

LECH BOROS

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Ocena zdolności kombinacyjnej kilku cech użytkowych grochu siewnego (*Pisum sativum* L.)

Combining ability of some agronomically important traits in pea (*Pisum sativum* L.)

Przedmiotem opracowania były formy rodzicielskie i mieszańce F_2 uzyskane w wyniku krzyżowania diallelicznego (metodą I Griffinga) siedmiu genotypów grochu (Ametyst, Agat, Agra, Kwestor, Rubin, Bohatyr i linia 1167/96). Stwierdzono istotność efektów ogólnej wartości kombinacyjnej (GCA) dla wszystkich badanych cech. Brak istotności efektów swoistej wartości kombinacyjnej (SCA) dla wylegania określanego w trzecim terminie tzn. przed zbiorem oraz dla wysokości roślin, liczby węzłów i MTN świadczy o addytywnym działaniu genów na te cechy. Istotność efektów ogólnej i specyficznej zdolności kombinacyjnej dla pozostałych badanych cech wskazuje na znaczenie addytywnego i nieaddytywnego działania genów w ich kontrolowaniu. Ocena efektów GCA pozwala wyróżnić odmiany Kwestor i Agra jako formy dobrze przekazujące cechę plonu na potomstwo. Użycie do krzyżowań odmian Agra i Rubin wpływało na pogorszenie odporności na wyleganie w potomstwie, natomiast odmiana Bohatyr dawała mieszańce o podwyższonej odporności w stosunku do przeciętnej całego potomstwa w układzie krzyżowań. Odmiany Rubin, Agat i Ametyst wpływające niekorzystnie na plon nasion i jego składowe nie powinny brać udziału w programach krzyżówkowych.

Słowa kluczowe: groch, cechy użytkowe, zdolność kombinacyjna

Seven pea genotypes (Ametyst, Agat, Agra, Kwestor, Rubin, Bohatyr, line 1167/96) and their F_2 hybrids derived from diallel crosses consisted the experimental material. Analysis of variance showed significance of GCA for all tested traits. Lack of significance of SCA for lodging, plant height, nodes per plant and TSW indicates important role of additive gene action in expression of these traits. Significant variances of GCA and SCA for remaining traits indicate both additive and nonadditive gene action in their inheritance. The cultivars Kwestor and Agra were good combiners for seed yield; Rubin and Agra, opposite to Bohatyr, caused higher lodging in comparison to the average of progeny in the crossing scheme. The cultivars Rubin, Agat and Ametyst adversely influencing seed yield and its components should be discarded from crossing programmes.

Key words: combining ability, pea, useful traits

WSTĘP

Znaczny postęp w krajowej hodowli grochu osiągnięto wprowadzając do Rejestru zróżnicowane morfologicznie odmiany grochu o wysokim potencjale plonowania,

zmniejszonej podatności na wyleganie (Święcicki i in., 1997; Wiatr, 2001). Postęp ten osiągnięto w wyniku hodowli rekombinacyjnej opartej na trafnym doborze komponentów rodzicielskich wynikającym głównie z wiedzy i wyczucia hodowców oraz często prowadzenia rozległego materiału mieszańcowego. Właściwy dobór komponentów do programów hodowlanych powinien opierać się na ocenie w kolekcjach nowych genotypów oraz na ocenie ich zdolności kombinacyjnej określającej możliwości przekazywania przez nie pożądanych cech na potomstwo (Boros, Sawicki, 1997; Gupta i in., 1984; Kumar, Agrawal, 1981; Moitra i in., 1988; Święcicki i in.; 1981).

Celem podjętych badań było przeprowadzenie analizy statystyczno-genetycznej kilku cech ilościowych dla wytypowanych w oparciu o wyniki oceny z kolekcji roboczej genotypów grochu siewnego i ocena ich zdolności kombinacyjnej pod względem tych cech.

MATERIAŁ I METODY

Przedmiotem badań były formy rodzicielskie i mieszańce uzyskane w wyniku krzyżowania diallelicznego (metodą I Griffinga) siedmiu genotypów grochu (Ametyst, Agat, Agra, Kwestor, Rubin, Bohatyr i linia 1197/96). Doświadczenie założono w układzie losowanych bloków w trzech powtórzeniach na poletkach jednorządkowych, 2 mb. długich przy średnim zagęszczeniu 100 roślin/m². Groch wysiano na glebie kompleksu pszennego dobrego, klasy bonitacyjnej IIIa po pszenicy ozimej. Zastosowano powszechnie zalecaną dla grochu uprawę gleby, nawożenie oraz chemiczne zwalczanie chwastów i szkodników. W trakcie wegetacji prowadzono ocenę długości faz rozwojowych, porażenia roślin, wylegania a zebrane rośliny charakteryzowano po względem następujących cech: wysokości roślin, liczby węzłów ogółem i owocujących, liczby strąków, nasion i masy nasion oraz MTN. Ocenę tych cech dla form rodzicielskich i populacji mieszańcowych F₂ wykonano na 15 losowo wybranych roślinach każdego obiektu. W celu uzyskania informacji o przekazywaniu cech ilościowych mieszańcom przez formy rodzicielskie, dla wybranych cech przeprowadzono analizę zdolności kombinacyjnej według stałego modelu Griffinga dla układu diallelicznego wykonanego metodą pierwszą (Kala i in., 1994).

WYNIKI I DYSKUSJA

Średnie wartości cech form rodzicielskich i populacji mieszańcowych F₂ przedstawiono w tabeli 1. Przeprowadzona analiza wariancji wykazała istotność różnic średnich mieszańców F₂ oraz efektów ogólnej (GCA) i specyficznej (SCA) zdolności kombinacyjnej dla ocenianych cech (tab. 2). Tylko w przypadku liczby strąków z rośliny zaznaczył się, na granicy istotności, efekt krzyżowania odwrotnego. Stwierdzono istotność ogólnej zdolności kombinacyjnej dla wszystkich cech. Nie stwierdzono zaś istotności efektów specyficznej zdolności kombinacyjnej dla wysokości roślin, wylegania ocenianego przed zbiorem, liczby węzłów oraz MTN. Świadczy to o addytywnym działaniu genów kontrolujących te cechy.

Tabela 1

Średnie wartości cech ilościowych u form rodzicielskich i mieszańców F₂
Average values of the characters of parental forms and F₂ populations

Forma Genotype	Wysokość roślin Plant height (cm)	Wyleganie III Lodging at maturity	Węzły z rośliny Number of nodes / plant	Strąki w węźle Number of pods / node	Strąki z rośliny Pods per plant	Masa nasion z rośliny Seed weight per plant	MTN TSW
formy rodzicielskie parental forms							
Ametyst	80	6,3	15,7	1,31	12,3	8,0	203
Agat	89	5,7	17,7	1,57	13,2	7,6	196
Agra	82	5,3	16,3	1,70	12,3	10,3	196
Kwestor	104	6,0	16,3	1,57	15,3	10,6	182
Rubin	82	5,3	16,3	1,43	11,3	6,9	209
Bohatyr	82	6,3	15,3	1,81	10,3	6,2	181
1167/96	93	6,0	17,0	2,20	15,7	7,8	191
mieszańce F ₂ hybrids F ₂							
Zakres Range	74–110	5,3–7,0	15,0–20,0	1,29–1,82	9,6–21,0	5,2–11,6	181–210
Średnia Average	90	5,9	17,3	1,60	15,0	9,4	192

Tabela 2

Analiza wariancji badanych cech grochu siewnego przeprowadzona dla modelu I Griffinga
Analysis of variance for combining ability of the observed characters in pea

Źródło zmienności Source of variation	Średnie kwadraty Mean squares							MTN TSW
	liczba stopni swobody degrees of freedom	wysokość roślin plant height	wyleganie III lodging at maturity	liczba węzłów z rośliny nodes/plant	liczba strąków w węźle pods/node	liczba strąków z rośliny Pods/plant	masa nasion z rośliny seeds weight /plant	
Bloki Blocks	2	436,74	0,21	9,45	0,01	31,15	2,43	1045,39
Mieszańce Hybrids	48	215,94**	0,44*	4,99**	0,07**	17,87**	10,44**	279,14**
GCA	6	819,85**	1,63**	11,85**	0,41**	33,56**	32,83**	517,71**
SCA	21	136,04	0,22	3,50	0,03*	14,25*	8,32**	224,79
Efekt odwrotny Reciprocal effect	21	123,31	0,33	4,52	0,02	17,00*	6,16	255,33
Błąd Error	96	87,96	0,28	2,64	0,01	8,46	4,13	153,46

* — Istotność przy poziomie p = 0,05

* — Significant at p = 0.05

** — Istotność przy poziomie p = 0,01

** — Significant at p = 0.01

Jest to zgodne z wynikami wcześniejszych badań z różnymi zestawami genotypów użytymi w krzyżowaniach diallelicznych (Snoad i Arthur, 1974; Boros i Sawicki, 2000; Sawicki i Boros, 2000). Istotność zarówno efektów ogólnej jak i specyficznej zdolności kombinacyjnej dla pozostałych badanych cech wskazuje na znaczenie addytywnego i nieaddytywnego działania genów w ich kontrolowaniu. W badaniach własnych, podobnie

jak i innych autorów (Snoad i Arthur, 1974; Gupta i in., 1984; Boros i Sawicki, 2000; Sawicki i Boros, 2000), wykazano addytywno-dominujący model dziedziczenia dla liczby strąków w węźle, liczby strąków z rośliny oraz masy nasion Linia 1167/96 i odmiana Kwestor o dodatniej wartości kombinacyjnej zwiększały wysokość roślin w potomstwie, natomiast odmiany Rubin i Agra dawały mieszańce o niższych roślinach w stosunku do przeciętnej całego potomstwa w układzie krzyżowań (tab. 3). Użycie do krzyżowań odmiany Bohatyr wpływało dodatnio na odporność na wyleganie natomiast Rubin i Agra w sposób istotny zwiększały podatność. Podwyższoną liczbą strąków w węźle charakteryzowały się potomstwa z krzyżowań z linią 1167/96. Jest to linia o zwiększonej liczbie kwiatów w węźle (*fn fna*), której charakterystykę na tle innych genotypów grochu przedstawiono we wcześniejszej pracy (Boros i Sawicki, 1997). Korzystny wpływ na masę nasion z rośliny w potomstwie F_2 stwierdzono dla odmian Agra i Kwestor, natomiast odmiany Rubin i w mniejszym stopniu Bohatyr pogarszały wartości tej cechy w potomstwie (tab. 3).

Tabela 3

Oceny efektów ogólnej zdolności kombinacyjnej dla badanych form rodzicielskich grochu siewnego
Estimates of general combining ability effects for the analyzed traits in pea

Cechy Traits	Rodzice Parental forms						
	Ametyst	Agat	Agra	Kwestor	Rubin	Bohatyr	1167/96
Wysokość roślin Plant height	-1,67	-0,69	-2,77*	6,59**	-6,79**	1,59	3,76**
Wyleganie III Lodging III	0,10	0,07	-0,31**	0,00	-0,22**	0,26**	0,10
Węzłów / roślinę Nodes/plant	-0,51*	0,71**	-0,42	0,32	-0,08	-0,58*	0,56*
Strąki / węzle Pods / nodes	-0,09**	0,00	0,00	-0,03	-0,10 **	0,01	0,21**
Strąki / rośliny Seeds / plant	-0,28	-0,16	-0,18	1,30**	-0,73	-1,09 *	1,13 **
Masa nasion / rośliny Seeds weight / plant	-0,34	-0,43	0,84**	1,31**	-1,15**	-0,67*	0,45
MTN TSW	6,03**	-0,62	-2,78	-0,07	1,84	-5,06**	0,67

* — Istotność przy poziomie $p = 0,05$

* — Significant at $p = 0.05$

** — Istotność przy poziomie $p = 0,01$

** — Significant at $p = 0.01$

Ocena efektów specyficznej zdolności kombinacyjnej wykazała wiele kombinacji krzyżowań o istotnych dodatnich jak również i ujemnych efektach SCA dla badanych cech. Stwierdzono znaczną zgodność pomiędzy wartościami efektów GCA i wynikami *per se* dla badanych cech form rodzicielskich, co dokumentują wyniki innych autorów (Kumar i Agrawal 1981; Gupta i in., 1984; Boros i Sawicki, 2000). Współczynniki korelacji prostej pomiędzy efektami GCA a wartościami *per se* badanych cech u form rodzicielskich były zbliżone do jedności (od $r = 0,82$ do $r = 0,99$). Najniższy współczynnik korelacji $r = 0,64$ uzyskano dla MTN. Przeprowadzono również analizę korelacji pomiędzy wartościami określonej cechy u form rodzicielskich (y_i), a sumą $w_r + v_r$ (wariancja rodzin + kowariancja pomiędzy mieszańcami i ich rodzinami). Wysoka ujemna korelacji dla cechy liczby

strąków i nasion z rośliny wskazuje na działanie genów dominujących w kierunku zwiększania tych cech. Niższy efekt genów dominujących stwierdzono w ulepszaniu odporności na wyleganie, wysokości roślin oraz MTN, natomiast dodatni wpływ genów recesywnych stwierdzono dla liczby strąków w węźle. Uzyskane wyniki, podobnie jak i innych autorów (Chaber, 1991; Gupta i in., 1984; Moitra i in., 1988; Snode, Arthur, 1973, 1973 a, 1974; Weber, 1976), wskazują na złożoność sposobu dziedziczenia cech użytkowych u grochu.

Odmiany Rubin i Agat oraz Ametyst wpływające niekorzystnie na plon nasion i jego składowe, co wykazano również we wcześniejszych badaniach (Boros i Sawicki, 2000), nie powinny brać udziału w programach krzyżówkowych. Również znaczną ostrożność należy zachować decydując się na wykorzystanie w krzyżowaniach odmiany Agra, która dobrze przekazuje cechę plonu na potomstwo wprowadzając równocześnie podatność na wyleganie.

WNIOSKI

1. Wyniki uzyskane dla wysokości roślin, wylegania, liczby węzłów z rośliny oraz MTN, gdzie stwierdzono istotność tylko GCA i brak zróżnicowania efektów SCA sugerują, że w badanym zestawie genotypów cechy te uwarunkowane były głównie addytywnym działaniem genów. Istotność efektów zarówno ogólnej jak i specyficznej zdolności kombinacyjnej dla pozostałych badanych cech wskazuje na znaczenie addytywnego i nieaddytywnego działania genów w ich kontrolowaniu.
2. Ocena efektów GCA pozwala wyróżnić odmiany Kwestor i Agra jako formy dobrze przekazujące cechę plonu na potomstwo. Natomiast Agra oraz Rubin wpływały na pogorszenie odporności na wyleganie. Odmiany Rubin, Agat i Ametyst, wpływające niekorzystnie na plon nasion i jego składowe, nie powinny brać udziału w programach krzyżówkowych.
3. Geny dominujące zwiększały liczbę strąków/rośliny, liczbę nasion/rośliny, a w mniejszym stopniu wpływały na odporności na wyleganie, wysokości roślin oraz MTN, natomiast dodatni wpływ genów recesywnych stwierdzono dla liczby strąków w węźle.

LITERATURA

- Boros L., Sawicki J. 1997. Elementy struktury plonu nasion form grochu siewnego o różnej liczbie kwiatów w węźle. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z 446: 95 — 100.
- Boros L., Sawicki J. 1997. Ocena wybranych odmian i form w kolekcji grochu siewnego. Cz. I. Zmienność i odziedziczalność cech użytkowych grochu. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z 446: 101 — 106.
- Boros L., Sawicki J. 2000. Ocena zdolności kombinacyjnej komponentów plonu nasion grochu siewnego. Biul. IHAR 216: 417 — 423
- Chaber D. 1991. Analiza plonu populacji mieszańcowych pokolenia F₂ z krzyżowań diallelicznych sześciu odmian grochu. Biul. IHAR 177: 145 — 150.
- Griffing B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Austral. J. Biol. Sci. 9: 463 — 493.
- Gupta K. R., Dahiya B. S., Singh K. P. 1983. Genetics of morphological characters related to plant type in peas (*Pisum sativum* L.). J. Agric. Sci. Camb. 101: 583 — 588.

- Gupta K. R., Waldia R. S., Dahiya B. S., Singh K. P., Sood D. R. 1984. Inheritance of seed yield and quality traits in peas (*Pisum sativum* L.). Theor. Appl. Genet. 69: 133 — 137.
- Kala R., Chudzik H., Dobek A., Kielczewska H. 1994. System analiz statystycznych doświadczeń genetyczno-hodowlanych. wersja 1.0, AR Poznań.
- Kumar H., Agrawal R. K. 1981. Combining ability analysis of certain productive traits in pea (*Pisum sativum* L.). Z. Pflanzenzüchtg. 86: 110 — 116.
- Moitra P. K., Singh S. P., Mehta A. K. 1988. Combining ability in pea (*Pisum sativum*). Indian Journal of Agricultural Sciences 58 (6): 479 — 480.
- Sawicki J., Boros L. 2000. Sposoby działania genów warunkujących cechy związane z plonem nasion grochu. Biul. IHAR 216: 407 — 416.
- Snoad B., Arthur A. E. 1973. Genetical studies of quantitative characters in peas. 1. A seven-parent diallel cross of cultivars. Euphytica 22: 327 — 337.
- Snoad B., Arthur A. E. 1973 a. Genetical studies of quantitative characters in peas. 2. A six-parent diallel cross of cultivars and primitive forms. Euphytica 22: 510 — 519.
- Snoad B., Arthur A. E. 1974. Genetical studies of quantitative characters in peas. 3. Seed and seedling characters in the F₂ of a six — parent diallel set of crosses. Euphytica 23: 105 — 113.
- Święcicki W. K., Kaczmarek Z., Surma M. 1981. Inheritance of protein content in seeds of two selected hybrids of pea (*P. sativum* L.). Gen. Pol. 22 (2): 189 — 195.
- Weber W. E. 1976. A 10-parent diallel for quantitative genetic studies in peas (*Pisum sativum* L.). Z. Pflanzenzüchtg. 77: 30 — 42.
- Wiatr K. 2001. Rośliny strączkowe. Lista opisowa odmian. COBORU, Słupia Wielka 90/2001:163 — 192.