

STANISŁAW JEDYŃSKIKatedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa
Akademia Rolnicza, Wrocław

Odziedziczalność i analiza ścieżkowa komponentów plonu pszenicy jarej

Heritability and path coefficient analysis of yield components in spring wheat

Masa tysiąca ziaren charakteryzowała się dość wysokimi wartościami odziedziczalności. Dla liczby ziaren z kłosa oszacowano średnie, a dla liczby kłosów produktywnych niskie wskaźniki odziedziczalności, zwłaszcza w przypadku mieszańca Dollar × Henika. Masa ziarna z rośliny była determinowana głównie przez liczbę kłosów. Wpływ liczby ziaren był znacznie mniejszy, ale istotny. Nie stwierdzono natomiast istotnej współzależności między masą tysiąca ziaren a masą ziarna z rośliny. Korelacje między komponentami plonu były niskie i jedynie u mieszańca Dollar × Henika obliczono bliską istotności ujemną zależność między liczbą kłosów a masą tysiąca ziaren. Wydaje się, że plenność pojedynków będzie można zwiększyć prowadząc selekcję na liczbę ziaren z kłosa i utrzymując masę tysiąca ziaren na określonym poziomie.

Słowa kluczowe: analiza ścieżkowa, komponenty plonu, odziedziczalność, pszenica jara

In a study of two spring wheat hybrids heritability estimates were very high for plant height, high for 1000 grain weight, intermediate for no. of grains/ear and very low for no. of ears/plant and grain yield/plant. No. of ears/plant had the highest positive correlation with grain yield/plant. Association of no. grains/ear with plant yield was much lower but significant. There was no significant relationship between 1000-grain weight and grain yield/plant. Correlations between yield components were very low. Negative correlation, which did not reach significance, was found between no. of ears/plant and 1000 grain weight in one cross. The results of this study indicated that no. of grains/ear was the most important character in selection for high grain yield.

Key words: heritability, path coefficient analysis, spring wheat, yield components

WSTĘP

Podstawowym celem prac hodowlanych jest uzyskanie odmian wysokoplennych. Niestety plon jest cechą warunkowaną przez dużą liczbę genów i jak wykazano w wielu badaniach, charakteryzuje się niską odziedziczalnością (Fonseca i Patterson, 1968; Ketata i in., 1976 a; Sidwell i in., 1976). Dlatego też, niektórzy hodowcy zaproponowali, aby selekcję prowadzić w kierunku uzyskania korzystnych komponentów plonu, które na ogół odznaczają się wyższą odziedziczalnością we wczesnych pokoleniach mieszańcowych (McNeal i in., 1978). Komponenty plonu jednakże mogą być skorelowane ujemnie i wobec

tę ważne jest poznanie współzależności między nimi w celu określenia optymalnej presji selekcyjnej. Chociaż literatura na temat korelacji jest dość bogata, to jednak nie wszystkie zawarte tam informacje można wykorzystać w selekcji. W niektórych pracach oszacowano współczynniki korelacji na podstawie pomiarów roślin w obrębie tej samej linii homozygotycznej lub tego samego mieszańca F_1 , co sprawia, że tak uzyskane wyniki mogą mieć zastosowanie przede wszystkim w uprawie roślin w celu określenia optymalnych zabiegów uprawowych (Hadjichristodoulou, 1989; Kadłubiec i in., 1989). W innych pracach korelacje oszacowano na podstawie średnich odmianowych lub populacji homogenicznych (Nass, 1973; McNeal i in., 1974; Ledent, 1977; Briggs i Aytenfisu, 1980; Hucl i Baker, 1988; Ehdaie i Wains, 1989). Takie korelacje mają odniesienie do pracy selekcyjnej, jeżeli próba badanych odmian odznaczała się dużą różnorodnością genetyczną.

Stosunkowo mało jest badań dotyczących korelacji we wczesnych pokoleniach mieszańcowych, w których rozpoczyna się selekcję. Dlatego też celem niniejszej pracy było poznanie odziedziczalności oraz współzależności między plonem ziarna z rośliny a jego komponentami w pokoleniu F_2 dwóch mieszańców pszenicy jarej.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły pokolenia F_2 i F_3 dwóch mieszańców pszenicy jarej: Dollar $\times$ Henika i UH-19 $\times$ Henika. Doświadczenia przeprowadzono w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Swojec należącym do Akademii Rolniczej we Wrocławiu. Nasiona wysiano punktowo w rozstawie 20 x 20 cm. Z każdego mieszańca wybrano losowo po 40 roślin, na których określono następujące cechy ilościowe: wysokość roślin, liczbę kłosów z rośliny, liczbę ziaren z kłosa, masę tysiąca ziaren (MTZ), masę ziarna z rośliny (MZR), masę ziarna z kłosa i masę ziarna z kłosa głównego. Linie F_3 wysiano w rozstawie 20 x 20 cm na poletkach jednorządkowych. Ocenę biometryczną każdej linii F_3 przeprowadzono na pięciu losowo wybranych roślinach. Odziedziczalność obliczono według Freya i Hornera (1957). Analizę ścieżkową komponentów plonu wykonano za pomocą metody ścieżek Wrighta, którą podali Dewey i Lu (1959).

WYNIKI I DYSKUSJA

Wartości wskaźników odziedziczalności przedstawiono w tabeli 1. Najwyższą odziedziczalnością charakteryzowała się wysokość roślin, zwłaszcza u mieszańca Dollar $\times$ Henika. Spośród komponentów plonu dość wysokie wartości wskaźnika uzyskano dla masy tysiąca ziaren, a nieco niższe dla liczby ziaren z kłosa. Liczba kłosów z rośliny i masa ziarna z rośliny miały bardzo niską odziedziczalność. Dla masy ziarna z kłosa i masy ziarna z kłosa głównego obliczono niskie wartości. Zbliżone wskaźniki odziedziczalności dla masy ziarna z rośliny i masy tysiąca ziaren uzyskali Ketata i wsp. (1976 a) oraz Sidwell i wsp. (1976). Węgrzyn i Pochaba (1981) stosując wzór Warnera oszacowali dość wysokie wartości odziedziczalności dla średniego plonu ziarna z kłosa i plonu ziarna z kłosa głównego.

Tabela 1

Wartości współczynników odziedziczalności kilku cech użytkowych pszenicy jarej
Heritabilities for several agronomic characters in spring wheat

Mieszaniec Hybrid	Cecha Character						
	Wysokość roślin Plant height	Liczba kłosów z rośliny No. of ears / plant	Liczba ziaren z kłosa No. of grains / ear	MTZ 1000 grain weight	Masa ziarna z rośliny Plant yield	Masa ziarna z kłosa Weight of grains / ear	Masa ziarna z kłosa głównego Weight of grains / main ear
Dolar × Henika	0,91	0,08	0,37	0,59	0,11	0,34	0,38
UH-19 × Henika	0,77	0,22	0,47	0,57	0,19	0,25	0,27

Współzależności między badanymi cechami przedstawia tabela 2. Głównym komponentem plonu ziarna z rośliny była liczba kłosów. Wpływ liczby ziaren był znacznie mniejszy, ale istotny. Nie stwierdzono natomiast istotnej korelacji między masą tysiąca ziaren a masą ziarna z rośliny. Masa ziarna z kłosa i masa ziarna z kłosa głównego były istotnie skorelowane z masą ziarna z rośliny u mieszańca UH-19 × Henika, natomiast u mieszańca Dollar × Henika istotna współzależność wystąpiła tylko w przypadku masy ziarna z kłosa głównego. Korelacje między komponentami plonu były bardzo niskie i jedynie u mieszańca Dollar × Henika obliczono bliską istotności współzależność między liczbą kłosów a masą tysiąca ziaren. U obydwu mieszańców wysokość roślin nie wpływała na masę ziarna z rośliny, była jednakże pozytywnie i istotnie związana z masą tysiąca ziaren, a w przypadku mieszańca Dollar × Henika również z masą ziarna z kłosa. Masa ziarna z kłosa głównego wykazywała wyższą korelację z masą ziarna z rośliny niż masa ziarna z kłosa.

W analizie ścieżkowej jako cechę główną przyjęto masę ziarna z rośliny, natomiast liczbę kłosów, liczbę ziaren z kłosa i masę 1000 ziaren potraktowano jako przyczyny (tab. 3). U mieszańca UH-19 × Henika efekty bezpośrednie były zbliżone do współczynników korelacji fenotypowej, natomiast u mieszańca Dollar × Henika bezpośredni wpływ liczby ziaren z kłosa na masę ziarna z rośliny był dwukrotnie niższy od współczynnika korelacji między tymi cechami. Z kolei bezpośredni wpływ masy tysiąca ziaren na masę ziarna z rośliny był prawie dwukrotnie wyższy od współczynnika korelacji fenotypowej, co było spowodowane ujemną korelacją między masą tysiąca ziaren a liczbą kłosów. Inni badacze, którzy określali współczynniki korelacji w pokoleniu F_2 uzyskali dużą różnorodność wyników. Ujemne korelacje między masą tysiąca ziaren a liczbą kłosów oszacowali Hsu i Walton (1971), Ketata i wsp. (1976b) oraz Sidwell i wsp. (1976), Virk i wsp. (1977) zaś nie stwierdzili istotnie ujemnych korelacji między komponentami plonu. Fonseca i wsp. (1968) wykazali ujemną korelację między liczbą kłosów a liczbą ziaren z kłosa. We wszystkich badaniach liczba kłosów była najważniejszym komponentem plonu ziarna z rośliny. Jeśli chodzi o pozostałe komponenty to w badaniach Ketaty i wsp. (1976) oraz Sidwella i wsp. (1976) masa tysiąca ziaren wywierała większy wpływ na masę ziarna z rośliny niż liczba ziaren z kłosa. Virk i wsp. (1977) zaś wykazali większy wpływ liczby ziaren z kłosa na masę ziarna z rośliny. Chociaż wysokość roślin nie jest bezpośrednim

komponentem plonu, to jednak jest ona uwzględniana w programach hodowlanych. Wysokie współczynniki korelacji między wysokością a plonem ziarna w pokoleniach F_2 – F_5 obliczyli Law i wsp. (1978).

Tabela 2

Współczynniki korelacji między cechami użytkowymi mieszańców F_2 pszenicy jarej
Phenotypic correlations between agronomic characters in F_2 hybrids of spring wheat

Mieszaniec Hybrid	Cecha Character	Liczba kłosów z rośliny No. of ears / plant	Liczba ziaren z kłosa No. of grains / ear	MTZ 1000 grain weight	Masa ziarna z kłosa Weight of grains / ear	Wysokość roślin Plant height	Masa ziarna z kłosa głównego Weight of grains / main ear
Dollar × Henika	MZR Plant yield	0,693*	0,456*	0,199	0,237	0,086	0,421*
	Liczba kłosów z rośliny No. of ears / plant		0,186	-0,306	-0,480*	-0,236	-0,060
	Liczba ziaren z kłosa No. of grains / ear			0,237	0,382*	0,150	0,826*
	MTZ 1000 grain weight				0,666*	0,527*	0,738*
	Masa ziarna z kłosa Weight of grains / ear					0,403*	0,647*
	Wysokość rośliny Plant height						0,400*
	MZR Plant yield	0,732*	0,370*	0,266	0,373*	0,107	0,462*
	Liczba kłosów z rośliny No. of ears / plant		-0,030	0,013	-0,320*	0,016	-0,001
UH-19 × Henika	Liczba ziaren z kłosa No. of grains / ear			-0,065	0,564*	0,043	0,683*
	MTZ 1000 grain weight				0,401*	0,450*	0,676*
	Masa ziarna z kłosa Weight of grains / ear					0,147	0,700*
	Wysokość rośliny Plant height						0,367*

* — Wartość istotna przy $P = 0,05$

* — Significant at $P = 0,05$

MZR — Masa ziarna z rośliny — Plant yield

W hodowli zbóż ważne są również informacje o korelacji między plonem ziarna z rośliny rosnącej w szerokiej rozstawie a plonem z poletka, gdzie stosuje się siew zwarty. Zagadnieniu temu poświęcono mało uwagi, a uzyskane wyniki nie pozwalają na uogólnienia, ponieważ oparte są na niewielkiej próbie odmian. Wysoką korelację między plonem ziarna z rośliny (siew punktowy 20 x 10 cm) a plonem z ha stwierdzili Borojevic i

Cupina (1968) w doświadczeniach z 9 odmianami pszenicy. Nass (1973) na podstawie dwuletnich badań z 22 odmianami pszenicy jarej wykazał, że masa ziarna z kłosa i liczba ziaren z kłosa były wysoce skorelowane z plonem z poletka. Podobnie Briggs i Aytenfisu (1980) badając 7 odmian i 6 gęstości siewu stwierdzili dodatnią korelację między liczbą ziaren z kłosa i masą ziarna z rośliny a plonem z poletka. W doświadczeniach Nassa i Briggsa pojedynki nie rosły jednakże w szerokiej rozstawie, a pochodziły z tych samych poletków, na których określono plon z poletka.

Tabela 3

**Analiza ścieżkowa czynników wpływających na masę ziarna z rośliny dwóch mieszańców F₂
pszenicy jarej**
Path coefficient analysis of direct and indirect effects on plant yield in two F₂ hybrids of spring wheat

Efekt Effect	Mieszaniec Hybrid	
	Dollar × Henika	UH-19 × Henika
Liczba kłosów i MZR No. of ears vs. plant yield	r = 0,693*	r = 0,732*
Efekt bezpośredni Direct effect	0,772	0,742
Efekt pośredni poprzez liczbę ziaren Indirect effect via no. of grains / ear	0,040	-0,012
Efekt pośredni poprzez MTZ Indirect effect via 1000 grain weight	-0,118	0,004
Liczba ziaren i MZR No. of grains / ear vs. plant yield	r = 0,456*	r = 0,370*
Efekt bezpośredni Direct effect	0,217	0,412
Efekt pośredni poprzez liczbę kłosów Indirect effect via no. of ears	0,144	-0,022
Efekt pośredni poprzez MTZ Indirect effect via 1000 grain weight	0,091	-0,020
MTZ i MZR 1000 grain weight vs. plant yield	r = 0,199	r = 0,270
Efekt bezpośredni Direct effect	0,386	0,302
Efekt pośredni poprzez liczbę kłosów Indirect effect via no. of ears	-0,236	0,009
Efekt pośredni poprzez liczbę ziaren Indirect effect via no. of grains / ear	0,051	-0,027
Efekt resztkowy Residual effect	0,54	0,49
Determinacja MZR przez analizowane cechy Determination of plant yield by the components	71%	76%

* — Wartość istotna przy P= 0,05

* — Significant at P= 0,05

MTZ — masa tysiąca ziaren — 1000 grain weight

MZR — masa ziarna z rośliny — grain yield per plant

Na podstawie wskaźników odziedziczalności i korelacji można wyciągnąć wniosek, że plenność pojedynków będzie łatwiej zwiększyć prowadząc selekcję raczej na liczbę ziaren z kłosa niż masę tysiąca ziaren. Wydaje się, że wniosek ten potwierdzają rezultaty praktycznej hodowli. Wyższe plonowanie nowych odmian jest związane przede wszystkim

z ich zdolnością do produkowania większej liczby ziaren na jednostce powierzchni (Slafer i Anderade, 1991; Calderini i in., 1995; McCaig i De Pauw, 1995). Skuteczność selekcji w badanych populacjach mieszańcowych zostanie przedstawiona w następnej pracy, gdzie wyselekcjonowane linie F₁₂ zostaną porównane z formami rodzicielskimi.

LITERATURA

- Briggs K. G., Aytenfisu A. 1980. Relationships between morphological characters above the flag leaf node and grain yield in spring wheats. *Crop.Sci.* 20: 350 — 354.
- Borojevic S., Cupina T. 1968. Phenotypic expression of different vulgare wheat genotypes under the same environment. *Proceedings of the Third International Wheat Genetics Symposium*. Butterworths: 388 — 396.
- Calderini D. F., Dreccer M. F., Slafer G. A. 1995. Genetic improvement in wheat yield and associated traits. A re-examination of previous results and the latest trends. *Plant Breeding*. 114: 108 — 112.
- Dewey D. R., Lu K. H. 1959. A correlation and path-coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production. *Agron. J.* 51: 515 — 518.
- Ehdaie B., Waines J. G. 1989. Genetic variation, heritability and path-analysis in landraces of bread wheat from southwestern Iran. *Euphytica* 41: 183 — 190.
- Fonseca S., Patterson F. L. 1968. Yield component heritabilities and interrelationships in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Crop. Sci.* 8: 614 — 617.
- Frey K. J., Horner T. 1957. Heritability in standard units. *Agron. J.* 49: 59 — 62.
- Hadjichristodoulou A. 1989. Environmental correlations among grain yield and other important traits of wheat in drylands. *Euphytica* 44: 143 — 150.
- Hucl P., Baker R. J. 1988. An evaluation of common spring wheat germplasm for tillering. *Can. J. Plant Sci.* 68: 1119 — 1123.
- Hsu P., Walton P. D. 1971. Relationships between yield and its components and structure above the flag leaf node in spring wheat. *Crop. Sci.* 11: 190 — 193.
- Kadłubiec W., Jedyński S., Lonc W., Strugała J. 1989. Analiza ścieżek Wrighta komponentów plonu linii i mieszańców F₁, pszenicy ozimej. *Zesz. Probl. Nauk Rol.* 382: 127 — 132.
- Ketata H., Edwards L. H., Smith E. L. 1976 a. Inheritance of eight agronomic characters in a winter wheat cross. *Crop. Sci.* 16: 19 — 22.
- Ketata H., Edwards L. H., Smith E. L. 1976 b. Character association in a Centurk × Bezostaia 1 winter wheat cross. *Cereal Res. Commun.* 4: 23 — 32.
- Law C. N., Snape J. W., Worland A. J. 1978. The genetical relationships between height and yield in wheat. *Heredity* 40: 133 — 151.
- Ledent J. F. 1977. Relationships between culm yield and morphological characters in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *Cereal Res. Commun.* 5: 89 — 99.
- McCaig T. N., De Pauw R. M. 1995. Breeding hard red spring wheat in western Canada: Historical trends in yield and related variables. *Can. J. Plant Sci.* 75: 387 — 393.
- McNeal F. H., Smith E. P., Berg M. A. 1974. Plant height, grain yield, and yield component relationships in spring wheat. *Agron. J.* 66: 575 — 578.
- McNeal F. H., Qualset C. O., Baldrige D. E., Stewart V. R. 1978. Selection for yield and yield components in wheat. *Crop Sci.* 18: 795 — 799.
- Nass H. G. 1973. Determination of characters for yield selection in spring wheat. *Can. J. Plant Sci.* 53: 755 — 762.
- Sidwell R. J., Smith E. L., McNew R. W. 1976. Inheritance and interrelationships of grain, yield and selected yield — related traits in a hard red winter wheat cross. *Crop Sci.* 16: 650 — 654.
- Slafer G. A., Andrade F. H. 1991. Changes in physiological attributes of the dry matter economy of bread wheat (*Triticum aestivum*) through genetic improvement of grain yield potential at different regions of the world. A review. *Euphytica* 58: 37 — 49.

- Virk D. S., Aulakh H. S., Pooni H. S. 1977. A path coefficient analysis of grain yield in three wheat crosses. *Cereal Res. Commun.* 5: 31 — 39.
- Węgrzyn S., Pochaba L. 1981. Sposoby działania genów i odziedziczalność niektórych cech pszenicy ozimej. *Hod. Rośl. Aklim.* 25: 111 — 120.