit und Verflachung der Hülsen, endlich 4) der Hülsenlänge und Zahl der Keime, in der Kreuzung *Królowa* × *Japońska*.

Die Korrelationkoefizienten, mit dem mittleren Fehler, sind in Tab. XXV dargestellt.

Aus obigen Tabellen ersehen wir, dass die Veränderungen der Eigenschaften in allen Fällen in einer günstigen Richtung gingen. Deutlich wurde nur Korrelation zwischen Länge und Breite der Hülsen und auch Hülsenlänge und Keime-Anzahl hervorgehoben.

Das Fehlen der Korrelation zwischen den Eigenschaften der Breite und Dicke, erlaubt eine solche Verbindung derselben, dass

Hülsen auftreten, deren Dicke stärker ist, als ihre Breite. Die Korrelation zwischen der Hülsenlänge und Hülsenbreite können wir dadurch erklären, dass wir annehmen, dass zwischen den Genen, welche gesagte Eigenschaften hervorrufen, ein von Morgan als „linkage" bezeichneter Zustand besteht.

Da zwischen der Hülsenlänge und Keimzahl eine deutliche Korrelation besteht, können wir annehmen, dass zwischen der Hülsenlänge und der Entfernung der Ansatzpunkte der Samenkörner, keine Korrelation besteht. Die Bestätigung des oben gesagten finden wir in der Erscheinung, die in meiner früheren Arbeit (16) beschrieben worden ist, nämlich die Entstehung deformierter Samenkörner in Bastardhülsen, wegen zu enger Lage im Verhältnis zur Grösse des Samens.

Literatura.

1. Denaiffe. Les Haricots.

2. Emerson, R. A genetic study of plant heigt in Phaseolus vulg. Research. Bull. 7 ag. Exp. St. of. Nebraska 1916.

3. Johannsen W. Erblichkeit in Populationen und in reinen Linien. Jena, 1903.

4. Kajanus, B. Zur Genetik der Samen von Phaseolus vulgaris. Z. f. Pflanzenzücht. Bd. II. H. 3. 1914.

5. Kotowski, F. Badania doświadczalne nad kwitnieniem i owocowaniem grochu. Pam. Państw. Inst. Naukowego Gosp. Wiejsk. w Puławach. T. III. cz. A 1922.

6. Kotowski, F. Zmienność i korelacje bobu.

7. Lang A. Experimentelle Vererbungslehre in der Zoologie. Jena, 1914.

8. Malinowski, E. Analiza genetyczna kształtów nasion u fasoli. Pam. Zakł. Genetycznego Szk. Główn. Gosp. Wiejskiego. Zeszyt I. 1921.

9. Malinowski E. Problemat heterozji w świetle doświadczeń nad mieszańcami fasoli. Pam. Zakł. Gen. Szk. Główn. Gosp. Wiejsk. Zeszyt II. 1924.

10. Malinowski, E. Mieszańce pszenic. Rozpr. Wydz. matemat.-przyrodn. Akad. Umiej. w Krakowie. T. LIV. Ser. B. 1919.

11. Nilsson-Ehle H. Kreuzungsuntersuchungen an Hafer und Weizen. Lunds-Universitets Arsskrift. NF. Afd. 2. Bd. 7. Nr. 6. 1911.

12. Ötken, D. Studien über die Variations-Korrelationsverhältnisse von Gewicht und Zuckergehalt bei Beta-Rüben, insbesondere der Zuckerrübe. II. Teil. Z. f. Pflanzenzucht. Bd. III. H. 3. 1915.

13. Tschermak, E. Weitere Beiträge über Verschiedenwertigkeit der Merkmale bei Kreuzung von Erbsen und Bohnen. Berichte d. D. Botan. Ges. Bd. XI. 1901.

14. Tschermak, E. Über die Vererbung des Samengewichtes bei Bastardierung verschiedener Rassen von Phaseolus. Z. f. in. Abstam. u. Vererb. 1922.

15. Tschermak, E. Fruwirth's Handbuch d. land. Pflanzenzüchtung. Bd. III. 1919.

16. Wóycicki, St. O zjawiskach ksenji u roślin. Kosmos, T. 49. 1924.