

Katedra Genetyki i Hodowli Roślin Ogrodniczych Akademii Rolniczej w Lublinie

JACEK GAWROŃSKI, JADWIGA ŻEBROWSKA

Ocena zdolności kombinacyjnej wybranych genotypów truskawki (*Fragaria x ananassa* Duch.). Część I. Liczba koron, kwiatostanów i kwiatów w kwiatostanie

Combining Ability Effects of Selected Strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) Genotypes. Part 1. Number of Inflorescences, Crowns, Flowers per Inflorescences

Synopsis. Krzyżowania realizowane w różnych układach stanowią podstawę do określenia zdolności kombinacyjnej genotypów. Celem prezentowanej pracy jest ocena efektów ogólnej zdolności kombinacyjnej (GCA) wybranych klonów hodowlanych i odmian truskawki przeprowadzona w oparciu o hierarchiczny układ krzyżowań. W badanym układzie każda z 10 form matecznych została skrzyżowana z 3 formami ojcowskimi, co pozwoliło uzyskać 30 segregujących populacji, które poddano analizie pod względem liczby wytworzonych przez roślinę kwiatostanów, kwiatów w kwiatostanie oraz liczby koron. Uzyskane wyniki wskazują, że najwyższymi efektami ogólnej zdolności kombinacyjnej w stosunku do liczby kwiatostanów, kwiatów w kwiatostanie i liczby koron charakteryzowały się klony hodowlane o numerach 3387 i 1387. Wysokie ujemne efekty GCA cechowały klon 2589 w stosunku do liczby kwiatostanów. Taki kierunek oddziaływania zaobserwowano także dla odmiany 'Pandora' w przypadku analizy liczby kwiatów w kwiatostanie. W badanej grupie genotypów efekty ogólnej zdolności kombinacyjnej odmiany 'Pegasus' były najniższe w odniesieniu do liczby koron.

Słowa kluczowe – key words: *Fragaria x ananassa* Duch., zdolność kombinacyjna – combining ability, hierarchiczny układ krzyżowań – hierarchic crossing scheme, kwiatostany – inflorescences, kwiaty – flowers, korony – crowns

WSTĘP

Zmieniające się wymagania i upodobania konsumentów sprawiają, że hodowcy ciągle doskonalą istniejące lub tworzą nowe odmiany roślin uprawnych. W prowadzeniu skutecznej hodowli twórczej pomaga znajomość poszczególnych genotypów w sensie możliwości przekazywania przez nie na potomstwo określonych, zazwyczaj korzystnych, właściwości. Zdolność ta jest określana na

podstawie analizy wielu kombinacji krzyżowań realizowanych z zastosowaniem różnych układów. Wynik takiej analizy, określany jako ogólna oraz specyficzna zdolność kombinacyjna (GCA, SCA), pozwala na ocenę przydatności genotypu do hodowli. Żurawicz (1990) stwierdza, iż o przydatności odmian i klonów do hodowli decydują, obok wysokich efektów GCA, również efekty SCA ujawniające się tylko w ściśle określonych kombinacjach krzyżowań. Ponadto wysokie efekty SCA poszczególnych kombinacji dotyczą najczęściej pojedynczych cech użytkowych truskawki. Sprawia to, jak twierdzi wspomniany autor oraz Hortyński (1987), że hodowla twórcza tego gatunku ukierunkowana na poprawę kilku cech jednocześnie jest bardzo trudna. Allard (1999) traktuje efekty addytywnego działania genów związane z ogólną zdolnością kombinacyjną jako ważne w uzyskaniu wartościowego potomstwa, podobnie jak efekty nieaddytywnego działania genów związane ze specyficzną zdolnością kombinacyjną. Postuluje on ocenę GCA poprzez wielokrotnie powtarzane krzyżowania pojedyncze oraz kojarzenie genotypów niespokrewnionych ze sobą, gdyż jak stwierdza wówczas można oczekiwać wśród potomstwa osobników o korzystnych właściwościach.

Stosunkowo bogata literatura przedstawia ocenę zdolności kombinacyjnej odmian, natomiast nieliczne prace analizują tę zdolność u klonów hodowlanych. Dlatego też celem niniejszej pracy jest ocena efektów ogólnej zdolności kombinacyjnej przede wszystkim klonów hodowlanych truskawki uzyskanych w Katedrze Genetyki i Hodowli Roślin Ogrodniczych w trakcie prowadzenia hodowli twórczej tego gatunku, jak również niektórych odmian.

MATERIAŁ I METODA

Hierarchiczny układ krzyżowań sklasyfikowany nadrzędnie według form matecznych wykonano w roku 1998. Każda z 10 form matecznych, do których należały klony hodowlane o numerach: 1387, 1594, 1890, 2598, 286, 3387, 590 oraz odmiany: 'Korona', 'Pandora', 'Pegasus' została skrzyżowana z trzema formami ojcowskimi, którymi były klony: 1387, 1594, 3387 oraz odmiany: 'Selva', 'Tenira', 'Kent', 'Revada', 'Korona' i 'Pegasus'. Z uzyskanych nasion otrzymano mieszańcowe siewki, które posłużyły do założenia w roku 1999. doświadczenia. Obejmowało ono 30 mieszańcowych kombinacji siewek, a każda kombinacja reprezentowana była przez 30 roślin. Doświadczenie zlokalizowano na terenie Gospodarstwa Doświadczalnego Felin. Przed jego założeniem zastosowano nawożenie organiczne w formie obornika oraz mineralne w dawkach ustalonych na podstawie analizy chemicznej gleby. W trakcie doświadczenia stosowano pielęgnację oraz zabiegi ochrony roślin przed chwastami, chorobami i szkodnikami zgodnie z ogólnymi zaleceniami dla plantacji towarowych truskawki. Ponadto w okresach suszy stosowano nawadnianie kropelkowe. W latach 2000–2001, tj. w pierwszym i drugim roku plonowania, na każdej roślinie wykonano pomiary biometryczne dotyczące: liczby kwiatostanów, liczby kwiatów w kwiatostanie i liczby koron. Do analizy statystycznej wykorzystano wartość średnią z 2 lat badań dla każdej z analizowanych właściwości. Istotność różnic między kombinacjami krzyżowań określono testem Tukeya przy poziomie istotności 0,05.

WYNIKI I DYSKUSJA

Uzyskane wyniki wskazują na znaczne zróżnicowanie liczby wytwarzanych kwiatostanów przez potomstwa określonych par rodzicielskich (tab. 1). Najlepsze pod względem liczby utworzonych kwiatostanów były kombinacje krzyżowań

Tab. 1. Liczba kwiatostanów dla form matecznych i ojcowskich, ocena efektu GCA form matecznych oraz efektu krzyżowania form rodzicielskich. Współczynnik zmienności (VC)
Number of inflorescences for male and female parents, estimation of GCA for maternal components and effects of the interaction of parental components. Variability coefficient (VC)

Forma mateczna (j) Female parent (j)	Forma ojcowska (i) Male parent (i)	Średnia wartość dla form ojcowskich Mean for male	Ocena efektu genetycznego $j \times i$, (β_{ij}) Estimation of genetic effect $j \times i$, (β_{ij})	Średnia wartość dla form matecznych Mean for female	Ocena efektu GCA dla form matecznych (α_j) GCA effect for female (α_j)	VC %
1	2	3	4	5	6	7
Korona	1387	11,43	-1,79	13,22	0,88	52
	1594	11,78	-1,44			
	3387	16,45	3,23			
Pandora	1387	11,85	0,74	11,11	-1,24	43
	1594	9,66	-1,45			
	3387	11,81	0,71			
Pegasus	1387	9,33	-1,53	10,86	-1,48	51
	1594	10,69	-0,17			
	3387	12,57	1,70			
1387	Selva	10,17	-4,34	14,51	2,16	52
	Tenira	16,23	1,73			
	1594	17,12	2,61			
1594	Kent	11,99	-0,41	12,40	0,06	58
	Revada	18,39	5,99			
	Selva	6,82	-5,58			
1890	Korona	12,97	-0,31	13,28	0,94	60
	Tenira	9,03	-4,25			
	1594	17,84	4,56			
2589	Korona	9,72	-1,04	10,76	-1,59	42
	Revada	10,68	-0,07			
	Tenira	11,87	1,11			
286	Korona	13,55	1,23	12,32	-0,02	49
	Revada	13,70	1,38			
	Selva	9,71	-2,61			
3387	Kent	14,23	0,13	14,10	1,76	43
	Pegasus	12,00	-2,10			
	1594	16,07	1,97			
590	Kent	10,20	-0,69	10,89	-1,46	62
	Selva	7,67	-3,22			
	Tenira	14,79	3,90			
Średnio – Mean				12,34		51
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}			4,72		2,43	

1594 x 'Revada', 1890 x 1594, 1387 x 'Tenira', 1387 x 1594. Natomiast potomstwa form rodzicielskich 1594 x 'Selva', 590 x 'Selva' charakteryzowała najmniejsza ich liczba. Należy stwierdzić, że kombinacje krzyżowań, w których wykorzystywana była odmiana 'Selva' jako forma ojcowska wytwarzały znacznie mniej kwiatostanów w stosunku do średniej uzyskanej dla całego układu. Ocena efektów GCA dla badanych form matecznych wskazuje, iż połowa z nich uzyskała efekty dodatnie a połowa ujemne. Najwyższe dodatnie dotyczyły klonów hodowlanych 1387 i 3387, natomiast ujemne klonów 2589, 590 oraz dwóch spośród trzech badanych odmian ('Pegasus', 'Pandora'). Jeżeli uznamy, jak czyni to Allard (1999), że to działanie genów o charakterze addytywnym wpływa na ogólną zdolność kombinacyjną oraz wykorzystanie genotypów o wysokich efektach GCA daje szansę na uzyskanie lepszego potomstwa, wówczas klony hodowlane 1387 i 3387 należy uznać za bardzo przydatne w hodowli ukierunkowanej na poprawę omawianej właściwości. Lal i Seth (1981) badając liczbę kwiatostanów u truskawki stwierdzają, iż była ona uzależniona zarówno od istotności efektów GCA, jak i SCA. W analizowanej tutaj populacji wysokie efekty specyficznego oddziaływania komponentów rodzicielskich wystąpiły w potomstwie formy matecznej 1594. Charakteryzowała się ona prawie zerowym efektem GCA, natomiast jej specyficzne oddziaływanie z odmianami 'Revada' i 'Selva' powodowało wystąpienie w potomstwie odpowiednio najwyższej i najniższej liczby kwiatostanów. Kiczina i in. (1974) na podstawie przeprowadzonych badań proponują podział odmian w zależności od genetycznego warunkowania tej cechy na dwie grupy. Do jednej zaliczają odmiany, u których liczba kwiatostanów jest kontrolowana przez geny o addytywnym, a do drugiej o nieaddytywnym sposobie działania.

Analiza liczby kwiatów w kwiatostanie pozwala stwierdzić, że korzystne efekty GCA wykazywały klony hodowlane 3387 i 1387 (tab. 2). Potomstwo klonu 3387 charakteryzowało się niższym niż średni dla badanej populacji współczynnikiem zmienności. Ewentualne wykorzystanie tego genotypu do krzyżowań stwarza szansę na uzyskanie względnie jednolitego potomstwa w stosunku do tej cechy. Do genotypów o wysoce ujemnych efektach GCA należy zaliczyć klony 590, 286 i odmianę 'Pandora'. Największą liczbę kwiatów w kwiatostanie obserwowano w kombinacji 1387 x 1594, zaś najmniejszą w kombinacji 286 x 'Revada'. Zbliżoną średnią ogólną liczbą kwiatów w kwiatostanie (8,85) charakteryzowały się potomstwa otrzymane przez Hortyńskiego (1987) z hierarchicznego układu krzyżowań. Natomiast znacznie większą ich liczbę (9–22) uzyskał Kulesza (1996), badając pod tym względem 12 odmian uprawnych. Korzystnym oddziaływaniem w kierunku zwiększenia liczby koron potwierdzonym wysokim efektem GCA charakteryzowały się klony hodowlane 3387 i 1387 (tab. 3). Wysokie ujemne efekty wystąpiły natomiast u odmian 'Pegasus' i 'Korona' oraz klonu 2589. Kombinacje krzyżowań z udziałem tych odmian: 'Pegasus' x 1387, 'Korona' x 1594, a także 590 x 'Selva' i 1594 x 'Selva' odznaczały się najniższymi wartościami tej cechy. Specyficzne współdziałanie klonów 1387 i 1594 zaowocowało wytworzeniem przez ich potomstwo największej liczby koron.

Tab. 2. Liczba kwiatów w kwiatostanie dla form matecznych i ojcowskich, ocena efektu GCA form matecznych oraz efektu krzyżowania form rodzicielskich. Współczynnik zmienności (VC) Number of flowers per inflorescence for male and female parents, estimation of GCA for maternal components and effects of the interaction of parental components. Variability coefficient (VC)

Forma mateczna (j) Female parent (j)	Forma ojcowska (i) Male parent (i)	Średnia wartość dla form ojcowskich Mean for male	Ocena efektu genetycznego $j \times i$, (β_{ij}) Estimation of genetic effect $j \times i$, (β_{ij})	Średnia wartość dla form matecznych Mean for female	Ocena efektu GCA dla form matecznych (α_j) GCA effect for female (α_j)	VC %
1	2	3	4	5	6	7
Korona	1387	9,08	0,50	8,58	0,12	32
	1594	7,51	-1,07			
	3387	9,16	0,58			
Pandora	1387	7,31	-0,17	7,48	-0,98	37
	1594	8,34	0,86			
	3387	6,78	-0,70			
Pegasus	1387	9,09	0,14	8,95	0,49	26
	1594	8,39	-0,56			
	3387	9,37	0,42			
1387	Selva	6,98	-2,29	9,27	0,81	33
	Tenira	10,03	0,76			
	1594	10,79	1,52			
1594	Kent	9,23	0,91	8,32	-0,14	28
	Revada	8,52	0,20			
	Selva	7,21	-1,11			
1890	Korona	8,20	-0,17	8,37	-0,09	28
	Tenira	8,79	0,42			
	1594	8,13	-0,24			
2589	Korona	9,83	0,89	8,94	0,48	31
	Revada	8,66	-0,28			
	Tenira	8,34	-0,60			
286	Korona	8,96	1,32	7,64	-0,82	34
	Revada	6,67	-0,97			
	Selva	7,28	-0,36			
3387	Kent	10,23	0,87	9,36	0,90	28
	Pegasus	9,71	0,35			
	1594	8,14	-1,22			
590	Kent	8,42	0,72	7,70	-0,76	29
	Selva	7,67	-0,03			
	Tenira	7,02	-0,68			
Średnio – Mean				8,46		31
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}			1,93		0,99	

Tab. 3. Liczba koron dla form matecznych i ojcowskich, ocena efektu GCA form matecznych oraz efektu krzyżowania form rodzicielskich. Współczynnik zmienności (VC)
 Number of crowns for male and female parents, estimation of GCA for maternal components and effects of the interaction of parental components. Variability coefficient (VC)

Forma mateczna (j) Female parent (j)	Forma ojcowska (i) Male parent (i)	Średnia wartość dla form ojcowskich Mean for male	Ocena efektu genetycznego $j \times i, (\beta_{ij})$ Estimation of genetic effect $j \times i, (\beta_{ij})$	Średnia wartość dla form matecznych Mean for female	Ocena efektu GCA dla form matecznych (α_j) GCA effect for female (α_j)	VC %
1	2	3	4	5	6	7
Korona	1387	8,76	-0,68	9,44	-1,22	31
	1594	8,37	-1,07			
	3387	11,18	1,74			
Pandora	1387	10,77	-0,04	10,81	0,15	26
	1594	10,95	0,14			
	3387	10,70	-0,11			
Pegasus	1387	8,37	-0,80	9,17	-1,49	33
	1594	9,35	0,18			
	3387	9,80	0,63			
1387	Selva	11,27	-0,89	12,16	1,50	41
	Tenira	9,27	-2,89			
	1594	15,94	3,78			
1594	Kent	12,46	0,97	11,49	0,83	35
	Revada	13,55	2,06			
	Selva	8,47	-3,02			
1890	Korona	10,13	-0,83	10,96	0,30	35
	Tenira	9,20	-1,76			
	1594	13,55	2,59			
2589	Korona	9,86	0,45	9,41	-1,25	29
	Revada	9,17	-0,24			
	Tenira	9,20	-0,21			
286	Korona	11,67	1,11	10,56	-0,10	43
	Revada	10,90	0,34			
	Selva	9,10	-1,46			
3387	Kent	14,57	1,91	12,66	2,00	29
	Pegasus	11,33	-1,33			
	1594	12,09	-0,57			
590	Kent	10,07	0,12	9,95	-0,71	30
	Selva	8,38	-1,57			
	Tenira	11,39	1,44			
Średnio – Mean				10,66		33
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}			2,53		1,30	

Uzyskanie genotypów o zwiększonej liczbie koron, a także kwiatostanów jest ze wszech miar pożądane gdyż, jak stwierdza Hortyński (1989), są to cechy dodatnio skorelowane z plonem owoców. Ponadto genotypy takie mogłyby zostać

wykorzystane do uprawy sterowanej. Zdaniem Radajewskiej (1998) sukces tego typu uprawy zależy od rodzaju sadzonek wykorzystanych do założenia plantacji. Do tego celu wykorzystuje się sadzonki typu „frigo”, a najwartościowsze z nich to silnie rozrośnięte, grube, kilku koronowe sadzonki zagonowe zdolne do wytworzenia kilkunastu kwiatostanów.

Wysokie efekty GCA uzyskane dla niektórych genotypów potwierdzają ich przydatność do hodowli twórczej. Żurawicz (1990) stwierdza, iż wykorzystanie form rodzicielskich o istotnych efektach GCA powinno w znaczący sposób przyczynić się do podniesienia wartości potomstwa. Natomiast w przypadku wystąpienia wysokich wartości cechy w nielicznych, ściśle określonych kombinacjach krzyżowań Simpson i Sharp (1988) postulują realizację programu hodowlanego poprzez wytypowanie takich kombinacji o korzystnych efektach SCA, a następnie powtórne wykonanie krzyżowań na dużą skalę i przeprowadzenie selekcji.

WNIOSKI

1. Genotypy będące przedmiotem badań wykazywały zróżnicowane efekty zdolności kombinacyjnej.
2. Klony hodowlane o numerach 1387 i 3387, wykazujące wysokie efekty GCA w stosunku do liczby kwiatostanów, liczby kwiatów w kwiatostanie i liczby koron, mogą być bardzo przydatne do celów hodowli twórczej truskawki.
3. W genetycznym uwarunkowaniu badanych właściwości u klonów hodowlanych 1387 i 3387 przeważają geny o addytywnym charakterze działania.

PIŚMIENNICTWO

- Allard R. W., 1999. Principles of plant breeding. John Wiley & Sons. Inc.: 205–215.
- Hortyński J. A., 1987. Dziedziczenie niektórych cech ilościowych truskawki (*Fragaria x ananassa*. Duch.). Metody i problemy oszacowań. Wyd. Akad. Roln., Lublin.
- Hortyński J. A., 1989. Correlations in strawberry breeding programs. Acta Hort., 265: 169–173.
- Kiczina W. W., Uljukin N. W., Popowa I. W., 1974. Kombinacyjne sposobnosti niekotroych sortow zemljaniaki opredeljaenyje po czislu cwietnosow. Genetika, 10: 22–27.
- Kulesza W., 1996. Wpływ warunków przyrodniczych rejonu Olsztyna na wzrost roślin i plonowanie 12 odmian truskawek. Mater. Konf. II Ogólnopol. Symp. nt. „Nowe rośliny i technologie w ogrodnictwie” Akad. Roln., Poznań, 1: 181–183.
- Lal S. D., Seth J. N., 1981. Studies on combining ability in strawberry (*Fragaria x ananassa*). Can. J. Genet. Cytol., 23: 373–378.
- Radajewska B., 1998. Uprawy sadownicze pod osłonami. PWRiL.
- Simpson D. W., Sharp D. S., 1988. The inheritance of fruit yield and stolon production in everbearing strawberries. Euphytica, 38: 65–74.
- Żurawicz E., 1990. Odziedziczalność najważniejszych cech ilościowych truskawki (*Fragaria x ananassa*. Duch.). Wyd. Inst. Sadow. Kwiac., Skierniewice.

SUMMARY

Crossing conducted in different schemes is the basis for estimating the combining ability of genotypes. The aim of the present study was to assess the effect of general combining ability (GCA) for chosen strawberry clones and cultivars. The study was carried out on the grounds of hierarchic crossing scheme. In the analyzed model each of 10 female parent specimens were crossed with three male forms. 30 highly genetically variable progenies obtained in this way were later assessed for the number of inflorescences, the number of flowers per inflorescence and the number of crowns grown by each plant. The achieved results showed that the highest positive GCA effects concerning number of inflorescences, flowers per inflorescence and number of crowns were obtained in case of advanced strawberry clones 3387 and 1387. High negative effects of GCA characterized clone 2589 with regard to the number of inflorescences. A similar tendency was observed for 'Pandora' cultivar, as far as the number of flowers per inflorescence was concerned. In the analyzed group of genotypes the lowest effects of general combining ability with regard to the number of crowns were obtained for 'Pegasus' cultivar.