

LECH BOROS

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Ocena współzależności wybranych cech ilościowych determinujących plon nasion u grochu siewnego (*Pisum sativum* L.), fasoli karłowej (*Ph. vulgaris* L.) i soi (*Glycine max* L. Merrill.)

Evaluation of interrelations among some quantitative traits related to seed yield in pea (*Pisum sativum* L.) dry bean (*Ph. vulgaris* L.) and soybean (*Glycine max* L. Merrill.)

Przeprowadzono analizę współczynników ścieżek dla cech ilościowych determinujących plon nasion u trzech gatunków roślin strączkowych. Stwierdzono duże podobieństwo we współzależnościach cech u badanych gatunków. Najwyższy bezpośredni wpływ na plon nasion u grochu, fasoli i soi miała liczba nasion z rośliny. Niższe dodatnie bezpośrednie efekty stwierdzono dla liczby strąków z rośliny i masy 1000 nasion. Na wysoką wartość współczynników korelacji fenotypowej liczby strąków z rośliny z plonem nasion składały się duże bezpośrednie efekty liczby strąków z rośliny oraz wysokie efekty pośrednie liczby nasion z rośliny. W przypadku, gdy celem selekcji jest podwyższenie plonowania, zarówno liczba nasion z rośliny, jak i MTN powinny być uwzględniane jednocześnie.

Słowa kluczowe: analiza ścieżek, fasola, groch, korelacje fenotypowe, soja

Path coefficient analysis of some quantitative traits related to seed yield was performed for three leguminous species. The high similarities of interrelations among the tested traits were found for these species. Of the yield components, seeds number per plant had the highest direct effect upon yield. Lower direct effects of pods per plant and 1000 seed weight (TSW) on seed yield were recorded. The high phenotypic correlation of pods per plant with seed yield was due to the large indirect effect of seed number per plant. In developing higher yielding genotypes of pea, dry bean and soybean the number of seeds per plant, TSW and pods number per plant should be considered jointly.

Key words: dry bean, pea, path coefficient analysis, phenotypic correlation, soybean

WSTĘP

Nasiona roślin strączkowych są źródłem taniego o wysokiej wartości biologicznej białka a także znaczącym źródłem składników mineralnych, błonnika, witamin głównie

z grupy B, a w przypadku soi również oleju o dużym procentowym udziale NNKT w ogólnej ilości kwasów tłuszczowych. Liczba odmian w Rejestrze COBORU i ich wartość gospodarcza świadczy o istotnym postępie w hodowli grochu, soi i fasoli dla warunków Polski (Boros i in., 1996; Boros i in., 2000; Boros i in., 2001; Milczyńska, 2001; Szyrmer i Boros, 1997; Szyrmer i Boros, 2001; Święcicki i Wiatr, 1997; Wiatr, 2000). Dalsze prace hodowlane koncentrują się na poprawie odporności na choroby, tolerancji na stresy, głównie jednak na poprawie plonu nasion. Plon nasion jest wypadkową działania różnych czynników w okresie wzrostu i rozwoju roślin, które ostatecznie kształtują składowe tej cechy. Najwyższy plon uzyskuje się, gdy poszczególne komponenty plonu osiągną maksymalne wartości. W rzeczywistości negatywne związki pomiędzy komponentami plonu wynikające z wewnętrznej konkurencyjności ograniczają taką możliwość. Znajomość współzależności pomiędzy cechami warunkującymi produktywność jest zatem niezbędna w pracach hodowlanych. Współczynniki korelacji charakteryzujące liniową zależność pomiędzy dwiema zmiennymi nie wystarczają do właściwej interpretacji wyników prac selekcyjnych w hodowli. Wskazany jest wyznaczenie bezpośrednich i pośrednich efektów określonych cech na plon nasion.

Celem przeprowadzonych badań była analiza związków pomiędzy cechami oraz oszacowanie bezpośredniego i pośredniego wpływu wybranych cech, w tym komponentów plonu, na plon nasion u trzech gatunków roślin strączkowych, tj., grochu, soi i fasoli.

MATERIAŁ I METODY

Analiza współzależności pomiędzy wybranymi cechami plonotwórczymi była prowadzona na 81 liniach rekombinacyjnych grochu siewnego, 20 genotypach fasoli i 19 genotypach soi, badanych w odrębnych doświadczeniach IHAR Radzików, założonych metodą bloków losowanych w trzech powtórzeniach dla grochu i dwóch dla pozostałych gatunków. Wysiewano 110 nasion grochu, 40 nasion fasoli i 80 nasion soi o pełnej wartości siewnej na 1 m². Rozstawa rzędów dla fasoli i soi wynosiła — 30 cm, a dla grochu — 20 cm. Zastosowano zabiegi uprawowe typowe dla tych gatunków. Chwasty niszczone chemicznie stosując herbicydy doglebowe w przypadku grochu Topogard, Treflan i Afalon na soję, a Stomp na fasolę. W miarę potrzeby stosowano również herbicydy powschodowe (Basagram i Fusilade). Wykonano opisy biometryczne dojrzałych roślin, wybranych losowo z każdego powtórzenia. Dla 20 roślin każdego genotypu fasoli i grochu oraz 40 roślin soi określono: wysokość rośliny, liczbę strąków z rośliny, liczbę nasion z rośliny, liczbę nasion w strąku, masę tysiąca nasion i plon nasion z rośliny. Korelacje fenotypowe pomiędzy badanymi cechami obliczono według standardowej procedury. Analizę ścieżek wykonano zgodnie z procedurą zaproponowaną przez Dowey i Lu (1959) z wykorzystaniem programu opracowanego przez Grabowskiego (Idźkowska i in., 1993).

WYNIKI I DYSKUSJA

Badane populacje linii grochu, fasoli i soi wykazały istotne zróżnicowanie genotypowe pod względem większości badanych cech. Analiza korelacji fenotypowych dla grochu oraz fasoli karłowej na suche nasiona wykazała dodatni wpływ wszystkich badanych cech na plon nasion z rośliny (tab. 1 i tab. 2). U grochu, na osiem cech, siedem istotnie dodatnio korelowało z plonem nasion. Najwyższe współczynniki korelacji otrzymano dla liczby nasion, liczby strąków, liczby węzłów owocujących na roślinie oraz liczby nasion w strąku a plonem nasion (tab. 1).

Tabela 1

Bezpośredni i pośredni wpływ badanych cech na plon nasion z rośliny u grochu
Direct and indirect effects of the studied characters on seed yield in pea

Cechy Traits		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈
Wysokość roślin Plant height	x ₁	0,030	-0,001	0,012	0,011	0,009	0,006	-0,002	0,002
Wyleganie III Lodging prior to harvest	x ₂	-0,001	0,008	-0,000	-0,000	-0,000	0,000	0,001	-0,001
Liczba węzłów na roślinie Number of nodes per plant	x ₃	-0,011	0,000	-0,029	-0,013	-0,005	-0,005	0,000	-0,003
Liczba węzłów owocujących Fruiting nodes per plant	x ₄	0,011	-0,001	0,014	0,031	-0,008	0,014	-0,006	0,006
Liczba strąków na roślinie Number of pods per plant	x ₅	0,119	-0,017	0,110	0,276	0,407	0,290	-0,076	0,057
Liczba nasion na roślinie Number of seeds per plant	x ₆	0,101	0,001	0,078	0,222	0,354	0,497	0,267	-0,004
Liczba nasion na strąku Seeds per pod	x ₇	-0,013	0,014	-0,023	-0,042	-0,043	0,124	0,230	-0,060
MTN Thousand seed weight	x ₈	0,013	-0,039	0,023	0,043	0,032	-0,017	-0,095	0,27
r _{xy}		0,248*	0,003	0,185*	0,528*	0,771*	0,909*	0,358*	0,191*

r_{xy} — Współczynniki korelacji fenotypowych z plonem nasion; efekty bezpośrednie (druk wytłuszczony)

r_{xy} — Phenotypic correlations with seed yield; direct effects in bold

Ocena korelacji prostych populacji linii fasoli na suche nasiona wykazała istotne dodatnie zależności pomiędzy plonem nasion a liczbą nasion (0,92), liczbą strąków z rośliny (0,84), liczbą nasion na strąku (0,52) oraz długością wegetacji. (tab. 2). Niższe wartości współczynników korelacji uzyskano u soi. Cztery cechy wykazały dodatni związek z plonem nasion. Wysoce istotną, dodatnią korelację stwierdzono pomiędzy plonem nasion z rośliny a liczbą strąków z rośliny $r = 0,705$ i liczbą nasion z rośliny $r = 0,832$ (tab. 3). Otrzymane wyniki współzależności cech determinujących plon nasion u badanych gatunków roślin strączkowych wykazały dużą zgodność z wynikami innych autorów (Adams, 1967; Duarte, Adams, 1972; Rajput i in., 1986; Idżkowska i in., 1989).

W celu zanalizowania związków przyczynowo-skutkowych zachodzących pomiędzy skorelowanymi cechami, otrzymane macierze współczynników korelacji fenotypowych dla badanych cech, po standaryzacji poddano analizie ścieżek (Dewey, Lu, 1959) dla każdego gatunku oddzielnie. Strukturę każdego z współczynników korelacji między cechami przyjętymi za zmienne niezależne a plonem nasion z rośliny (zmienna zależna)

przedstawiono w tabelach 1; 2 i 3. Najwyższy bezpośredni wpływ na plon nasion u badanych gatunków miała liczba nasion z rośliny, który wyrażony w procentach kształtował się od 43%, poprzez 61,4% do 68,2% odpowiednio u grochu, fasoli i soi.

Tabela 2

Bezpośredni i pośredni wpływ badanych cech na plon nasion z rośliny u fasoli
Direct and indirect effects of the tested traits on plant seed yield in dry bean

Cechy Traits		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇
Wyleganie III Lodging prior to harvest	X ₁	0,008	-0,001	-0,005	-0,000	0,000	0,002	0,000
Wegetacja Vegetation period	X ₂	-0,000	0,005	0,002	0,003	0,003	0,001	0,001
Wysokość roślin Plant height	X ₃	0,021	-0,012	-0,033	-0,009	-0,005	0,005	-0,006
Liczba strąków na roślinę Pods per plant	X ₄	-0,015	0,198	0,090	0,341	0,304	0,061	-0,063
Liczba nasion na roślinę Seeds per plant	X ₅	0,029	0,335	0,087	0,554	0,621	0,353	-0,072
Liczba nasion na strąku Seeds per pod	X ₆	0,017	0,012	-0,011	0,001	0,038	0,067	0,004
MTN Thousand seed weight	X ₇	0,015	0,067	0,062	-0,064	-0,040	0,022	0,348
r _{xy}		0,075	0,603*	0,192	0,836*	0,921*	0,512*	0,214

r_{xy} — Współczynniki korelacji fenotypowych z plonem nasion; efekty bezpośrednie (druk wytłuszczony)

r_{xy} — Phenotypic correlations with seed yield; direct effects in bold

Tabela 3

Bezpośredni i pośredni wpływ badanych cech na plon nasion z rośliny u soi
Direct and indirect effects of the tested traits on plant seed yield in soybean

Cechy Traits		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇
Wyleganie Lodging prior to harvest	X ₁	-0,015	0,000	0,001	0,006	0,004	-0,004	-0,005
Wegetacja. Vegetation period	X ₂	0,000	-0,014	-0,008	-0,001	-0,001	0,000	0,003
Wysokość roślin Plant height	X ₃	-0,000	0,004	0,006	-0,000	0,001	0,001	-0,001
Liczba strąków na roślinę Pods per plant	X ₄	-0,083	0,015	-0,001	0,201	0,168	-0,037	-0,075
Liczba nasion na roślinę Seeds per plant	X ₅	-0,202	0,076	0,063	0,718	0,859	0,321	-0,320
Liczba nasion na strąku Seeds per pod	X ₆	0,010	-0,000	0,005	-0,007	0,014	0,038	-0,001
MTN Thousand seed weight	X ₇	0,176	-0,115	-0,099	-0,213	-0,213	-0,010	0,571
r _{xy}		-0,115	-0,034	-0,033	0,705*	0,832*	0,308*	0,173

r_{xy} — Współczynniki korelacji fenotypowych z plonem nasion; efekty bezpośrednie (druk wytłuszczony)

r_{xy} — Phenotypic correlations with seed yield; direct effects in bold

Niższe dodatnie bezpośrednie efekty stwierdzono dla liczby strąków z rośliny i masy 1000 nasion, a u grochu również i liczby nasion w strąku. Na wysoką wartość współczyn-

ników korelacji fenotypowej liczby strąków z rośliny z plonem nasion u grochu (0,77), fasoli (0,84) i soi (0,71) składały się duże bezpośrednie efekty tej cechy oraz wysokie efekty pośrednie liczby nasion z rośliny. W badaniach Duarte i Adams (1972) z fasolą, Güler i wsp. (2001) z ciecierzycą, Rajput i wsp. (1986) z soją, najwyższy bezpośredni wpływ na plon nasion miała liczba strąków z rośliny, jednakże ci autorzy w analizie ścieżek nie uwzględniali cechy liczby nasion z rośliny. Włączenie tej cechy do analizy ścieżek, podobnie jak w badaniach Idźkowskiej i wsp. (1986), wykazało jej istotny bezpośredni związek z plonem nasion. Istotne korelacje fenotypowe pomiędzy liczbą nasion w strąku a plonem nasion tylko w 31,5% u grochu, w 13,1% u fasoli i 9,3% u soi były wynikiem bezpośrednich efektów, reszta to efekty pośrednie innych zmiennych, z których najwyższy wpływ miała liczba nasion z rośliny, wynoszący odpowiednio 46% u grochu, 69% u fasoli i 78,1% u soi. W przypadku okresu wegetacji u fasoli, bardzo niski efekt bezpośredni tej cechy był maskowany wysokimi pośrednimi efektami liczby nasion i strąków z rośliny dając w efekcie istotną korelację fenotypową z plonem nasion (0,603).

Wystąpiły negatywne pośrednie efekty pomiędzy MTN a liczbą strąków, czy liczbą nasion, co jest wyrazem zjawiska kompensacji pomiędzy komponentami plonu. Szczególnie wyraźnie negatywny związek pomiędzy liczbą nasion z rośliny a MTN wystąpił u soi.

WNIOSKI

1. Stwierdzono zarówno korzystne jak i niekorzystne z hodowlanego punktu widzenia korelacje pomiędzy analizowanymi cechami. Badane gatunki roślin strączkowych wykazały duże podobieństwo we współzależnościach cech ilościowych.
2. Analiza komponentów korelacji wykazała, że liczba nasion i strąków z rośliny oraz MTN są czynnikami o najwyższym bezpośrednim i pośrednim efekcie na plon nasion.
3. Wystąpiły wyraźne negatywne efekty pośrednie liczby strąków i nasion z rośliny a MTN będące rezultatem zjawiska kompensacji pomiędzy komponentami plonu nasion.
4. W przypadku, gdy celem selekcji jest podwyższenie plonowania, zarówno liczba strąków, liczba nasion z rośliny jak i MTN muszą być uwzględniane jednocześnie, szczególnie u soi.

LITERATURA

- Adams M. W. 1967. Basis of yield component compensation in crop plants with special reference to field bean, *Phaseolus vulgaris*. Crop Sci. 17: 505 — 510.
- Boros L., Szyrmer J., Sawicki J. 1996. Wartość użytkowa odmian soi wyhodowanych w IHAR. Biul. IHAR 198: 103 — 105.
- Boros L., Szyrmer J., Sawicki J. 2000. Mazowia — nowa odmiana soi dla klimatu chłodnego. Materiały z Międzynarodowej Konferencji Naukowej, Rzeszów-Zatwarnica, Cz. II: 667 — 674.
- Boros L., Wawer A. 2000. Quality characteristic of the seed of dry bean (*Ph. vulgaris* L.) cultivars grown in Poland. BIC 43: 93 — 94.
- Boros L., Waszkiewicz-Robak B., Szyrmer J., Wawer A. 2001. Agronomic performance and technological value of dry bean genotypes (*Ph. vulgaris* L.). Vegetable Crops Research Bulletin: 54 (1), 35 — 41.
- Dewey D. R., Lu K. H. 1959. A correlation and path-coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production. Agron. J. 51 (9): 515 — 517.

- Duarte R. A., Adams M. W. 1972. A path coefficient analysis of some yield components interrelations in field bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Crop Sci. 12: 579 — 582.
- Güler M., Sait Adak M., Ulukan H. 2001. Determining relationships among yield components using path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Europ. J. Agron. 14 (2): 161 — 166.
- Idźkowska M., Gołaszewski J., Koczowska I., Grabowski S. 1989. Analiza współczynników ścieżek w ocenie współzależności cech detrminujących plon nasion u grochu. Biul. IHAR 171/172: 287 — 290.
- Milczyńska E. 2001. Syntezy wyników doświadczeń odmianowych 2000. Warzywa strączkowe. COBORU, Słupia Wielka Zesz. 1168.
- Rajput M. A., Sarwar G., Tahir K. H. 1986. Path-coefficient analysis of developmental and yield components in soybean. Soybean Genetics Newsletter 13: 87 — 91.
- Szyrmer J., Boros L. 1997. Postęp w krajowej hodowli fasoli i soi. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 446: 43 — 53.
- Szyrmer J., Boros L. 2001. The production of grain legumes in Poland. Grain Legumes. The magazine of the European Association for Grain Legume Research 32: 12 — 13.
- Święciki W., Święcicki W. K., Wiatr K. 1997. Historia, współczesne osiągnięcia i perspektywy hodowli roślin strączkowych w Polsce. Z. Probl. Post. Nauk Rol. Z. 446: 15 — 32.
- Wiatr K. 2000. Syntezy wyników doświadczeń odmianowych 1999. Groch. COBORU, Słupia Wielka, Zesz. 1168.