

STEFAN BARBACKI

Zakład Genetyki Roślin PAN w Poznaniu

KRZYŻÓWKI ODDALONYCH FORM JĘCZMIENIA I NOWE
METODY ANALIZY GENETYCZNEJ CECH ILOŚCIOWYCH
MIESZAŃCÓW

Krzyżowałem większą liczbę form jęczmienia w Instytucie Naukowym Gospodarstwa Wiejskiego w Puławach już od roku 1926. Miałem wiele krzyżówek, które dotrwały do drugiej wojny światowej. Najciekawsze z punktu widzenia naukowego były krzyżówki kilku bardzo wczesnych wielorzędowych nagoziarnistych form uprawianych na poziomie 3000 stóp nad poziomem morza, na południowym zboczu gór Himalajskich — z europejskimi jęczmionami Hannackimi, które wówczas dominowały w rolnictwie środkowej Europy.

Z materiału tego po dalszych przekrzyżowaniach osiągnąłem formy pełne zawierające 14 do 15% surowego białka w ziarnie. Formy te odpowiadały więc postulatom specjalistów żywienia świń, którzy z odmian dotychczasowych zawierających 10 do 12% białka nie byli zadowoleni. Wartościowe te formy zginęły jednak w czasie ostatniej wojny światowej.

Materiał ten dostarczył też sporo wiedzy z zakresu zmienności i dziedziczenia niektórych cech morfologicznych i właściwości fizjologicznych jęczmienia oraz zależności korelacyjnych — na zasadzie licznych wieloletnich doświadczeń wazonowych, a przede wszystkim polowych. Na czoło tych prac wysunął się problem zawartości białka surowego w ziarnie oraz zmienności i dziedziczenia tych właściwości.

Dziedziczenie cech ilościowych w latach dwudziestych i trzydziestych było tematem nowym i trudnym do ścisłego ujęcia. Zmienność ich jest powszechnie znana. Komplikacje ich genetycznej analizy są zrozumiałe. Analiza wariacji oraz rachunek regresji i korelacji w ówczesnej swej postaci dawały dużo, lecz mimo to nie dawały pełnego obrazu analizy i jednoczesnej syntezy.

Dalszy postęp dokonany został w latach sześćdziesiątych, a przede wszystkim siedemdziesiątych, kiedy rozwinięta została przez naszego znanego specjalistę T. Calińskiego wielo cechowa analiza wariacji (Manova) oraz inne pokrewne metody wielozmienne, w tym także analiza zmiennych kanonicznych i analiza regresji wielokrotnej. Nowoczesne te metody, wymagające zastosowania maszyn elektronicznych umożliwiły

Nr inw. 2245



F7C-2472

w drugiej serii prac nad dziedziczeniem cech ilościowych u jęczmienia (kontynuowanych tym razem przez pokaźną grupę energicznych młodszych specjalistów Zakładu Genetyki Roślin PAN w Poznaniu) przy minimalnych środkach aparaturowych i lokalowych uzyskać w latach od 1970 do 1978 stosunkowo dobre rezultaty.

Do grupy genetyków w tej serii prac jako autorzy należeli: S. Barbacki, M. Surma, G. Kurhańska, T. Adamski, A. Karczewska i S. Jeżowski. Grono autorskie matematyków i statystyków matematycznych stanowili: T. Caliński, Z. Kaczmarek i A. Dobek, specjaliści z Poznańskiej Akademii Rolniczej współpracujący stale z Zakładem Genetyki Roślin PAN. Analizy surowego białka wykonywała E. Roźnowicz w towarzystwie paru sił technicznych.

W 1970 r. przeprowadzono setki krzyżowań form jęczmienia pochodzących z różnych stron świata, z których tylko stosunkowo niewielka liczba z braku możliwości zajęcia się szerszym materiałem została dokładnie opracowana.

Były to krzyżówki następujących odmian:

1. Sześciorzędowa afrykańska Burea × dwurzędowa afrykańska Brown
2. Holenderska dwurzędowa Impala × hinduska sześciorzędowa Himalaya
3. Dwurzędowa z NRD Alsa × sześciorzędowa afrykańska Burea
4. Dwurzędowa polska Lubuski × dwurzędowa finlandzka Lonhi
5. Dwurzędowa polska Lubuski × dwurzędowa szwedzka Brage Körn
6. Dwurzędowa polska Kazimierski × dwurzędowa szwedzka Brage Körn

Były więc krzyżowane odmiany pochodzące z trzech kontynentów, a także odmiany z tych samych kontynentów lecz z różnych warunków klimatycznych czy siedliskowych.

We wszystkich tych krzyżówkach w ciągu siedmiu przebadanych pokoleń uzyskano mieszańce zbliżone do rodziców i przeróżne rekombinacje genetyczne, częstokroć transgresyjne, dotyczące mierzonych cech ilościowych jak wysokość rośliny, długość i zbitość kłosa, liczba kłosów z rośliny, masa 1000 ziarn, przeciętny plon ziarna z rośliny, przeciętny plon ziarna z kłosa, procentowa zawartość surowego białka w ziarnie, plon białka oraz liczba dni od wschodów do kłoszenia.

Transgresje te ujawniały się wyraźnie od F_2 do F_7 . Niektóre z nich były bardzo silne i dotyczyły szczególnie interesujących cech czy właściwości, ważnych zarazem w rolnictwie. Inne transgresje były wprawdzie słabsze, lecz występowały w korzystnych kombinacjach cech.

Transgresje dotyczyły w równym stopniu cech morfologicznych, różnych cech świadczących o znacznej plenności i takich cech fizjologicznych

jak liczba dni od wschodów do kłoszenia, bardzo charakterystyczna w rozwoju roślin i szczególnie frapująca zawartość surowego białka w ziarnie.

Ostateczna charakterystyka badanych cech i ich wzajemne stosunki skonkretyzowane zostały w szóstym i siódmym pokoleniu, kiedy następuje względna stabilizacja genetyczna. Wówczas znaczniejsza ilość materiału pozwala na wykonanie ścisłych doświadczeń polowych w kilku powtórzeniach. Bez względnej stabilizacji genetycznej i ścisłych doświadczeń, właściwych stosunków wewnątrz cech i między cechami ilościowymi uchwycić nie można.

Mieszance z krzyżówek form sześciorzędowych z dwurzędowymi jak na przykład Burea \times Brown, Alsa \times Burea i Impala \times Himalaya były z natury rzeczy bogatsze w swych formach, gdyż wymieniły się tu odrębne cechy tych odmian, niezależnie od tego, że były między nimi różnice wywodzące się ze zróżnicowanego geograficznego i ekologicznego pochodzenia.

Trzy krzyżówki odmian polskich ze szwedzką odmianą Brage Körn i finlandzką Lonhi są wyłącznie krzyżówkami form dwurzędowych między sobą. Interesujące jest, że mimo mniejszych różnic morfologicznych i fizjologicznych między nimi, uzyskane mieszance wykazały wyraźne transgresje, z których najwięcej może zainteresowaliśmy się tymi, które dotyczyły białka.

Wynika z tego, że nie należy pomijać krzyżówek między odmianami europejskimi, które na pozór mniej zróżnicowane, zawierają głęboką i ciekawą treść. Krzyżówki odmian europejskich z formami afrykańskimi i azjatyckimi są oczywiście sięgnięciem do form bardziej pierwotnych, co ma znowu specyficzne znaczenie. Kombinacji tych bezpośrednio porównywać nie należy lecz oceniać raczej z odmiennych punktów widzenia.

Praca zbiorowa z lat siedemdziesiątych została już częściowo opublikowana w sześciu częściach w *Genetica Polonica*, Vol. 17 nr 1 w 1976 r. Ostatnie dwie części (7 a i 7 b) oddane zostały do druku i mają się ukazać w *Genetica Polonica*, Vol. 19 nr 4. Ponieważ jednak *Genetica Polonica* wydawana jest w języku angielskim, nie od rzeczy będzie przedstawić całość pracy w bardzo istotnym skrócie w języku polskim, zwłaszcza że praca ta zawiera cechy „modelowe” nie spotykane dotąd w światowej literaturze naukowej. Ma jednocześnie w swej treści informacje, które mogą przydać się naszym hodowcom i szerszemu rolnictwu.

Przeprowadzonych sześć najważniejszych krzyżówek wykazało znaczne rozszczepienia szeregu ilościowych cech morfologicznych i właściwości fizjologicznych od drugiego do czwartego pokolenia. Rozszczepienia te były tak różnorodne i ciekawe zarówno z punktu widzenia botanicznego jak i rolniczego, że warto było szereg typów w piątym pokoleniu rozmnożyć

i posegregować w celu otrzymania w szóstym i siódmym pokoleniu ustabilizowanych biotypów. W tych pokoleniach stabilizacja dochodzi do około 90%, co w badaniu dziedziczenia cech ilościowych w przybliżeniu stanowi wystarczającą podstawę do stawiania hipotez.

Podane w tekście tabele dotyczą średnich z szóstego i siódmego pokolenia. Zostało przeprowadzone mimo że rok szóstego pokolenia (1976) był plenniejszy i dlatego wykazał w sposób bardziej wyrazisty większość transgresji niż następny, w którym jęczmień reagował w naszych warunkach stosunkowo bardzo słabo.

Mieszzańce krzyżówki Burea × Brown

W tabeli 1 przedstawione są najciekawsze wyniki pomiarów średnich z lat 1976 i 1977 dla form rodzicielskich i mieszańców Burea × Brown. Mieszzańce nr 15, 16, 17, 18, 19 i 20 są morfologicznie w wielu cechach podobne do siebie, a odmiennie od reszty. Odznaczają się szczególnie dużą dodatnią trasgresją we wzroście rośliny, długości jej kłosa, w liczbie kłosów z rośliny, w masie 1000 ziarn oraz w plonie ziarna i białka. Są też, zwłaszcza w 1976 r. późniejsze od form rodzicielskich i niemal od wszystkich innych mieszańców.

Odmienność omawianej grupy mieszańców jest silnie zaznaczona zarówno w kontrastach (tab. 2), jak i dendrycie wykreślonym na podstawie odległości Mahalanobisa (rys. 1) oraz w układzie pierwszych dwóch zmiennych kanonicznych (rys. 2). Tabela kontrastów zawiera w ostatniej rubryce kompleksową ocenę z uwzględnieniem wszystkich cech. Na dendrycie oraz w układzie pierwszych dwóch zmiennych kanonicznych każdy punkt reprezentuje kompleksową ocenę mieszańców z uwzględnieniem wszystkich badanych cech.

Okazuje się tu wyraźnie jak wielkie znaczenie ma wielozmienna analiza wariacji dająca kompleksowy obraz organizmów. Sam analityczny wykaz cech bez syntetycznego ich ujęcia nie daje całościowego poglądu na wartość badanych biotypów.

Dość interesująca jest też grupa mieszańców sześciorzędowych o drobniejszym nagim ziarnie (od numeru 37 do 44) wyższych od form rodzicielskich. Dwa mieszzańce z tej grupy (nr 42 i 43) odznaczają się przy tym także wyższym przeciętnie z obu lat plonem ziarna oraz procentem i plonem białka. Bierzemy pod uwagę przeciętną, chociaż nieco większą wagę przypisujemy danym w roku 1976 (F_6), jako roku bardziej sprzyjającemu uprawie jęczmienia.

Tabela 1

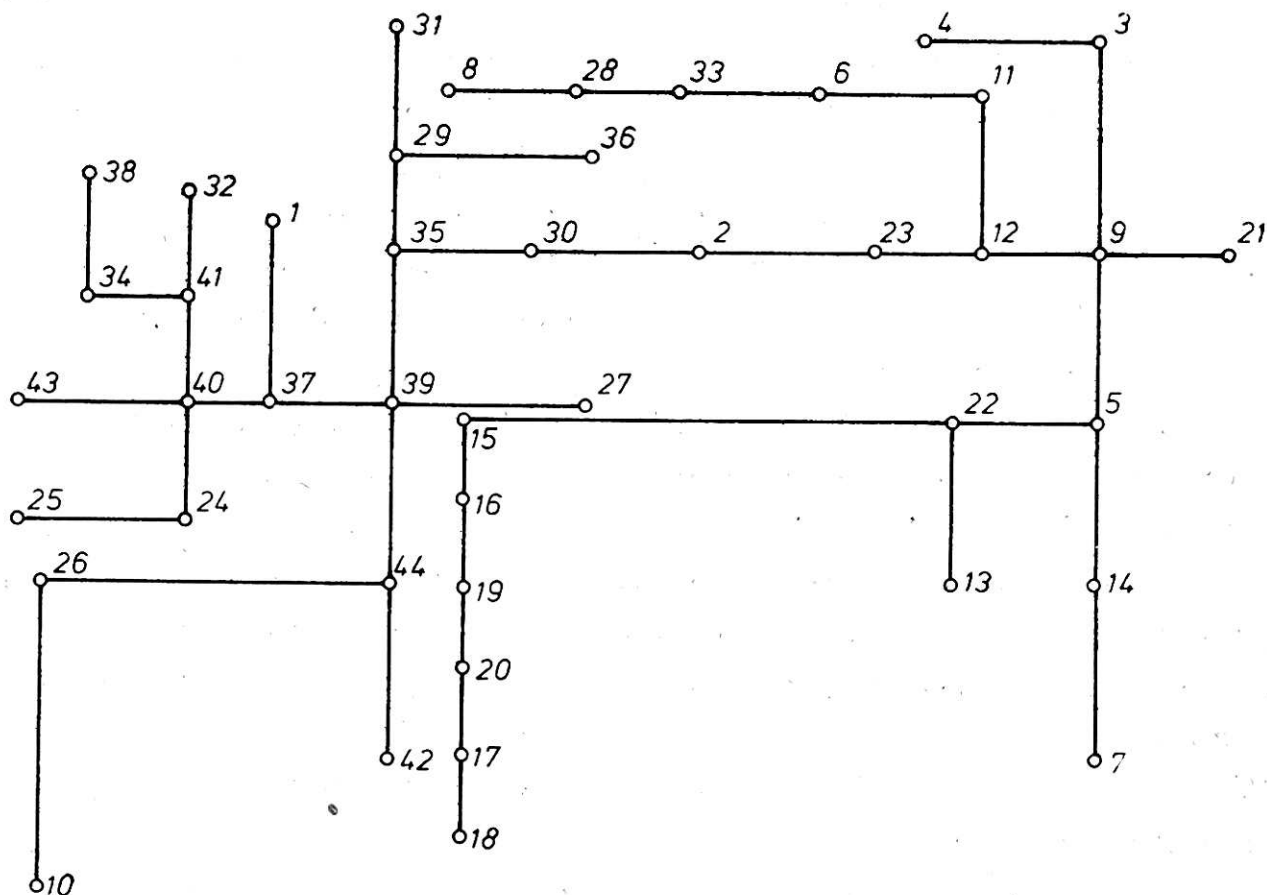
Srednie wartości cech morfologicznych i fizjologicznych pokoleń F₆ i F₇ mieszańców z krzyżówki Burea X Brown

Nr	Rodzice i mieszańce	Rzędość kłosa	Oplewienie ziarna	Kolor plewy	Kolor ziarna	Liczba dni od wschodów do kłosa	Wysość roślin (cm)	Liczba kłosów	Długość kłosa (cm)	Zbiłość kłosa	Masa 1000 ziarn	Masa ziarna z 1 kłosa	Masa ziarna z 10 roślin	Zawartość białka (%)	Plon białka
rodzice															
1	Burea	6	oplewione	ciemnobrunat.	ciemnobrunatne	54,4	57,1	3,2	6,8	2,6	52,2	1,6	35,4	20,7	7,3
2	Brown	2	nagie	brunatne	brunatne	49,2	47,7	3,0	5,6	2,6	39,2	0,4	10,4	20,9	2,2
mieszańce															
6	577/3	2	nagie	ciemnobrunat.	brunatne	51,5	58,8	4,8	6,6	2,6	44,5	0,6	19,8	25,7	5,3
7	R 23/2	2	nagie	ciemnobrunat.	brunatne	57,4	60,8	3,1	8,2	2,5	38,2	0,4	10,4	26,6	2,7
8	R 36	2	nagie	ciemnobrunat.	brunatne	54,0	55,4	4,8	7,5	2,4	39,4	0,4	11,7	26,2	3,1
10	579/3	2	nagie	ciemnobrunat.	ciemnobrunatne	74,4	69,7	4,4	8,6	2,4	43,2	0,7	18,6	21,4	4,0
15	R 21/6	2	nagie	jasnobrunatne	jasnobrunatne	58,6	75,9	4,6	11,4	2,4	60,2	0,9	30,5	20,3	6,1
16	R 73	2	nagie	jasnobrunatne	jasnobrunatne	58,5	75,6	5,1	11,6	2,4	60,2	1,2	37,0	20,2	7,5
17	R 71	2	nagie	jasnobrunatne	jasnobrunatne	58,8	76,1	4,8	11,4	2,5	56,6	1,1	40,0	19,8	7,9
18	R 74	2	nagie	jasnobrunatne	jasnobrunatne	58,4	80,1	5,1	11,2	2,5	57,6	1,2	45,3	19,0	8,8
19	R 20/1	2	nagie	jasnobrunatne	jasnobrunatne	58,8	80,2	5,2	12,2	2,4	58,9	1,2	39,1	20,7	8,2
20	R 75	2	nagie	jasnobrunatne	jasnobrunatne	59,3	80,5	4,6	11,4	2,4	58,1	1,2	41,2	20,6	8,5
25	574/4	6	oplewione	ciemnobrunat.	brunatne	52,8	60,5	4,4	7,2	2,8	45,5	1,7	48,6	19,0	9,1
42	589/5	6	nagie	jasnobrunatne	jasnobrunatne	57,2	62,2	3,7	7,8	2,5	39,6	1,7	40,2	20,3	8,6
43	304/1	6	nagie	jasnobrunatne	jasnobrunatne	50,8	70,0	3,6	6,2	3,0	40,2	1,6	43,8	23,7	10,0

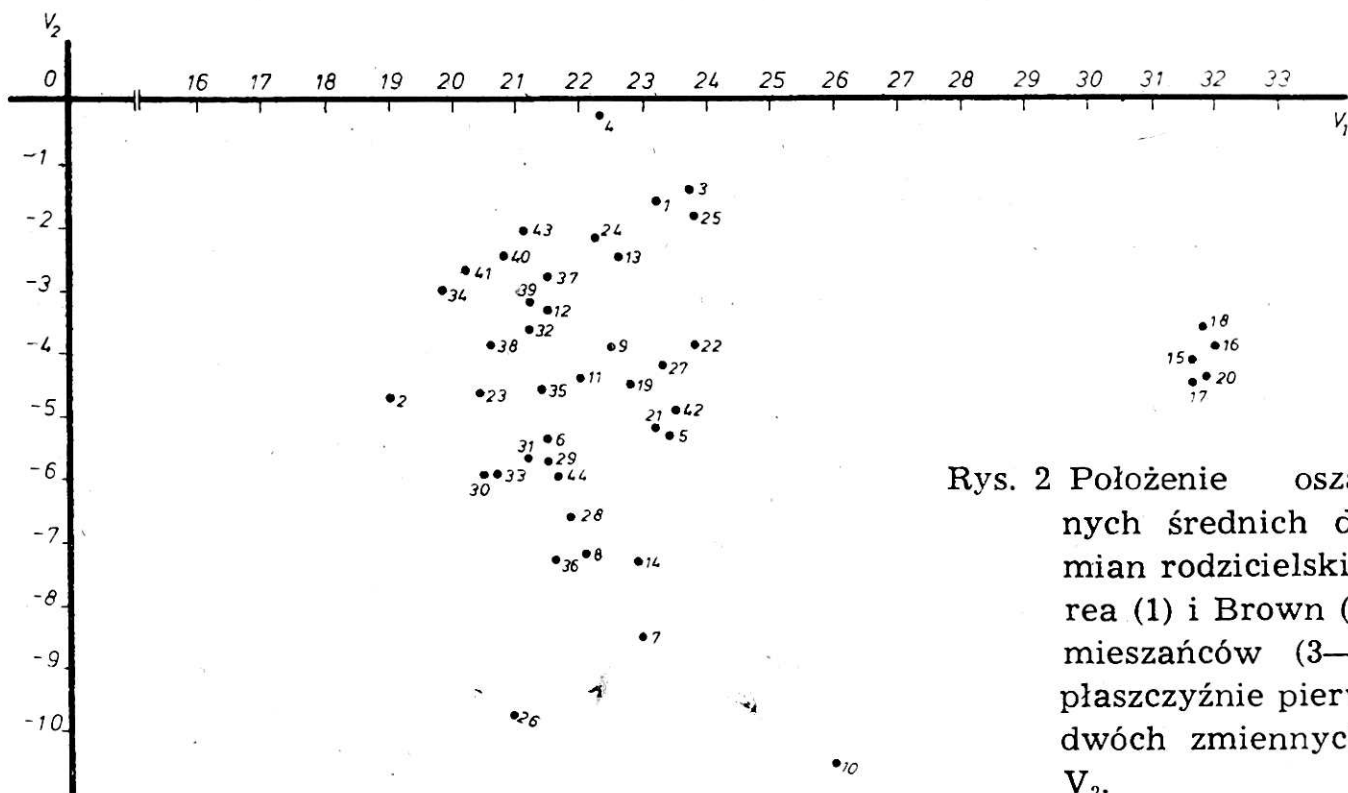
Oceny kontrastów między mieszaniami i rodzicami obliczone ze średnich dla pokoleń F_6 i F_7 Tabela 2

Nr	Mieszance — rodzice	Liczba dni od wschodów do kłosze-	Wyso-kość roślin (cm)	Liczba kłosów	Długość kłosa	Zbitość kłosa	Masa 1000 ziarn (g)	Masa ziarna z 1 kłosa (g)	Masa ziarna z 10 roślin (g)	Zawar-tość białka (%)	$F_{obl.}$
1	H577/3 — Bu	-2,83	1,73	1,52	-0,25	-0,08	-10,85*	-1,03*	-15,08	4,97*	13,95*
2	H577/3 — Br	2,33	11,07	1,85	1,08	-0,12	2,17	-0,17	9,92	4,68*	9,78*
3	HR 23/2 — Bu	3,00	3,83	-0,22	1,42*	-0,08	-13,92*	1,17*	-25,05*	5,87*	23,76*
4	HR 23/2 — Br	8,17*	13,17*	0,12	2,75*	-0,12	-0,90	0,03	-0,05	5,58*	18,11*
5	HR 36 — Bu	-0,33	-1,63	1,55	0,62	-0,20	-12,75*	-1,10*	-23,68*	5,53*	18,70*
6	HR 36 — Br	4,83	7,70	1,88*	1,95*	-0,23	0,27	0,10	1,32	5,25*	13,40*
7	H 579/3 — Bu	20,00*	12,67*	1,17	1,72*	-0,26	-9,00*	-0,88*	-16,73	0,70	30,55*
8	H 579/3 — Br	25,17*	22,00*	1,50	3,05*	-0,30	4,02	0,32	8,27	0,42	37,81*
9	HR 21/6 — Bu	4,33	18,87*	1,33	4,53*	-0,18	8,20*	-0,62*	-4,82	-0,37	29,13*
10	HR 21/6 — Br	9,50*	28,20*	1,67	5,87*	-0,22	21,22*	0,58*	20,18*	-0,65	52,56*
11	HR 73 — Bu	4,17	18,57*	1,83	4,75*	-0,18	8,03*	-0,40	1,58	-0,50	29,59*
12	HR 73 — Br	9,33*	27,90*	2,17*	6,08*	-0,22	21,25*	0,80*	26,58*	-0,78	57,34*
13	HR 71 — Bu	4,50	19,07*	1,53	4,50*	-0,15	4,43	-0,50*	4,63	-0,83	28,67*
14	HR 71 — Br	9,67*	28,40*	1,87*	5,83*	-0,18	17,45*	0,70*	29,63*	-1,12	52,53*
15	HR 74 — Bu	4,00	23,40*	1,83	4,38*	-0,15	5,37	-0,33	9,95	-1,73	28,36*
16	HR 74 — Br	9,17	32,73*	2,17*	5,72*	-0,18	18,38*	0,87*	34,95*	-2,02	55,72*
17	HR 20/1 — Bu	4,50	23,34*	1,87*	5,27*	-0,27	6,63	-0,40	3,67	-0,02	35,87*
18	HR 20/1 — Br	9,67*	32,57*	2,20*	6,60*	-0,30	19,70*	0,80*	28,67*	-0,30	64,70*
19	HR 75 — Bu	4,50	23,47*	1,40	4,62*	-0,25	5,47	-0,40	4,20	-0,02	29,29*
20	HR 75 — Br	9,67*	32,80*	1,73	5,95*	-0,28	18,48*	0,80*	29,20*	-0,30	56,06*
21	H 574/4 — Bu	-1,50	3,47	1,15	0,37	0,37	-6,67	0,18	13,17	-1,68	5,06*
22	H 574/4 — Br	3,67	12,80*	1,48	1,70*	0,33	6,35	1,38*	38,17*	-1,97	22,16*
23	H 589/5 — Bu	2,83	5,20	0,47	0,88	-0,08	-12,63*	0,07	4,80	-0,40	7,34*
24	H 589/5 — Br	8,00*	14,53*	0,80	2,22*	-0,12	0,38	1,27*	29,80*	-0,68	20,23*
25	H 304/1 — Bu	-3,50	2,83	0,42	-0,70	0,37	-10,88*	0,23	8,37	2,98	7,55*
26	H 304/1 — Br	1,67	12,27*	0,75	0,63	0,33	2,13	1,43*	33,37*	2,70	21,60*

* — istotność na poziomie $\alpha = 0,05$



Rys. 1 Dendryt form rodzicielskich Burea (1) i Brown (2) oraz mieszańców (3—44) wykreślony na podstawie odległości Mahalanobisa.



Rys. 2 Położenie oszacowanych średnich dla odmian rodzicielskich Burea (1) i Brown (2) oraz mieszańców (3—44) w płaszczyźnie pierwszych dwóch zmiennych V_1 i V_2 .

Interesująca jest również jedna forma sześciorzędowa oplewiona o ciemno brunatnej plewie i brunatnym ziarnie (nr 25). Jest ona nieco wyższa, ma więcej kłosów z rośliny, odznacza się wysokim plonem ziarna i dlatego, mimo niższego, procentu białka, daje wysoki plon tego składnika.

Oprócz wymienionych uprzednio mieszańców są również i takie (np. nr 10), które wykazują wyłącznie transgresje morfologiczne, a więc są wysokie, mają długi kłos i większą liczbę kłosów w kłosie, lecz są mało plenne i mają niską zawartość białka.

Wiele transgresji dotyczy procentowej zawartości białka, nieraz bardzo wysokiej (np. nr 6, 7 i 8), lecz przy niskim plonie, co jest zjawiskiem najczęstszym. Tabele korelacyjne (tu nie podane) potwierdzają bardzo wyraźnie trudności połączenia wysokiego plonu ziarna z wysokim procentem białka. Z reguły wysoki plon białka z jednostki powierzchni uzyskuje się poprzez wysoki plon ziarna mimo niezbyt wysokiego, a nieraz średniego procentu białka.

Grupy mieszańców o wysokim plonie białka, które uprzednio opisaliśmy, okazały się tak zwanymi łamaczami korelacji, to jest wyjątkami nie pasującymi do ogólnego obrazu prawidłowości, jakie korelacje przeciętnie wykazują.

Wymiary średnich dla mieszańców dwurzędowych są przeważnie wyższe niż dla sześciorzędowych. Początek kłoszenia jest u nich późniejszy, większa jest długość kłosa i masa 1000 ziarn. Plon ziarna z rośliny lub przeliczony na jeden kłos najczęściej wyższy jest jednak u roślin sześciorzędowych. Inna sprawa, że zalet jęczmion sześciorzędowych nie można często w pełni wykorzystać z powodu słabszej słomy dotychczasowych form, a szczególnie dokłosa. Kontrasty grupowe udokumentowane są w tabeli 3.

Szereg mieszańców wykazało transgresję niemal wyłącznie w kierunku późniejszego kłoszenia się. Jeden z dwurzędowych mieszańców (nr 10) okazał się w kłoszeniu o 20 dni późniejszy i to niemal identycznie w F_6 i F_7 . Podobnie zachował się sześciorzędowy mieszaniec nr 26. Jest to więc olbrzymia transgresja powstająca prawdopodobnie z odmiennego reagowania tych mieszańców na światło lub temperaturę, czy też na oba te czynniki łącznie. Są oczywiście i mniejsze transgresje tego typu jak np. u mieszańców nr 15 do 20.

Wysokość roślin rodzicielskich również została bardzo silnie przekroczona przez wiele mieszańców. Wymienione już parokrotnie mieszance nagie dwurzędowe (nr 15 do 20) w obydwóch pokoleniach F_6 i F_7 zgodnie przewyższają wyższą z form rodzicielskich o blisko 20 lub nawet dwadzieścia kilka cm.

Mieszance sześciorzędowe przejawiają nieco słabsze transgresje odnośnie wysokości roślin. Nie stwierdzono natomiast transgresji minusowych.

Ilość kłosów z rośliny bywa często transgresyjna, częściej może u mieszańców dwurzędowych. Transgresje te są często silne.

Transgresje w masie 1000 ziarn są nie tak liczne, ale o dużym znaczeniu użytkowym, zwłaszcza jeżeli łączą się z wysokim plonem ziarna

Tabela 3

Oceny kontrastów między grupami mieszańców obliczone z średnich dla pokoleń F_6 i F_7

Nr	Kontrast	Liczba dni od wschodów do kłoszenia	Wyso-kość roślin	Liczba kłosów	Długość kłosa	Zbitość kłosa	Masa 1000 ziarn	Masa ziarna z 1 kłosa	Masa ziarna z 10 roślin	Zawar-tość białka ($\% / n$)	F _{obl.}
1	H6 — H2	-2,57 *	-8,16 *	-0,47	-1,63 *	0,06 *	-10,33 *	0,47 *	4,94 *	-0,81 *	159,02 *
2	H2n — H2o	4,52 *	5,92	0,86	2,27 *	-0,35 *	-10,37 *	0,03	6,26	0,86	42,61 *
3	H6n — H6o	-4,47 *	-4,45	-0,39	-0,31	-0,10	-1,93	-0,15	-4,30	2,52 *	15,98 *
4	H2nj-br — H2nc-br	-2,27	7,54 *	0,27	1,49 *	0,01	9,45 *	0,27 *	9,65 *	-2,45 *	50,38 *
5	H6oj-br — H6hc-br	-4,22	0,73	-1,84 *	1,12	0,02	2,51	0,02	-14,50 *	-1,47	7,38 *
6	H6nj-br — H6nc-br	-0,82	1,92	0,19	-0,79 *	0,22	1,28	0,40 *	11,02 *	-1,54	8,89 *
7	H2nj-br, j-br — — H2nj-br, br	-5,46 *	-13,28 *	-0,63	-3,34 *	0,21	-10,15 *	-0,47 *	-15,88 *	1,72	29,65 *
8	H6nj-br, j-br — — H6nj-br, br	4,71	5,08	-0,12	0,51	-0,18	-2,20	0,11	-4,54	-0,62	4,31 *

Objaśnienia:

n — nagie

o — oplewione

br — brunatne

j-br — jasno-brunatne

c-br — ciemno-brunatne,

H — mieszaniec

* — kontrast istotny na poziomie $\alpha = 0,05$

i białka (np. 15 do 20). Jednak u mieszańców sześciorzędowych nawet w przypadku dość niskiej masy 1000 ziarn, wysoki plon ziarna może łączyć się z wysoką zawartością białka, co daje nieraz znakomity efekt w wysokim plonie białka (nr 25, 38, 43).

Plon ziarna należy zawsze do cech najbardziej zmiennych, możliwych do udokumentowania tylko w ścisłych doświadczeniach polowych. Ujawnia on liczne transgresje plusowe i minusowe.

Mniej zmienna od plonu jest procentowa zawartość białka. Mimo to sytuacja komplikuje się, o ile pragnie się osiągnąć wysoki plon białka z hektara. Jest to jednak możliwe jak to udowodniliśmy w przypadkach zarówno form dwurzędowych jak i sześciorzędowych.

Tabela 4

Zależności między pokoleniami uzyskane w oparciu o analizę korelacji i regresji wielokrotnej u mieszańców z krzyżówki *Burca* × *Brown*

Cecha	Zmienna zależna	Zmienne niezależne				Poziom istotności regresji	Współczynnik determinacji dla wszystkich zmiennych niezależnych	Zmienne niezależne istotne na poziomie $\alpha = 0,05$	Współczynnik determinacji dla zmiennych istotnych
		Współczynniki korelacji							
		1 (F_2)	2 (F_3)	3 (F_4)	4 (F_6)				
Liczba dni od wschodów do kłoszenia	F_3	0,87*	—	—	—	0,000	75,7 ⁰ / ₀	1	75,7 ⁰ / ₀
	F_4	0,88*	0,84*	—	—	0,000	79,7 ⁰ / ₀	1, 2	79,7 ⁰ / ₀
	F_6	0,74*	0,67*	0,61*	—	0,000	56,6 ⁰ / ₀	1	55,2 ⁰ / ₀
	F_7	0,83*	0,89*	0,79*	0,88*	0,000	94,6 ⁰ / ₀	1, 2, 3, 4	94,6 ⁰ / ₀
Wysokość roślin	F_3	0,23	—	—	—	0,144	5,3 ⁰ / ₀	—	5,3 ⁰ / ₀
	F_4	0,25	-0,07	—	—	0,198	7,9 ⁰ / ₀	—	6,3 ⁰ / ₀
	F_6	-0,36*	-0,14	0,50*	—	0,000	50,1 ⁰ / ₀	1, 3	50,0 ⁰ / ₀
	F_7	-0,06	-0,08	0,62*	0,71*	0,000	59,4 ⁰ / ₀	3, 4	59,1 ⁰ / ₀
Liczba kłosów	F_3	-0,00	—	—	—	0,553	0,9 ⁰ / ₀	—	0,9 ⁰ / ₀
	F_4	-0,28	-0,29	—	—	0,083	25,7 ⁰ / ₀	—	25,7 ⁰ / ₀
	F_6	-0,16	0,11	0,18	—	0,381	7,7 ⁰ / ₀	—	3,2 ⁰ / ₀
	F_7	0,06	-0,12	-0,05	0,37*	0,064	20,8 ⁰ / ₀	4	13,7 ⁰ / ₀
Długość kłosa	F_3	-0,11	—	—	—	0,491	1,2 ⁰ / ₀	—	1,2 ⁰ / ₀
	F_4	0,01	0,56*	—	—	0,001	31,7 ⁰ / ₀	2	31,2 ⁰ / ₀
	F_6	-0,06	0,43*	0,75*	—	0,000	57,4 ⁰ / ₀	3	56,9 ⁰ / ₀
	F_7	-0,04	0,38*	0,45*	0,96*	0,000	92,2 ⁰ / ₀	4	91,8 ⁰ / ₀
Zbitość kłosa	F_3	0,63*	—	—	—	0,000	40,1 ⁰ / ₀	1	40,1 ⁰ / ₀
	F_4	0,56*	0,34*	—	—	0,001	31,5 ⁰ / ₀	1	31,5 ⁰ / ₀
	F_6	0,41*	0,32*	0,44*	—	0,013	24,3 ⁰ / ₀	3	19,8 ⁰ / ₀
	F_7	0,33*	0,42*	0,48*	0,59*	0,001	46,5 ⁰ / ₀	2, 4	34,9 ⁰ / ₀

cd. tab. 4

Cecha	Zmienne za- leżna	Zmienne niezależne				Poziom istotno- ści re- gresji	Współ- czynnik deter- minacji dla wszyst- kich zmien- nych nieza- leżnych	Zmienne nieza- leżne istotne na po- ziomie $\alpha = 0,05$	Współ- czynnik deter- minacji dla zmien- nych istot- nych
		współczynniki korelacji							
		1 (F ₂)	2 (F ₃)	3 (F ₄)	4 (F ₆)				
Masa 1000 ziarn	F ₃	0,39*	—	—	—	0,011	15,1%	1	15,1%
	F ₄	0,15	0,35*	—	—	0,074	12,5%	2	12,5%
	F ₆	-0,18	0,27	0,46*	—	0,002	32,8%	3	21,7%
	F ₇	-0,07	0,30	0,59*	0,83*	0,000	74,6%	3, 4	74,5%
Masa ziarna z 1 kłosa	F ₃	0,51*	—	—	—	0,001	25,5%	1	25,5%
	F ₄	0,34*	0,47*	—	—	0,005	23,6%	2	22,1%
	F ₆	0,60*	0,58*	0,32*	—	0,000	46,3%	1, 2	46,3%
	F ₇	0,35*	0,57*	0,38*	0,74*	0,000	60,8%	4	54,0%
Masa ziarna z 1 rośliny	F ₃	0,67*	—	—	—	0,000	44,4%	1	44,4%
	F ₄	0,25	0,26	—	—	0,202	7,9%	—	6,8%
	F ₆	0,35*	0,27	0,14	—	0,154	12,8%	1	12,1%
	F ₇	0,09	0,03	0,19	0,04*	0,000	45,6%	4	41,1%
Zawartość białka	F ₃	0,64*	—	—	—	0,000	40,3%	1	40,3%
	F ₄	0,29	0,49*	—	—	0,005	23,5%	2	23,5%
	F ₆	0,53*	0,43*	0,40*	—	0,001	34,7%	1	28,3%
	F ₇	0,10	0,12	0,26	0,39*	0,112	17,3%	4	15,4%
Plon białka	F ₃	0,10	—	—	—	0,240	3,4%	—	3,4%
	F ₄	0,05	0,10	—	—	0,810	1,1%	—	1,0%
	F ₆	0,52*	0,28	0,17	—	0,002	32,1%	1	26,9%
	F ₇	0,38*	0,13*	0,09	0,59*	0,002	35,5%	4	34,5%

Zależność między pokoleniami przedstawiono w tabeli 4. W F₂ uzyskanych i opisanych zostało 211 mieszańców. W dalszych pokoleniach były to już rodziny wyprowadzone z pojedynczych roślin F₂, F₃ i F₄. W F₅ nastąpiło rozmnożenie materiału z F₄ tak, aby w F₆ i F₇ można było uzyskać możliwie ustabilizowane linie do badań ściślejszych. Jednocześnie z rozmnażaniem przeprowadzona była ostra selekcja dla wyrównania materiału pod względem genetycznym. Z tego względu w F₆ i F₇ wysiano już tylko 44 ustabilizowane rodziny mieszańców z których tylko najciekawsze w tabelach uwzględniono. Długa droga do stabilizacji mieszańców musiała oczywiście spowodować różnice między pokoleniami, które są

stosunkowo małe między F_6 i F_7 , większe natomiast między tymi ostatnimi a poprzednimi.

Stopień tego zróżnicowania wyrażony jest za pomocą analizy korelacji i regresji wielokrotnej z uwzględnieniem współczynnika determinacji.

Korelacja i regresja wielokrotna w wymiarach swych współczynników zależy nie tylko od tego, które pokolenie z którym jest porównywane, ale też jaka cecha czy właściwość brana jest pod uwagę. A więc, np. dla liczby dni od wschodów do kłoszenia, współczynnik korelacji między F_7 a F_6 wynosił 0,88, między F_7 i F_4 0,79, między F_7 a F_3 0,89 a między F_7 i F_2 0,83.

Podobnie międzypokoleniowe współczynniki korelacji były dodatnie i istotne dla zbitności kłosa i dla przeciętnego ciężaru jednego kłosa. Powyższe trzy cechy są najbardziej stabilne. Poza tym dosyć stabilna pomijając F_2 jest długość kłosa. Najmniej stabilna jest liczba kłosów z rośliny.

Hipotetyczną liczbę genów rządzących niektórymi cechami ilościowymi obliczono stosując wzór Michaelisa [19]. Stosownie do tego wzoru oszacowano liczbę genów addytywnych (piszemy o genach addytywnych, ponieważ odgrywają one główną rolę w zjawisku transgresji, chociaż nie wykluczone jest również działanie genów dominujących czy epistatycznych) poprzez hipotetyczną liczbę homozygot w F_2 — na zasadzie wariancji potomstwa F_3 porównanej z wariancją form rodzicielskich. Do homozygot zaliczono te rośliny F_2 , których potomstwo wykazało wariancję podobną do wariancji rodziców, natomiast te rośliny których potomstwo wykazało wariancję większą od wariancji rodziców, zaliczono do form heterozygotycznych. Podobnie liczbę roślin homozygotycznych w F_3 określono na podstawie ich potomstwa w F_4 . Cyfry dotyczące przybliżonego oszacowania liczby genów dotyczących wysokości roślin, długości kłosa, masy 1000 ziarn i procentowej zawartości białka zamieszczone są w tabeli 5.

Przypuszczamy, że w F_3 na skutek dalszych rozszczepień i wymendlowywania większej ilości recesywów w porównaniu z pokoleniem F_2 liczba

Tabela 5

Hipotetyczna liczba genów obliczona na podstawie danych z krzyżówki
Burea × *Brown*

	Wysokość roślin		Długość kłosa		Masa 1000 ziarn		Procentowa zawartość białka	
	F_2	F_3	F_2	F_3	F_2	F_3	F_2	F_3
Procent roślin homozygotycznych	21,05	31,48	24,64	21,74	8,82	34,62	12,19	30,76
Liczba genów	2	4	2	5	4	4	3	4

ujawniających się genów może być większa i dlatego nie dziwią nas różnice w liczbie genów oszacowanej na podstawie tych dwóch pokoleń. Chyba słuszniejsze jest z tego powodu wnioskowanie na podstawie stosunków w F_3 . Wynika z tego, że liczba genów dotycząca wymienionych cech może wynosić w opisywanej krzyżówce 4 do 5.

Mieszzańce krzyżówki Alsa × Burea

W przedstawionej tabeli 6 zamieszczony jest materiał informacyjny dotyczący cech i właściwości form rodzicielskich i mieszańców tej krzyżówki. Alsa w porównaniu z Burea jest nieco późniejsza, znacznie wyższa, o większym krzewieniu, znacznie dłuższym kłosie, niewiele mniejszej masie 1000 ziarn, mniejszym ciężarze ziarna z kłosa, lecz wyższym ogólnym plonie ziarna, znacznie niższej zawartości białka w ziarnie i w rezultacie niższym plonie białka.

Transgresje mieszańców są bardzo wyraźne. Do badań wybrano mieszańce sześciorzędowe. Mieszaniec 615/6 jest znacznie wcześniejszy od obojga rodziców, o mniejszej masie 1000 ziarn, znacznie wyższym plonie ziarna i bardzo wysokim plonie białka. Mieszaniec 632/2 jest późniejszy od Alsy, ma mniejszą od rodziców masę 1000 ziarn, znacznie wyższy plon ziarna i plon białka. Ten ostatni mieszaniec w drugim roku badań (1977) z powodu mniej korzystnego układu warunków atmosferycznych nie osiągnął plonu ziarna i plonu białka Alsy. W przeciętnej z dwóch lat jednak i ten mieszaniec wykazał udowodnioną transgresję.

Mieszzańce krzyżówki Impala × Himalaya

Impala, dwurzędowa, oplewiona odmiana holenderska w porównaniu z sześciorzędową, nagoziarnistą odmianą azjatycką Himalaya jest bardziej rozkrzewiona, o dłuższym kłosie, większej masie 1000 ziarn i o niższej zawartości białka w ziarnie.

Wspomniane odmiany w obu latach (1976 i 1977) zachowywały się odmiennie. Himalaya na gorsze warunki wegetacji reagowała ujemnie.

Krzyżówka tych odmian zawiodła nasze oczekiwania w selekcji dalszych pokoleń. W pokoleniu F_3 zapowiadała się jeszcze nieźle i wykazała sporo transgresji. Prawdopodobnie popełniliśmy w dalszej selekcji jakieś błędy. W pokoleniu F_6 , w roku lepszego plonowania, mieszaniec 643/1 wykazał się jeszcze nienajgorzej. Przy wcześniejszym kłoszeniu dał plon ziarna równy Impali, ale pokonał ją wyższym procentem i plonem białka. W roku słabszego plonowania (1977) Impala okazała się jednak korzystniejsza.

Tabela 6

Srednie wartosci cech morfologicznych i fizjologicznych pokoleń F₆ i F₇ mieszańców
 Alsa × Burea, Impala × Himalaya, Lubuski × Lonhi, Lubuski × Brage Körn,
 Kazimierski × Brage Körn (Poznań 1977)

Nr	Rodzice i mieszańce	Rzę- do- wość kło- sa	Oplewie- nie ziarna	Kolor plewy i ziarna	Liczba dni od wschodów do kłoszenia	Wysokość roślin (cm)	Liczba kłosów	Długość kłosa (cm)	Zbiżość kłosa	Masa 1000 ziarn (g)	Masa ziarna z 1 kłosa (g)	Masa ziarna z 10 roślin (g)	Zawartość białka (%)	Plon białka
1	Alsa ♀	2	oplewione	jasnobrunatne	59,8	77,9	4,6	11,1	2,6	50,1	1,2	47,2	14,6	6,8
2	Burea ♂	6	oplewione	ciemnobrunatne	55,5	55,3	3,1	6,4	2,6	51,9	1,7	35,4	20,5	6,9
	Alsa × Burea													
3	615/6	6	oplewione	jasnobrunatne	52,2	59,8	4,7	7,6	2,6	42,9	1,6	57,6	16,4	9,6
4	632/2	6	oplewione	jasnobrunatne	61,8	70,8	3,6	9,4	2,7	46,6	2,5	48,1	15,7	7,6
	Impala ♀	2	oplewione	jasnobrunatne	61,0	65,8	5,6	10,4	2,7	43,0	1,1	42,8	14,1	6,1
6	Himalaya ♂	6	nagie	jasnobrunatne	61,8	61,8	3,2	8,8	2,6	34,2	0,9	33,6	18,6	5,9
	Impala × Hima- laya													
7	643/1	2	nagie	jasnobrunatne	58,5	69,8	5,6	11,4	2,3	44,2	0,9	34,7	17,9	6,1
8	648/6	6	nagie	jasnobrunatne	63,6	63,2	3,0	8,8	2,6	33,6	1,1	26,1	18,7	4,6
	Lubuski ♀	2	oplewione	jasnobrunatne	62,2	77,6	5,4	12,1	2,5	51,3	1,2	44,7	14,2	6,9
10	Lonhi ♂	2	oplewione	jasnobrunatne	59,4	87,6	4,2	12,0	2,5	47,5	1,0	35,2	15,7	5,5
	Lubuski × Lonhi													
11	1100/4	2	oplewione	jasnobrunatne	59,0	83,8	5,5	11,6	2,6	47,3	1,1	41,3	16,2	6,6
12	1103/9	2	oplewione	jasnobrunatne	61,3	76,8	5,2	11,9	2,5	51,1	1,2	47,5	15,0	7,2
13	1107/6	2	oplewione	jasnobrunatne	58,5	82,4	6,2	11,8	2,6	52,7	1,3	55,9	14,7	8,2

cd. tab. 6

Nr	Rodzice i mieszańce	Rzę- do- wość kło- sa	Ople- wienie ziarna	Kolor plewy i ziarna	Liczba dni od wschodów do kłoszenia	Wysokość roślin (cm)	Liczba kłosów	Długość kłosa (cm)	Zbiżość kłosa	Masa 1000 ziarn (g)	Masa ziarna z 1 kłosa (g)	Masa ziarna z 10 roślin (g)	Zawartość białka (%)	Plon białka
14	Lubuski ♀	2	oplewione	jasnobrunatne	62,2	77,6	5,4	12,1	2,5	51,3	1,2	44,7	14,2	6,9
15	Brage Körn ♂	2	oplewione	jasnobrunatne	61,5	91,1	4,4	13,4	2,4	54,6	1,4	41,5	13,7	5,6
	Lubuski × Bra- ge Körn													
16	1413/6	2	oplewione	jasnobrunatne	59,6	78,1	5,9	12,2	2,4	53,4	1,3	55,4	13,8	7,7
17	1407/1	2	oplewione	jasnobrunatne	52,6	81,7	5,2	11,9	2,5	51,9	1,4	47,1	15,2	7,2
18	1412/a/5	2	oplewione	jasnobrunatne	59,4	76,0	6,6	12,4	2,5	52,2	1,5	79,0	14,5	11,4
19	1406/a/5	2	oplewione	jasnobrunatne	60,0	71,9	5,6	12,4	2,4	47,9	1,5	56,1	14,9	8,6
20	Kazimierski ♀	2	oplewione	jasnobrunatne	63,5	77,3	4,9	10,1	2,8	46,4	1,0	40,5	14,5	6,2
21	Brage Körn ♂	2	oplewione	jasnobrunatne	61,5	91,1	4,4	13,4	2,4	54,6	1,4	41,5	13,7	5,6
	Kazimierski × Brage Körn													
22	757/5/5	2	oplewione	jasnobrunatne	60,6	85,4	6,0	12,0	2,5	50,2	1,2	56,2	13,8	7,8
23	775/7/8	2	oplewione	jasnobrunatne	62,2	84,3	5,7	12,4	2,4	52,2	1,3	57,3	13,6	7,6
24	757/1/1	2	oplewione	jasnobrunatne	62,6	72,2	5,8	12,0	2,5	48,2	1,2	53,3	13,8	7,2
25	775/9/6	2	oplewione	jasnobrunatne	63,0	84,8	5,1	11,1	2,7	46,8	1,2	58,3	13,4	7,8

Mieszańce krzyżówki Lubuski × Lonhi

Dwa dwurzędowe jęczmiona: Lubuski (o wyższym plonie i masie 1000 ziarn) i Lonhi przekrzyżowane ze sobą dały jedną pewną transgresję w plonie ziarna i plonie białka w obu latach, a drugą w roku plennym (1976). Okazały się nimi mieszańce 1107/6 (niezawodny) i 1103/9 (mniej pewny). Pierwszy z nich w roku niepomyślnym nie reagował takim spadkiem plonu jak formy rodzicielskie i inne mieszańce.

Mieszańce krzyżówki Lubuski × Brage Körn

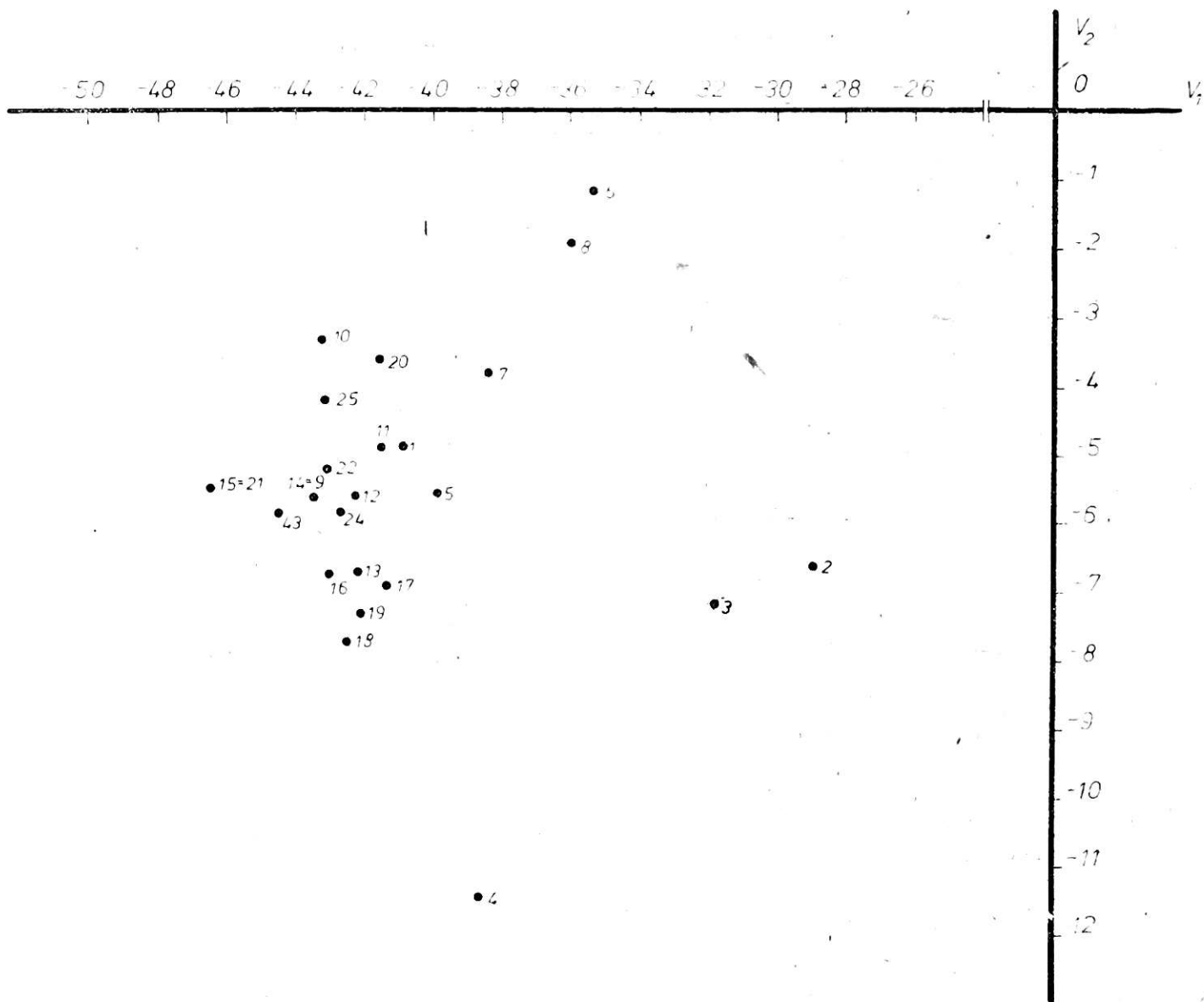
Brage Körn w obu latach był wyższy od Lubuskiego, miał także większą masę 1000 ziarn. Lubuski natomiast przewyższał lekko odmianę Brage Körn plonem ziarna i białka. W krzyżówce tych dwóch odmian uzyskano wszystkie (4) mieszańce transgresyjne, z których dwa: 1412/a/5 (szczególnie plenny w 1976) i 1406/a/5 wykazały poprzez wysoki plon ziarna najsilniejszą transgresję w plonie białka. W roku 1977 wyniki potwierdziły się lecz w mniejszej skali. Pozostałe mieszańce tej krzyżówki wykazały także transgresję w plonie ziarna i plonie białka, lecz w mniejszym zakresie.

Mieszańce krzyżówki Kazimierski × Brage Körn

Brage Körn charakteryzował się większą wysokością roślin niż odmiana Kazimierski, dłuższym kłosem i większą masą 1000 ziarn, Kazimierski natomiast cechował się przeciętnie wyższym procentem białka w ziarnie. Wszystkie mieszańce wykazały w obu latach wyraźną transgresję w plonie ziarna i białka w porównaniu z obiema formami rodzicielskimi.

Wielozmienna analiza wariancji dotycząca mieszańców z krzyżówek 2 do 6

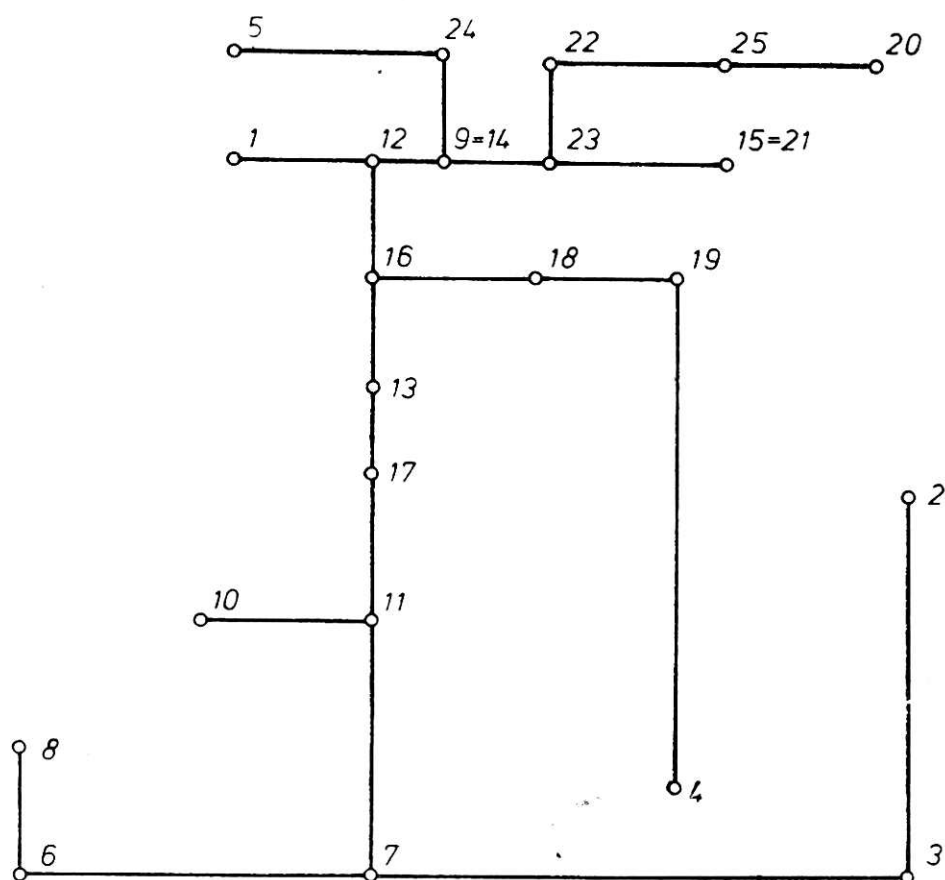
Interesujących informacji dotyczących wzajemnych powiązań między badanymi odmianami i mieszańcami z uwzględnieniem wszystkich cech łącznie dostarczyła analiza zmiennych kanonicznych, której wyniki przedstawiono na rysunku 3, oraz określenie najbliższych połączeń między parami średnich wielozmiennych przedstawionych za pomocą dendrytu (rys. 4). Zarówno na jednym jak i drugim wykresie widoczna jest wyraźna odrębność odmian Burea (2) i Himalaya (6) od dwurzędowych odmian europejskich. Mieszańce uzyskane w wyniku skrzyżowania tych odmian



Rys. 3 Położenie oszacowanych średnich dla form rodzicielskich i mieszańców w płaszczyźnie pierwszych dwóch zmiennych kanonicznych V_1 i V_2 .

Formy rodzicielskie	Mieszańce
Alsa (1) × Burea (2)	3, 4
Impala (5) × Himalaya (6)	7, 8
Lubuski (9) × Lonhi (10)	11, 12, 13
Lubuski (14) × Brage Körn (15)	16, 17, 18, 19
Kazimierski (20) × Brage Körn (21)	22, 23, 24, 25

z odmianami europejskimi Alsa (1) i Impala (5) zajmują miejsce pośrednie różniąc się od obojga rodziców. W krzyżówce Alsa×Burea mieszańiec oznaczony numerem 3 jest bardziej podobny do formy rodzicielskiej Burea, natomiast mieszańiec nr 4 pod względem badanego kompleksu cech ilościowych najbardziej zbliżony jest do mieszańca nr 19 z krzyżówki Lubuski×Brage Körn. Podobnie z dwóch mieszańców pochodzących z krzyżówki Impala×Himalaya jeden (nr 8) jest podobny do formy rodzicielskiej Himalaya, drugi natomiast (nr 7) do mieszańca nr 11 z krzyżówki Lubuski×Lonhi.



Rys. 4 Dendryt form rodzicielskich i mieszańców wykreślony na podstawie odległości Mahalanobisa

Formy rodzicielskie

Alsa (1) × Burea (2)

Impala (1) × Burea (2)

Lubuski (9) × Lonhi (10)

Lubuski (14) × Brage Körn (15)

Kazimierski (20) × Brage Körn (21)

Mieszańce

3, 4

7, 8

11, 12, 13

16, 17, 18, 19

22, 23, 24, 25

Odmiany europejskie: Lubuski (9), Lonhi (10), Brage Körn (15) i Kazimierski (20) pod względem wszystkich cech różnią się między sobą wyraźnie, co znajduje swoje odbicie szczególnie na dendrycie (rys. 4). Zarówno europejskie odmiany rodzicielskie jak i ich mieszańce stanowią w porównaniu z pozostałymi krzyżówkami podobną do siebie grupę biotypów, i aczkolwiek różnice między niektórymi z nich są istotne, trudno podzielić je na wyraźne grupy odpowiadające ich pochodzeniu.

Kontrastów mieszańców z formami rodzicielskimi z braku miejsca tutaj nie podajemy. Porównując mieszańce z rodzicami pod względem wszystkich analizowanych cech łącznie stwierdzono, że w większości przypadków różnice te były istotne. Szczególnie silne zróżnicowanie wystąpiło między mieszańcami z krzyżówki Alsa × Burea a ich odmianami rodzicielskimi, co znalazło swoje odbicie w wysokich wartościach F_{obl} . Cechami najsilniej wpływającymi na to zróżnicowanie były w tym wy-

padku wysokość roślin, termin kłoszenia, długość kłosa, masa 1000 ziarn, plon z kłosa i zawartość białka.

W pozostałych kombinacjach krzyżówkowych aczkolwiek różnice między mieszańcami a rodzicami w odniesieniu do poszczególnych cech nie były we wszystkich wypadkach istotne, to traktując wszystkie cechy łącznie zróżnicowanie to było prawie we wszystkich przypadkach statystycznie istotne.

Dyskusja

Materiał łączny sześciu krzyżówek doprowadzanych do siódmego pokolenia przedstawiony w niniejszym artykule w formie skróconej wystarcza do przedyskutowania pewnych szczegółów dotyczących zjawiska dziedziczenia i transgresji cech ilościowych. Niełatwo jest uzyskać obraz pełny, a to na skutek wzajemnie współpracujących czynników genetycznych i warunków środowiska. Warunki środowiska, nawet w jednej miejscowości, są w każdym roku w uprawie polowej odmienne, gdyż badany materiał roślinny z reguły zmienia swoje miejsce choćby ze względu na przyjęty płodozmian i nawożenie. Do tego dochodzą jeszcze w każdym roku odmienne warunki pogody wyrażające się w skomplikowanych następstwach przede wszystkim temperatury, nasłonecznienia, wiatrów i opadów.

Można sobie wyobrazić, że w bardzo niekorzystnych układach różnego typu transgresje, tak zresztą jak i heterozje, mogą się w ogóle nie ujawniać. Dopiero w warunkach co najmniej przeciętnych jeśli nie szczególnie korzystnych, zjawiska te ujawniają się w pełnym wyrazie.

W oryginalnych pracach naszych najwyraźniej widać to w postaci lepszych efektów uzyskanych w korzystniejszych warunkach roku 1976 w porównaniu z rokiem 1977. Lata te może najlepiej ilustrują tę tezę, gdyż zasiane były w nich te same i to względnie ustabilizowane linie w możliwie ścisłych doświadczeniach.

Najkorzystniejsze są transgresje wyrażające się zarówno w plonie ziarna jak i w procencie białka. Te jednak są ze względu na istniejące ujemne korelacje między tymi dwiema cechami stosunkowo rzadsze (łamacze korelacji). Wobec tego zwróciliśmy baczną uwagę na te linie, których wysoki plon białka uwarunkowany był wysokim plonem ziarna przy znacznym choć nie wyróżniającym się poziomie białka. Wówczas uzyskuje się bardzo korzystne efekty, a mianowicie odmiany pełne o podwyższonym nieraz znacznie składzie jakościowym. Ponieważ w dzisiejszym użytkowaniu ponad 90% plonu idzie nie na cele browarne, lecz pokarmowe, sprawa ta jest w produkcji i użytkowaniu niezmiernie ważna.

Z badań naszych wynika, że niekoniecznie bardzo oddalone biologicznie i geograficznie odmiany czy biotypy trzeba krzyżować, jak w naszym przypadku Burea \times Brown, Alsa \times Burea i Impala \times Himalaya. Transgresje pojawiają się również w mieszańcach krzyżówek form nie tak oddalonych geograficznie i o bliższym pokrewieństwie biologicznym, lecz uwarunkowanych odmiennymi genami, jak to miało miejsce prawdopodobnie w krzyżówkach odmian polskich (Lubuski i Kazimierski) z odmianą szwedzką Brage Körn i fińską Lonhi.

W syntezie wyników, winniśmy podkreślić, że mieszańce z krzyżówki holenderskiej dwurzędowej odmiany Impala z hinduską, sześciorzędową o ziarnie nagim Himalaya wykazały w drugim, a zwłaszcza trzecim pokoleniu silnie zaznaczone transgresje o wysokim plonie ziarna połączonym z wysoką zawartością białka, a jeszcze częściej, co jest zrozumiałe, o wysokim plonie ziarna oraz więcej niż średniej zawartości białka. W obu tych przypadkach krzyżówka ta wydała niezwykle korzystne mieszańce o wysokim plonie białka. Na podstawie tych danych mieszańce tej krzyżówki zostały szczegółowo wraz z morfologią opisane w pracy 3 naszego cyklu (Barbacki i inni, 1976).

Z przedstawionych przez nas danych można zauważyć, że także wiele morfologicznych cech ulega transgresjom, nieraz silnym, co ma niemałe znaczenie dla ogólnego obrazu biologicznego, a ponadto może mieć znaczenie praktyczne. Może niezbyt małe, ale średniej wysokości rośliny, o ile mają silniejszą słomę, są szczególnie wydajne. Zbyt wysokie rośliny nie są tak wydajne ze względu na większą podatność na wyleganie. Dłuższe kłosa często przyczyniają się do zwiększenia plonowania, natomiast większa liczba kłosów z rośliny może obniżyć średni plon ziarna z kłosa, co u zbóż jarych nie wpływa korzystnie na plon ziarna. Masa 1000 ziarn, która może być wyższa u jęczmion dwurzędowych, jest często korzystna. U sześciorzędowych jęczmion masa 1000 ziarn nie jest taka wysoka, mimo to nie wpływa ujemnie na uzyskanie wysokich plonów ziarna i białka.

Rzecz zrozumiała, że mieszańce zbyt wczesne nie są tak plenne jak późniejsze. Z kolei formy bardzo późne w naszym klimacie nie są zbyt korzystne. Potwierdzają to do pewnego stopnia niektóre grupy mieszańców z krzyżówki Burea \times Brown.

Na podstawie procentu roślin homozygotycznych w pokoleniu F_2 i F_3 wyliczono hipotetyczną liczbę genów warunkujących niektóre z badanych cech w krzyżówce Burea \times Brown. Wyniki uzyskane na podstawie pokolenia F_3 , które są być może bardziej miarodajne, w porównaniu z pokoleniem F_2 , wskazują na występowanie 4 genów wpływających na wysokość roślin, masę 1000 ziarn i zawartość białka oraz 5 genów warunkujących długość kłosa.

Morfologia jęczmienia w szerszym znaczeniu opracowywana jest już od kilku lat przez Jeżowskiego, jednego ze współautorów obecnego i przewidzianego cyklu prac, także i od strony genetycznej.

Cenne wskazówki co do metody wyboru odpowiednich par rodzicielskich do krzyżowania oraz sporo informacji genetycznych uzyskała współautorka Surma [25] w serii krzyżówek diallelicznych w oryginalnym układzie i opracowaniu statystycznym.

Liczymy też na dalsze efekty krzyżówek międzygatunkowych *Hordeum vulgare* × *Hordeum bulbosum* innego współautora tej pracy, Adamskiego [1], które jakkolwiek nie tworzą mieszańców międzygatunkowych, dają jednakże haploidy *H. vulgare*. Formy te po podwojeniu liczby chromosomów dają płodne rośliny w stanie homozogotycznym. W przypadku otrzymania z jakiegokolwiek krzyżówki *H. vulgare* cennego mieszańca można go we wczesnych pokoleniach przekrzyżować z *H. bulbosum* i w ten sposób od razu genetycznie ustabilizować. Byłoby to rzeczywiste przyspieszenie w uzyskaniu cennych rekombinacji i transgresji różnego rodzaju.

A teraz wróćmy do historii. Badacz szwedzki Nilsson-Ehle [21] w krzyżówkach różnych odmian owsa i pszenicy uzyskał po raz pierwszy, a w każdym razie pierwszy zauważył i ściśle opisał przekroczenie przez mieszańce form rodzicielskich, które nazwał transgresjami. Geny powodujące transgresje nazwał kumulatywnymi, czyli tworzącymi omawiane zjawisko łącznie. Dzisiaj geny te nazywamy addytywnymi. Znaczenie tych dwóch terminów jest podobne.

W ciągu wieków ludzie krzyżowali rośliny i starali się wybierać mieszańce plenniejsze czy lepsze jakościowo od tych, które posiadali. Przy większej znajomości rzeczy wybierali więc formy transgresyjne i stąd rolnictwo zyskiwało wyższe plony i zarazem lepsze jakościowo.

Amerykański hodowca Shull [24] opracował metodę hodowli kukurydzy opartą o wykorzystanie zjawiska heterozji. Polegała ona na tworzeniu linii wsobnych i krzyżowaniu najlepszych z nich pomiędzy sobą. Metoda heterozyjna została później zastosowana do innych roślin obcopolnych o dostatecznym stopniu samopłodności.

Ściśle biorąc heterozja jest pewną formą transgresji, a mianowicie transgresją ograniczoną do pierwszego pokolenia. W obu przypadkach istota rzeczy polega na przekroczeniu przez mieszańce form rodzicielskich, trwałego w transgresji a mniej trwałego w heterozji. Heterozja stosownie do koncepcji Shulla w istocie swej oparta jest o zjawisko dominacji. W przeciwieństwie do tego zjawisko transgresji dotyczy także genów recesywnych, co jest ważne z tego względu, że uwarunkowane nimi są także cenne właściwości użytkowe roślin.

Wydaje się, że w genetyce i hodowli roślin coraz większą rolę odgry-

wać będzie ilościowe ujmowanie cech morfologicznych i fizjologicznych ważnych w przyrodzie i rolnictwie, przy czym bardzo pomocne może okazać się kompleksowe ujmowanie cech możliwie poprzez zastosowanie wielozmiennej analizy wariancji i innych pokrewnych jej metod wielozmiennych. W operowaniu kompleksami cech ilościowych organizmów leży duża przyszłość badań genetycznych i prac hodowlanych. Przecież rozważanie kompleksu cech jest naturalniejszym badaniem przyrody niż analizowanie tylko oddzielnych cech.

LITERATURA

1. A d a m s k i T.: Badania nad możliwością skrócenia cyklu hodowlanego jęczmienia (*Hordeum vulgare* L.) w oparciu o krzyżówki z *Hordeum bulbosum* L. Praca doktorska, 1978.
2. B a r b a c k i S.: Z badań nad jęczmieniem. Cz. 1. Kilka zagadnień z zakresu zmienności i dziedziczności cech morfologicznych. Pamiętnik Instytutu w Puławach, 10; 126—162, 1929.
3. B a r b a c k i S.: Z badań nad jęczmieniem. Cz. 2. Zmienność i dziedziczenie niektórych cech fizjologicznych. Pamiętnik Instytutu w Puławach, 11, 579—610, 1930.
4. B a r b a c k i S.: Z badań nad jęczmieniem. Cz. 3. Zmienność i dziedziczenie zawartości azotu w ziarnie czystych linii i mieszańców. Pamiętnik Instytutu w Puławach, 14, 106—157, 1933.
5. B a r b a c k i S.: Dalsze badania nad dziedziczeniem i zmiennością zawartości azotu w ziarnie jęczmienia. Roczniki Nauk Rolniczych i Leśnych, 1. XLIX, 267—315, 1947.
6. B a r b a c k i S., K u r h a ń s k a G., S u r m a M., A d a m s k i T.: Transgressions in barley (*Hordeum sativum* Jess.). 1. Description of varieties and performed crosses. Information on methods. Gen. Pol., 17, 3—13, 1976.
7. B a r b a c k i S., K u r h a ń s k a G., A d a m s k i T., S u r m a M. Transgressions in barley (*Hordeum sativum* Jess.). 2. Transgressions of crude protein in the grain of hybrids Burea x Brown. Gen. Pol., 17: 15—33; 1976.
8. B a r b a c k i S., K u r h a ń s k a G., S u r m a M., A d a m s k i T.: Transgressions in barley (*Hordeum sativum* Jess.). 3. Transgressions of crude protein in the grain of hybrids Impala x Himalaya. Gen. Pol., 17: 34—40, 1976.
9. B a r b a c k i S., K u r h a ń s k a G., S u r m a M., A d a m s k i T.: Transgressions in barley (*Hordeum sativum* Jess.). 5. Observation in the effect of different factors confusing the estimation of biotypes and transgressions. Gen. Pol., 17: 67—75, 1976.

10. Barbacki S., Kurhańska G., Adamski T., Surma M.: Transgressions in barley (*Hordeum sativum* Jess.). 6. Transgressions and heterosis — their importance for plant evolution and breeding. Gen. Pol., 17: 77—82, 1976.
11. Barbacki S., Caliński T., Surma M., Kurhańska G., Adamski T., Kaczmarek Z., Dobek A., Karczewska A., Jeżowski St.: Transgressions in barley (*Hordeum sativum* Jess.). 7a. Transgressions of F₆ and F₇ hybrids from the cross Burea x Brown. Gen. Pol. Vol. 19, No 4 1978.
12. Barbacki S., Caliński T., Surma M., Kurhańska G., Adamski T., Kaczmarek Z., Dobek A., Karczewska A., Jeżowski St.: Transgressions in barley (*Hordeum sativum* Jess.). 7b. Transgressions of F₆ and F₇ hybrids from the crosses Alsa x Burea, Impala x Himalaya, Lubuski x Lonhi, Lubuski x Brage Körn and Kazimierski x Brage Körn. Gen. Pol. Vol. 19, No. 4, 1978.
13. Caliński T., Czajka S., Kaczmarek Z.: Analiza składowych głównych i jej zastosowanie. Roczniki A.R. w Poznaniu, LXXX, ABS-36, 159—185, 1975.
14. Caliński T., Dyczkowski A., Kaczmarek Z.: Testowanie hipotez w wielozmiennej analizie wariancji i kowariancji. Roczniki A.R. w Poznaniu, LXXXVI, Alg. Biom. Stat. 45: 77—114, 1976.
15. Caliński T., Dyczkowski A., Sitek M.: Procedury testów jednoczesnych w wielozmiennej analizie wariancji (maszynopis) 1974.
16. Caliński T., Kaczmarek Z.: Metody kompleksowej analizy doświadczenia wielocechowego. Trzecie Kollokwium Metodologiczne z Agro-Biometrii, Wykłady, 258—319, 1973.
17. Ceranka B., Chudzik H., Czajka S., Kaczmarek Z.: Wielozmienna analiza wariancji dla doświadczeń czynnikowych. Roczniki A.R. w Poznaniu, XCV, Alg. Biom. Stat. 53: 51—79, 1977.
18. Jeżowski St.: Zmienność, współzależność i dziedziczenie cech determinujących wyleganie jęczmienia jarego (*Hordeum vulgare* L.). Gen. Pol. w druku, 1978.
19. Michaelis P.: Die Vererbung. Handbuch der Pflanzenziichtung, 99—140, 1941.
20. Morrison D.F.: Multivariate Statistical Methods. New York, 1967.
21. Nilson-Ehle H.: Kreuzungsuntersuchungen an Hafer und Weizen. Lund, 1909.
22. Rao C.R.: The use and interpretation of principal components analysis in applied research. Sankhya A, 26: 329—358, 1964.
23. Rao C.R.: Linear Statistical Inference and its Applications. New York, 1965.

24. Shull G.H.: A pure line method of corn breeding. Rep. Amer. Breeders Assoc. 4: 296—301, 1909.
25. Surma M.: Analiza dialleliczna liczby kłosów, liczby kłosek w kłosie, masy 1000 ziarn i zawartości białka u jęczmienia jarego (*Hordeum vulgare* L.). Gen. Pol. (w druku), 1978.