

TADEUSZ ŁUCZKIEWICZ, JERZY NAWRACAŁA, STANISŁAW DYBA

Katedra Genetyki i Hodowli Roślin
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

OCENA PRZYDATNOŚCI HODOWLANEJ MUTANTA GROCHU SIEWNEGO (*PISUM SATIVUM* L.) O SKRÓCONYM OKRESIE WEGETACJI

ESTIMATION OF BREEDING VALUE OF PEAS (*PISUM SATIVUM* L.) MUTANT
WITH SHORTENED VEGETATION PERIOD

Streszczenie. Po napromienieniu promieniami gamma (dawka 15 kR) nasion grochu odmiany 'Piaśt' w pokoleniu M_2 wyselekcjonowano mutanta o zmniejszonej liczbie dni do kwitnienia (o 14 w porównaniu z kontrolą) i skróconym okresie wegetacji (średnio o 12,5 dnia). W dwuletnich polowych doświadczeniach scharakteryzowano 13 cech mutanta i dwóch odmian. Plon nasion mutanta był o 38,8% mniejszy w porównaniu z kontrolą. Niektóre korelacje fenotypowe pomiędzy analizowanymi cechami u odmiany 'Piaśt' i u mutanta były różne. Zmiany te były związane ze zmianą współzależności między cechami komponentów plonu i wysokością roślin (długością międzywęzła).

Słowa kluczowe: groch, mutant, wczesność, ocena hodowlana

Wstęp

Groch siewny (*Pisum sativum* L.) jest ważnym gatunkiem jadalnym, którego nasiona zielone lub suche są przeznaczone do celów żywieniowych. Nasiona grochu stanowią wartościowy składnik pasz treściwych, a zielonka grochu jest stosowana w bezpośrednim żywieniu zwierząt. Groch jest również ważnym składnikiem mieszanek zbożowo-strączkowych lub może być wykorzystany jako zielony nawóz. Prowadzone prace hodowlane dotyczą hodowli zarówno odmian jadalnych, jak i ogólnoużytkowych, pastewnych nasiennych oraz pastewnych zielonkowych.

Najważniejszym celem hodowli grochu jest otrzymanie odmian plennych, wiernie plonujących, odpornych na wyleganie, genotypów o poprawionym składzie aminokwa-

sowym nasion. Ważnym kierunkiem hodowli jest otrzymanie odmian o zróżnicowanej długości okresu wegetacji, szczególnie dotyczy to odmian przeznaczonych na zbiór na zielone nasiona (groszek mrożony, konserwowy). Wczesność odmian grochu przy jednocześnie niezbyt zmniejszonym plonie nasion jest istotną sprawą w hodowli tego gatunku.

W pracach genetycznych i hodowlanych ważną rolę odgrywa indukowanie mutacji genowych. Ma ono duże znaczenie zarówno praktyczne, jak i teoretyczne. W aspekcie teoretycznym nowe mutacje umożliwiają jeszcze lepsze poznanie genetyki tego modelowego (w badaniach genetycznych) gatunku. W aspekcie praktycznym mutacje indukowane mogą poszerzyć istniejącą zmienność genetyczną, a niekiedy otrzymane mutanty mogą być bezpośrednio wykorzystane w praktyce hodowlanej, stanowiąc nową odmianę. Najczęściej jednak mutanty służą jako wartościowy materiał wyjściowy w hodowli rekombinacyjnej.

Wykorzystanie fizycznych i chemicznych czynników mutagennych umożliwiło otrzymanie genotypów grochu lepiej plonujących, różniących się pod względem cech kwiatu i długości okresu wegetacji, odporności na mączniaka i większej zawartości białka. W końcu lat sześćdziesiątych ubiegłego wieku uzyskano w Katedrze Genetyki i Hodowli Roślin Akademii Rolniczej w Poznaniu mutanta grochu typu *afila*. Powstał on po poddaniu nasion grochu działaniu promieniowania Roentgena dawką 15 kR. Mutant *afila* (genotyp *aflaf* – chromosom 1) charakteryzuje się zamianą listków grochu w wąsy, co powoduje zwiększoną odporność roślin na wyleganie. Stojące, połączone wąsami czepnymi rośliny tworzą zbity łan. Strąki w takim łanie utrzymują się ponad powierzchnią gleby, co zabezpiecza je przed gniciem i osypywaniem. Prace hodowlane nad tym mutantem doprowadziły do otrzymania wielu odmian krajowych i zagranicznych gatunku. Pierwsze zagraniczne odmiany wykorzystujące tę mutację powstały w roku 1978 w Anglii (odmiana 'Filby'). W Polsce wyhodowano szereg odmian tego typu m.in. odmianę 'Piast', z której otrzymano w KGiHR mutanta o krótszym okresie wegetacji. Mutanty wcześniejsze grochu znajdowano często, np. GOTTSCHALK (1970) otrzymał linię mutacyjną zakwitającą i dojrzewającą o 10 dni wcześniej od genotypu wyjściowego.

Celem przeprowadzonych badań była analiza biometryczna i ocena przydatności hodowlanej mutanta grochu siewnego otrzymanego w pokoleniu M_2 po napromienieniu nasion odmiany 'Piast' promieniami γ .

Material i metody

Wyprowadzenie linii mutacyjnej

Materiałem wyjściowym do indukowania mutacji była polska odmiana grochu siewnego 'Piast'. Jest to odmiana typu *afila* wpisana do rejestru odmian w 1995 roku, przydatna do uprawy na zbiór suchych nasion z przeznaczeniem do konsumpcji i na paszę. Zakwita dość wcześnie, ma średnią długość okresu wegetacji (LISTA... 1995). W 1999 roku nasiona spoczynkowe tej odmiany zostały napromieniowane promieniami γ ze źródła ^{60}Co dawką 15 kR. Pokolenie M_1 wysiano na powierzchni około 0,2 ha. Z każdej rośliny pokolenia M_1 zebrano po jednym-dwa nasiona i wysiano łącznie

w 2000 roku jako pokolenie M₂ na podobnej jak w poprzednim roku powierzchni. Spośród roślin pokolenia M₂ wybrano te, które odbiegały fenotypowo od odmiany wyjściowej 'Piaś'. Jedną z wyselekcjonowanych roślin charakteryzowała się wyraźnym skróconym okresem od wschodów do początku kwitnienia. Rozmnożenie otrzymanego mutanta przeprowadzono w warunkach polowych i szklarniowych w okresie obejmującym lata 2001-2003. Wyprowadzoną w ten sposób linię mutacyjną oznaczono symbolem 4T.

Ocena przydatności hodowlanej linii mutacyjnej 4T

W latach 2004 i 2005 z linią mutacyjną 4T oraz odmianami 'Piaś' (kontrola) i 'Turkus' przeprowadzono doświadczenia polowe w Rolniczym Gospodarstwie Doświadczalnym Swadzim, należącym do Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu. Obydwa doświadczenia założono w układzie losowanych bloków w trzech powtórzeniach. Powierzchnia poletka wynosiła 3,4 m² – pięć rzędów o długości 2,25 m, rozstawa rzędów 30 cm, odległość pomiędzy roślinami w rzędzie – 10 cm.

W czasie wegetacji i po jej zakończeniu przeprowadzono obserwacje fenologiczne badanych genotypów oraz dokonano pomiarów biometrycznych następujących cech roślin: liczby dni od wschodów do początku kwitnienia, długości okresu kwitnienia, długości okresu wegetacji, wysokości roślin, liczby rozgałęzień, liczby międzywęźli, liczby międzywęźli owocujących, liczby międzywęźli do pierwszego strąka, średniej długości międzywęźli, liczby strąków z rośliny, liczby nasion w strąku, masy nasion z rośliny oraz masy 1000 nasion. Analizę wariancji i obliczeń współczynników korelacji fenotypowej dokonano, wykorzystując arkusz kalkulacyjny Excel.

Wyniki i dyskusja

Dawka promieniowania γ zastosowana w przeprowadzonym doświadczeniu do indukowania mutacji była zbliżona do dawki LD₅₀ (5-15 kR) podanej przez Walewą dla grochu (MUSZYŃSKI 1970). Pomimo tego w pokoleniu M₂ obserwowano niewielką liczbę mutacji chlorofilowych i morfologicznych. Jedną rośliną wcześniejszą wyselekcjonowaną w tym pokoleniu – to częstość mutacji wynosząca około 0,005%.

Wyniki dwuletniej oceny mutanta 4T potwierdziły wstępne obserwacje dotyczące wczesności. Stwierdzono, że liczba dni od wschodów do początku kwitnienia roślin mutanta była w obu latach o 14 dni mniejsza niż u odmiany kontrolnej 'Piaś' (tab. 1). Przy zbliżonej długości okresu kwitnienia u badanych genotypów linia mutacyjna miała również skróconą średnio o 12,5 dnia długość okresu wegetacji. Początek kwitnienia u grochu jest uwarunkowany genetycznie i zależy od reakcji na długość dnia i temperaturę. Przyjmuje się, że cecha ta jest determinowana przez kilka genów, takich jak: *Lf*, *Sn*, *E*, *Hr*, *Dne* (KING i MURFERT 1985, ARUMINGTYAS i MURFERT 1994, WELLER i IN. 1997). Sprawdzenie genetycznego uwarunkowania wczesności otrzymanego mutanta przewidziano w następnym etapie badań. Linię zakwitającą o 10 dni wcześniej od formy wyjściowej otrzymał w drodze mutacji GOTTSCHALK (1970), jednakże nie została ona wykorzystana w praktycznej hodowli.

Tabela 1. Fazy rozwoju wegetatywnego linii mutacyjnej 4T w porównaniu z dwiema odmianami grochu siewnego (*Pisum sativum* L.) w latach 2004 i 2005 (dni)

Table 1. Vegetative stages of development of mutated line 4T in comparison to two cultivars of peas (*Pisum sativum* L.) in 2004 and 2005 (days)

Genotyp Genotype	Okres od wschodów do początku kwitnienia Period from emergence to beginning of flowering		Okres kwitnienia Flowering period		Okres od wschodów do dojrzałości pełnej Period from emergence to ripening		Okres wegetacji Vegetation period	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005
'Piast'	44	61	21	20	89	95	102	105
'Turkus'	40	60	25	24	89	96	102	106
4T	30	47	22	22	78	83	90	92

Wcześniejsze zakwitanie i dojrzewanie roślin mutanta 4T wpłynęło na zmianę niektórych cech morfologicznych. Rośliny mutanta 4T charakteryzowały się istotnie mniejszą od obydwu odmian liczbą międzywęźli i liczbą międzywęźli do pierwszego strąka (tab. 2). Liczba międzywęźli jest najczęściej skorelowana z długością okresu wegetacji, tzn. genotypy wcześniejsze mają zazwyczaj mniej międzywęźli aniżeli późniejsze. Liczba międzywęźli do pierwszego strąka jest cechą o bardzo dużej odziedziczalności, na którą niewielki wpływ mają czynniki środowiska. Na podstawie liczby międzywęźli do pierwszego strąka można wnioskować o wczesności odmiany i długości

Tabela 2. Wartości wybranych cech morfologicznych linii mutacyjnej 4T w porównaniu z dwiema odmianami grochu siewnego (*Pisum sativum* L.) w latach 2004 i 2005

Table 2. Morphological plant traits of mutated line 4T in comparison to two cultivars of peas (*Pisum sativum* L.) in 2004 and 2005

Genotyp Genotype	Wysokość roślin Plant height (cm)		Liczba rozgałęzień Number of branches		Liczba mię- dzywęźli Number of internodes		Długość mię- dzywęźli Length of internodes (cm)		Liczba węzłów owocujących Number of nodes bearing fruits		Liczba mię- dzywęźli do pierwszego strąka Number of internodes to first pod	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005
'Piast'	67,6	52,4	2,0	1,6	21,0	13,3	3,2	3,0	5,3	3,4	14,8	13,3
'Turkus'	69,9	65,2	2,3	1,5	21,3	13,7	3,3	3,5	4,2	4,1	15,5	13,7
4T	52,6	50,1	2,1	1,9	14,0	7,6	3,8	3,4	5,6	5,2	7,9	7,6
NIR dla $\alpha = 0,05$ LSD for $\alpha = 0,05$	13,68	5,42	–	–	2,37	2,41	–	–	1,51	–	1,78	5,31

okresu wegetacji. Mutant 4T pierwsze strąki zawiązywał na niższych węzłach (odpowiednio w latach średnio na 7,9 i 7,6 węzle) aniżeli pozostałe odmiany. Odmiany wczesne mogą mieć zarówno długie, jak i krótkie międzywęzła (mogą być zarówno niskie, jak i wysokie). Na długość międzywęzła, oprócz czynników genetycznych, duży wpływ mają czynniki środowiska. W przeprowadzonym doświadczeniu średnia długość międzywęzła była zbliżona u badanych genotypów. Podobnie nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic pod względem liczby rozgałęzień pomiędzy linią 4T a odmianą 'Piast' (tab. 2). W analizowanym doświadczeniu liczba rozgałęzień mieściła się w zakresie od 1,5 do 2,3 (odmiana 'Turkus'). Przyjmuje się, że rozgałęzianie się roślin grochu jest cechą korzystną ze względu na równomierność dojrzewania takich form.

Analiza cech komponentu plonu wykazała, że rośliny mutanta 4T charakteryzują się zmniejszonym potencjałem plonowania. Jedynie w drugim roku doświadczenia, mniej korzystnym ze względu na warunki pogodowe, liczba węzłów owocujących i liczba strąków były większe u roślin mutanta niż u odmiany 'Piast' (tab. 2 i 3). Liczba węzłów owocujących była w obu latach doświadczenia mała (3,4-5,6); u współczesnych odmian grochu wynosi ona od kilkunastu do dwudziestu kilku. Liczba nasion z rośliny i liczba nasion w strąku były istotnie mniejsze od odmiany wyjściowej (tab. 3). Ostatecznie przy podobnej MTN z roślin mutanta wczesnego 4T zebrano istotnie mniejszą (średnio o 38,8%) masę nasion z rośliny niż z roślin odmiany 'Piast'.

Tabela 3. Komponenty struktury plonu linii mutacyjnej 4T w porównaniu z dwiema odmianami grochu siewnego (*Pisum sativum* L.) w latach 2004 i 2005

Table 3. Seed yield components of mutated line 4T in comparison to two cultivars of peas (*Pisum sativum* L.) in 2004 and 2005

Genotyp Genotype	Liczba strąków z rośliny Number of pods per plant		Liczba nasion z rośliny Number of seeds per plant		Liczba nasion w strąku Number of seeds in pod		Masa nasion z rośliny Seeds weight per plant (g)		Masa 1000 nasion 1000 seeds weight (g)	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005
'Piast'	19,1	8,8	92,5	41,9	4,8	4,8	18,4	8,6	198,9	205,2
'Turkus'	13,7	9,9	50,5	34,9	3,7	3,5	13,8	7,9	273,2	226,4
4T	18,6	12,7	51,1	28,4	2,7	2,2	11,2	5,6	219,2	197,2
NIR dla $\alpha = 0,05$ LSD for $\alpha = 0,05$	5,31	3,54	16,8	11,4	0,68	0,79	3,21	1,9	65,4	–

Współczynniki korelacji fenotypowych obliczone pomiędzy analizowanymi cechami linii mutacyjnej 4T a cechami odmiany wyjściowej 'Piast' (tab. 4) wykazały wystąpienie u mutanta korelacji (w obu latach doświadczenia), których nie obserwowano u odmiany 'Piast'. Były to korelacje dodatnie pomiędzy wysokością roślin a liczbą nasion w strąku oraz współzależności pomiędzy długością międzywęzła a liczbą nasion z rośliny i liczbą strąków. Wystąpienie takich zależności sugeruje, że zwiększenie plenności

Tabela 4. Istotne statystycznie korelacje fenotypowe pomiędzy badanymi cechami u odmiany 'Piaśt' i linii mutacyjnej 4T w latach 2004 i 2005

Table 4. Phenotypic significant correlation coefficients between analysed traits of cultivar 'Piaśt' and mutated line 4T in 2004 and 2005

Cecha Trait	Wysokość roślin Plant height	Liczba rozgałęzień Number of branches	Liczba między- węzli Number of inter- nodes	Długość między- węzli Length of inter- nodes	Liczba między- węzli owocu- jących Number of inter- nodes bearing fruits	Liczba między- węzli do pierw- szego strąka Number of inter- nodes to first pod	Liczba strąków Number of pods	Liczba strąków na pędach bocz- nych Number of pods per branch	Liczba nasion z rośliny Number of seeds per plant	Liczba nasion w strąku Number of seeds in pod	Masa nasion z rośliny Seeds weight per plant
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2004											
Wysokość roślin Plant height			0,76** 0,47**	0,52** 0,66**	0,69** 0,59**	0,42**	0,46** 0,55**	0,23* 0,30**	0,46** 0,64**	0,25**	0,51** 0,66**
Liczba rozgałęzień Number of branches						0,24*	0,43** 0,58**	0,53** 0,67**	0,43** 0,42**	0,29**	0,38** 0,35**
Liczba między- węzli Number of internodes	0,61** 0,55**	0,34*		0,08 0,35**	0,68** 0,53**	0,68** 0,62**	0,47** 0,39**	0,28* 0,42**	0,47** 0,42**		0,44** 0,38**
Długość mi- ędzywęzli Length of internodes	0,58** 0,69**					0,69**	0,26*		0,33**		0,39**
Liczba międzywęzli owocujących Number of internodes bearing fruits	0,52** 0,56**	0,32*	0,34* 0,48**	0,29*			0,73** 0,50**	0,48** 0,24*	0,69** 0,55**	0,27*	0,70** 0,56**
Liczba między- węzli do pierwszego strąka Number of internodes to first pod			0,60** 0,34*	-0,35* -0,43**	-0,38* -0,41**						
Liczba strąków Number of pods	0,44** 0,38*	0,63**	0,48**		0,45** 0,44**			0,92** 0,92**	0,93** 0,89**	0,29*	0,87** 0,86**
Liczba strąków na pędach bocznych Number of pods per branch		0,61** 0,38*				0,33*	0,82** 0,80**		0,86** 0,75**	0,27* 0,24*	0,78** 0,72**

Tabela 4 – cd. / Table 4 – cont.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Liczba nasion z rośliny Number of seeds per plant	0,50** 0,44**	0,51** 0,30*	0,56**	0,40**	0,43** 0,47**	0,36* -0,30*	0,91** 0,94**	0,72** 0,71**	X	0,51** 0,33**	0,96** 0,96**
Liczba nasion w strąku Number of seeds in pod	0,30*								0,37*	X	0,61** 0,32**
Masa nasion z rośliny Seeds weight per plant	0,53** 0,46**	0,37* 0,33*	0,53**	0,43**	0,35* 0,44**	0,40** -0,33*	0,84** 0,89**	0,63** 0,66**	0,92** 0,96**	0,41**	X
2005											

*Korelacja istotna przy $\alpha = 0,05$.

**Korelacja istotna przy $\alpha = 0,01$.

Korelacje dla 4T podano w drugim wierszu.

*Correlation significant for $\alpha = 0.05$.

**Correlation significant for $\alpha = 0.01$.

Correlations for 4T are given in the second row.

linii mutacyjnej jest możliwe do osiągnięcia przez zwiększenie wysokości roślin (długości międzywęźli).

Ze względu na mniejszy plon nasion mutanta możliwość jego bezpośredniego wykorzystania w praktyce jest ograniczona, jednak wydaje się, że omawiany genotyp może posłużyć jako cenny materiał w hodowli odmian wczesnych grochu. Konieczne jest przeprowadzenie szczegółowej analizy genetycznej cechy wczesniej (m.in. testu na allelizm z genami dotąd opisanymi) i zbadanie lokalizacji genu (genów) warunkującego wczesność.

Wnioski

1. Linia mutacyjna 4T grochu siewnego rozpoczęła kwitnienie o 2 tygodnie wcześniej oraz dojrzewała średnio o 12,5 dnia wcześniej od odmiany wyjściowej 'Piast'.

2. Rośliny linii mutacyjnej 4T charakteryzowały się zmienionym morfotypem – były niższe i miały mniejszą liczbę międzywęźli oraz mniejszą liczbę międzywęźli do pierwszego strąka.

3. Przy zbliżonej do odmiany 'Piast' liczbie strąków z rośliny liczba nasion w strąku i masa nasion z rośliny okazały się u linii mutacyjnej istotnie mniejsze od wartości tych cech u odmiany wyjściowej.

4. Następstwem mutacji była zmiana, w stosunku do odmiany 'Piast', niektórych współzależności pomiędzy analizowanymi cechami.

5. Omawiana, unikalna linia mutacyjna grochu siewnego może stanowić cenne źródło wczesności u tego gatunku i może być wykorzystana do dalszej hodowli.

Literatura

- ARUMINGTYAS E.L., MURFERT I.C., 1994. Flowering in *Pisum*. A further gene controlling response to photoperiod. *J. Hered.* 85: 12-17.
- GOTTSCHALK W., 1970. The productivity of some mutants of the pea (*Pisum sativum* L.) and their hybrids – a contribution to the heterosis problem in self-fertilizing species. *Euphytica* 19, 1: 91-96.
- KING W.M., MURFERT I.C., 1985. Flowering in *Pisum*: a sixth locus, *Dne*. *Ann. Bot. (Lond.)* 56: 835-846.
- LISTA odmian roślin rolniczych. 1995. COBORU, Słupia Wielka.
- MUSZYŃSKI S., 1970. Zarys radiacyjnej hodowli roślin. PWRiL, Warszawa.
- WELLER J.L., REID J.B., TAYLOR S.A., MURFERT I.C., 1997. The genetic control of flowering in pea. *Trends Plant Sci.* 2: 412-418.

ESTIMATION OF BREEDING VALUE OF PEAS (*PISUM SATIVUM* L.) MUTANT WITH SHORTENED VEGETATION PERIOD

Summary. After gamma rays irradiation (dose 15 kR) of peas (*Pisum sativum* L.) seeds of cultivar 'Piaśt' in M_2 generation mutant with decreased number of days to flowering (14 days shorter than control) and vegetation period (average 12.5 days early) was selected. 13 traits of mutated line (4T) and two cultivars were characterised in a two-year field experiment. Seed yield of this mutant was about 38.8% lower than control. Some phenotypic correlations between the analysed traits in 'Piaśt' and in mutant were different. Changes were especially connected with the relationship between some seed yield component traits and plant height (internodes length).

Key words: peas, mutant, earliness, breeding evaluation

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Tadeusz Łuczkiwicz, Katedra Genetyki i Hodowli Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 71 C, 60-625 Poznań, Poland, e-mail: tadeuszl@up.poznan.pl

Zaakceptowano do druku – Accepted for print:
22.07.2011

Do cytowania – For citation:

Łuczkiwicz T., Nawracała J., Dyba S., 2012. Ocena przydatności hodowlanej mutanta grochu siewnego (*Pisum sativum* L.) o skróconym okresie wegetacji. *Nauka Przyr. Technol.* 6, 1, #5.