

ZYGMUNT STASZEWSKI**ZBIGNIEW BODZON**

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, Radzików

Przydatność genu *lp* do zwiększenia plonowania nasiennego lucerny siewnej (*Medicago sativa* L.)

Usefulness of *lp* gene for improvement of seed yield potentials in lucerne (*Medicago sativa* L.)

W hodowli odmiany o zwiększonym potencjale plonowania nasiennego zastosowano gen *lp* warunkujący wydłużenie osadki kwiatostanowej i zwiększenie liczby kwiatów w kwiatostanie. Gen *lp*, metodą krzyżowań wstecznych, wprowadzono do materiałów hodowlanych odmiany Radius, odznaczających się bardzo dobrym wiązaniem strąków i nasion. Przeprowadzono dwa cykle krzyżowań wstecznych, otrzymując 7 długogroniastych linii hodowlanych lucerny. Pięć najlepszych linii połączono tworząc z nich pierwszą na świecie długogroniastą populację syntetyczną RAH 100, charakteryzującą się o ok. 15–20% wyższym plonem nasion w porównaniu z czołowymi, krótkogroniastymi odmianami wzorcowymi.

Słowa kluczowe: długi kwiatostan, lucerna, metoda hodowli, plon nasion, spontaniczna mutacja

The gene *lp*, governing long raceme peduncle and great number of flowers in inflorescence, was used for improvement of seed yield potentials of Radius variety. The breeding stock of variety exhibiting superior pod and seed setting was back crossed to the donor of *lp* gene — mutant line No. 2002/1. After two cycles of back cross 7 long racemed lines were obtained. Five lines were selected to form the new synthetic variety RAH 100. Field trials demonstrated 15–20% higher seed yield of this variety in comparison with the best short racemed standard cultivars.

Key words: alfalfa, long inflorescence, method of breeding, seed yield, spontaneous mutation

WSTĘP

W ostatnim dziesięcioleciu, w miarę odbudowy pogłowia zwierząt gospodarskich, powierzchnia uprawy lucerny w Polsce zwiększyła się ponad dwukrotnie. Obecnie lucernę uprawia się na obszarze ok. 150 tys. ha. Zapotrzebowanie na nasiona przeznaczone do corocznego odnawiania plantacji wynosi ok. 1500 ton i zgodnie z prognozami, w najbliższych latach będzie wzrastać, wraz z rosnącym zainteresowaniem uprawą tej wartościowej rośliny.

W Polsce ok. 95% materiału siewnego pochodzi z importu. Plon nasion odmian wyhodowanych w innych warunkach klimatycznych jest niższy o ok. 30–50% w

porównaniu z odmianami krajowymi (Steuckardt, 1973; Skalska, 1993; Dyba i Rogalska, 1995). Gwarancją wysokiej produktywności lucerny jest hodowla własnych odmian, najlepiej przystosowanych do warunków klimatycznych Polski (Wilczek, 1983; Staszewski i Staszewski, 1994; Simon, 1997).

Głównym czynnikiem ograniczającym plon nasion jest złe wiązanie strąków, wynoszące 40–60% ogólnej liczby kwiatów oraz mała liczba nasion zawiązanych w strąku. Znaczną poprawę plonowania nasiennego może zapewnić ściśle stosowanie zaleceń dotyczących rejonizacji i agrotechniki na plantacjach nasiennych. Zdaniem wielu autorów, istnieje możliwość zwiększenia produktywności nasiennej lucerny poprzez poprawę wiązania strąków i nasion metodami hodowlanymi. W badaniach nad uzyskaniem form charakteryzujących się wysokim potencjałem plonowania nasiennego duże znaczenie ma poszukiwanie genów warunkujących cechy determinujące tworzenie nasion, a także wykorzystywanie mutacji (Staszewski i in., 1990, 1992).

Staszewski (1986) wyodrębnił z odmiany Vernal zmutowaną formę lucerny (2002/1) odznaczającą się 2–3 razy dłuższymi osadkami kwiatostanowymi oraz 2–3 razy większą liczbą kwiatów w kwiatostanie w porównaniu z roślinami wzorcowymi o krótkich gronach. Wieloletnie badania genetyczne dowiodły, że cecha ta dziedziczy się jednym recesywnym genem w stanie homozygotycznym — *lp**lp**lp**lp* (Bodzon, 1998). Prosty sposób dziedziczenia umożliwił wprowadzenie genu *lp* do odmiany Radius, charakteryzującej się bardzo dobrym wiązaniem strąków i nasion. Założono, że wprowadzając gen *lp* do tej odmiany uzyska się linie hodowlane o wysokim potencjale plonowania nasiennego.

Celem prowadzonych badań było określenie wpływu genu powodującego silne wydłużenie osadek kwiatostanowych na strukturę plonu nasion i możliwości zastosowania go do zwiększenia produktywności nasiennej lucerny.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 1989–2000. Materiał wyjściowy stanowiło 7 klonów odmiany Radius oraz 4 linie *S*₂ mutantu 2002/1, które użyto jako donor cechy wydłużenia grona i zwiększenia liczby wytwarzanych w gronie strąków. Stosując metodę krzyżowań wstecznych, gen *lp* wprowadzono do genotypów klonów w materiałach hodowlanych odmiany Radius. Klony użyto jako formy mateczne w krzyżowaniach z liniami *lp* w pierwszym cyklu, zapewniając tym samym zachowanie przez materiał hodowlany wartościowej cytoplazmy odmiany Radius. Następnie przeprowadzono dwa cykle krzyżowań wstecznych, zapylając długogroniaste mieszańce pyłkiem klonów. W ten sposób otrzymano 7 genotypów *lp* ze zwiększoną dozą genów pochodzących z odmiany Radius. Ze względu na dziedziczenie się wprowadzanej cechy genem recesywnym i brak jej ekspresji w pokoleniu *F*₁, w kolejnych etapach krzyżowań konieczne było samozapylenie potomstw *F*₁ w celu wyselekcjonowania roślin z długimi gronami w segregujących potomstwach *F*₂. Długogroniaste linie hodowlane uzyskano krzyżując siostrzanie rośliny typu *lp*, otrzymane po drugim cyklu krzyżowań wstecznych. Z pięciu mieszańców *BC*₂, istotnie przewyższających wyjściową odmianę Radius pod względem długości grona, liczby strąków w gronie, liczby nasion w strąku i w gronie oraz masy

tysiąca nasion, utworzono pierwszą w świecie długogroniastą populację syntetyczną RAH 100 (rys. 1).



Rys. 1. Grono i lodygi nowej długogroniastej populacji syntetycznej RAH 100
Fig. 1. The raceme and stems of new long racemed synthetic population RAH 100

W doświadczeniu polowym, założonym w układzie losowanych bloków w trzech powtórzeniach, porównano długość grona, liczbę strąków w gronie, liczbę nasion w gronie i w strąku oraz masę tysiąca nasion linii S₂, populacji syntetycznej RAH 100 oraz odmian wzorcowych Radius i Europe w pierwszym i w drugim roku pełnego użytkowania (lata 1996–1997). Powierzchnia poletek wynosiła 10 m², rozstawa rzędów 0,8 m, a obsada 8 roślin na m². Doświadczenie założono w Radzikowie na glebie bielcowej wytworzonej z glin zwałowych, zaliczanej do III klasy bonitacyjnej.

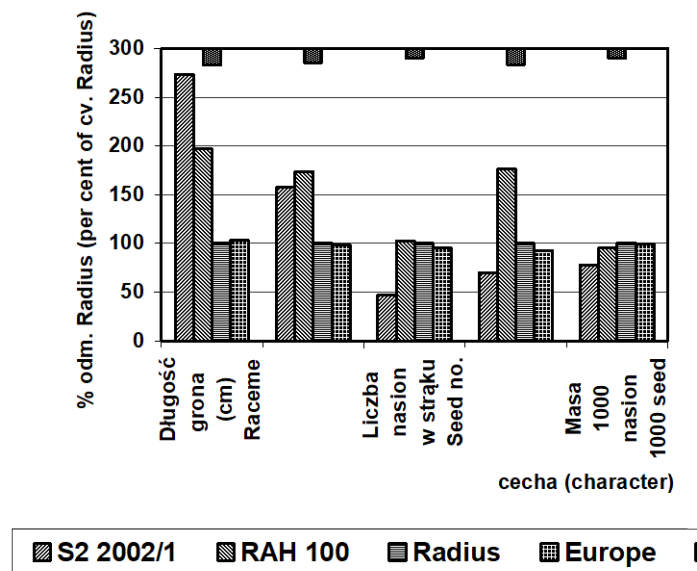
Cechy generatywne oraz długość grona badano w oparciu o próby 30 gron zebranych losowo z lodyg głównych 30 roślin losowo wybranych z każdego poletka.

W oddzielnych doświadczeniach polowych, obejmujących trzyletni okres użytkowania, prowadzonych w układzie losowanych bloków w czterech powtórzeniach, oceniono plon

nasion (lata 1998–2000) oraz plon paszy (lata 1997–1999) populacji syntetycznej RAH 100 i odmian Radius, Kometa, Barallix (Francja) oraz Treasure (USA). Ocenę plonu nasion przeprowadzono w Radzikowie, natomiast plonowanie pastewne populacji RAH 100 i odmian wzorcowych badano w 4 stacjach doświadczalnych zlokalizowanych w różnych rejonach Polski: Bartązek, Borowo, Radzików i Sandomierz. Zgodnie z zaleceniami COBORU, opracowanymi dla plantacji produkcyjnych, w badaniach nad plonowaniem nasiennym na poletkach wysiewano po 400 nasion na m² w rozstawie rzędów 0,4 m, natomiast przy ocenie plonu paszy normę siewu zwiększono dwukrotnie stosując rozstaw rzędów 0,2 m. Powierzchnia poletek wynosiła 10 m². Nasiona wysiano siewnikiem poletkowym Oyjord firmy Wintersteiger. Zabiegi agrotechniczne wykonano według metodyki zalecanej przez COBORU (Broniarz, 1998).

WYNIKI I DYSKUSJA

Linie S₂ 2002/1, odznaczające się prawie trzykrotnie dłuższymi gronami, wytwarzały o ok. 60% więcej strąków w porównaniu z odmianami Radius i Europe (rys. 2). Natomiast liczba nasion zawiązywanych w strąkach była dwukrotnie mniejsza, a liczba nasion w gronie o 30% niższa w porównaniu z tymi wzorcami. Masa tysiąca nasion potomstw mutanta była o ok. 20% niższa od masy nasion odmian Radius i Europe.



Rys. 2. Cechy generatywne linii S₂ 2002/1, populacji syntetycznej RAH 100 i odmian wzorcowych w procentach odmiany Radius

Fig. 2. Generative characters of line S₂ 2002/1, synthetic population RAH 100 and standards in percent of cultivar Radius

Rośliny RAH 100, które charakteryzowały się dwukrotnie dłuższymi kwiatostanami, wiązały o ok. 70% więcej strąków i nasion w gronie w porównaniu z odmianami Radius i

Europe. Liczba nasion w strąku i masa tysiąca nasion populacji syntetycznej RAH 100 i wzorców były podobne.

Długogroniaste rośliny RAH 100 przewyższały plonem nasion o ok. 15–20% wybitną pod względem produktywności nasiennej odmianę Radius, a różnice w plonowaniu nasiennym w stosunku do pozostałych odmian były jeszcze większe (tab. 1). Z roślin odmiany Kometa i nowej francuskiej odmiany Barallix zebrano o ok. 40%, a z amerykańskiej odmiany Treasure o ok. 50% mniej nasion w porównaniu z długogroniastą populacją syntetyczną RAH 100.

Tabela 1

Plonowanie nasienne populacji syntetycznej RAH 100 i odmian wzorcowych. Radzików (1998–2000)
Seed yield of synthetic population RAH 100 and standards. Radzików (1998–2000)

Odmiana Cultivar	1998		1999		2000	
	kg/ha	% odm.(cv.)	kg/ha	% odm.(cv.)	kg/ha	% odm.(cv.)
		Radius		Radius		Radius
RAH 100	449,0	122,0	406,0	120,5	760,0	115,6
Radius	368,0	100,0	337,0	100,0	657,5	100,0
Kometa	296,6	80,6	259,2	76,9	477,5	72,6
Barallix (Francja)	317,5	86,3	275,3	81,7	510,0	77,5
Treasure (USA)	256,5	69,7	212,0	62,9	390,0	59,3
NIR _{0,05}	51,07	—	46,11	—	83,16	—
LSD _{0,05}						

Wysoką produktywność nasienną odmiany Radius potwierdzają badania Skalskiej (1993) przeprowadzone w latach 1982–1986. Autorka stwierdziła, że rośliny tej odmiany odznaczały się o ok. 20–50% wyższym plonem nasion w porównaniu z odmianami zagranicznymi i o ok. 10–30% w porównaniu z polskimi wzorcami. Podobne wyniki z doświadczeń, prowadzonych w kilku miejscowościach w latach 1993–1997, uzyskał Broniarz (1997) porównując plonowanie nasienne polskich odmian lucerny. Z tego względu, w celu uzyskania materiału hodowlanego charakteryzującego się zwiększonym potencjałem plonowania nasiennego, gen *lp* wprowadzono do odmiany Radius.

W tabeli 2 przedstawiono plon paszy uzyskanej z 10 pokosów zebranych z doświadczeń w latach 1997–1999. Prezentowane wyniki stanowią wartości średnie otrzymane z 4 stacji doświadczalnych. Długogroniasta populacja syntetyczna RAH 100 charakteryzowała się dobrym plonem zarówno zielonej jak i suchej masy i pod tym względem nie ustępowała czołowym odmianom polskim i zagranicznym. Należy podkreślić, że zebrano stosunkowo wysokie plony wynoszące średnio 17–18 ton świeżej i ok. 4 tony suchej masy z pokosu.

Przeprowadzone badania metodyczno-hodowlane udowodniły przydatność genu *lp* do kreowania dalszego postępu w plonowaniu nasiennym lucerny. Niska produktywność nasienna potomstw S_2 mutanta, spowodowana, jak można sądzić, pokrewieństwem i depresją wsobną, dyskwalifikowała je jako materiał hodowlany. Silne wydłużenie osadek kwiatostanowych i zwiększona liczba strąków w gronie, dziedziczące się w prosty sposób, zachęcały jednak do wykorzystania tej unikalnej cechy w hodowli rekombinacyjnej, prowadzonej w kierunku zwiększenia produktywności nasiennej. Badania prowadzone przez wielu autorów dowodzą, że cechy warunkowane przez pojedyncze geny,

dziedziczące się w prosty sposób, są najbardziej przydatne w hodowli lucerny (Staszewski, 1975; Hill i in., 1988; Rumbaugh i in., 1988).

Tabela 2

Plon zielonej i suchej masy populacji syntetycznej RAH 100 i odmian wzorcowych w latach 1997–1999.
Średnie z 4 stacji doświadczalnych
Forage and dry matter yield of synthetic population RAH 100 and standards in 1997–1999. Mean of 4 experimental stations

Odmiana Cultivar	Plon zielonej masy z 10 pokosów Forage yield of 10 cuts t/ha	Plon suchej masy z 10 pokosów Dry matter yield of 10 cuts	
		t/ha	% odm (cv.) Kometa
RAH 100	183,6	38,56	105,2
Radius	180,3	37,87	103,3
Kometa	174,5	36,65	100,0
Barallix (Francja)	170,3	37,47	102,2
Treasure (USA)	170,9	37,60	102,6
NIR _{0,05}	n.i.	n.i.	—
(LSD _{0,05})	n.s.	n.s.	—

n.i. — Nieistotne

n.s. — Non-significant

Stwierdzono, że stosując krzyżowania wsteczne można połączyć korzystne cechy odmiany Radius z cechami warunkowanymi genem *lp*. Wprowadzenie genu *lp* do odmiany Radius umożliwiło otrzymanie długogroniastych morfotypów lucerny, charakteryzujących się większą liczbą strąków i nasion w gronie w porównaniu z krótkogroniastymi odmianami wzorcowymi. Guy i wsp. (1973) oraz Pomogajbo (1982), w badaniach nad krótkogroniastymi odmianami lucerny także stwierdzili, że rośliny z dłuższymi kwiatostanami odznaczały się większą liczbą strąków w gronie i nasion w strąku, masą tysiąca nasion oraz masą nasion z grona w porównaniu z roślinami o krótszych gronach. Wysoką produktywność nasienną długogroniastych form lucerny, otrzymanych przy użyciu genu *lp*, potwierdził również w swoich badaniach Użik (1997).

Duża liczba strąków i nasion zawiązywanych w gronie w sposób zdecydowany zwiększyła plon nasion populacji syntetycznej RAH 100, w porównaniu z odmianami krótkogroniastymi, który w sprzyjającym roku 2000 wyniósł 760 kg, w przeliczeniu na hektar. Należy szczególnie podkreślić, że wprowadzenie genu *lp* do odmiany Radius, powodujące zwiększenie potencjału plonowania nasiennego, nie obniżyło plonu paszy populacji RAH 100, który kształtował się na poziomie odmian wzorcowych. Długogroniastą populację syntetyczną, charakteryzującą się zwiększonym potencjałem plonowania nasiennego i wysoką produktywnością pastewną, otrzymaną po raz pierwszy na świecie, włączono do badań rejestrowych COBORU w 2000 roku.

WNIOSKI

1. Prosty sposób dziedziczenia cechy długiej osadki kwiatostanowej umożliwia wykorzystanie genu *lp* do hodowli odmian o wysokim potencjale plonowania nasiennego.

2. Wprowadzając gen *lp* do odmiany Radius, charakteryzującej się bardzo dobrym wiązaniem strąków i nasion, uzyskano nie znane dotychczas w świecie, długogroniaste morfotypy lucerny odznaczające się zwiększoną liczbą strąków i nasion w gronie w porównaniu z odmianami wzorcowymi o krótkich gronach.
3. Zastosowanie genu *lp* do poprawy produktywności nasiennej lucerny nie obniżyło plonu suchej masy.

LITERATURA

- Bodzon Z. 1998. Inheritance of spontaneous long peduncle mutation in alfalfa (*Medicago sativa* L.) Plant Breed. Seed Sci. 42/1: 3 — 9.
- Broniarz J. 1997. Syntezy wyników doświadczeń odmianowych. Motylkowate drobnonasienne. COBORU, Słupia Wielka, z. 1114: 27 — 40.
- Broniarz J. 1988. Metodyka badania wartości gospodarczej odmian (WGO) roślin uprawnych. Rośliny rolnicze. Motylkowate drobnonasienne. Wyd. I. COBORU, Słupia Wielka.
- Dyba S., Rogalska S. 1995. Plon nasion populacji syntetycznych Syn-1 i Syn-2 lucerny mieszańcowej (*Medicago media* Pers.) w warunkach klimatycznych Polski. Roczn. AR. Pozn. CCLXIX, Rol. 45: 3 — 13.
- Guy P., Ecalle Ch., Genier G. 1973. Influence de la morphologie d'une inflorescence sur la production de graines. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 131: 25 — 32.
- Hill R. R. jr., Shenk J. S., Barnes R. F. 1988. Breeding for yield and quality. In: Alfalfa and alfalfa improvement. Hanson A. A., Barnes D. K., Hill R. R. jr. (eds.). Monograph. 29 Am. Soc. Agron.: 809 — 825.
- Pomogajbo V. M. 1982. Svjaz nekotorych morfologiceskich priznakov s produktivnostju rastenij sinegibridnoj ljucerny. Dokl. Vses. Akad. Sel-Choz. Nauki 2: 23 — 24.
- Rumbaugh M. D., Caddel J. L., Rowe D. E. 1988. Breeding and quantitative genetics. In: Alfalfa and alfalfa improvement. Hanson A. A., Barnes D. K., Hill R. R. jr. (eds.). Monograph. 29 Am. Soc. Agron.: 777 — 808.
- Simon U. 1997. Environmental effects on seed production in lucerne. Proc. of the XIIth Eucarpia Meeting of the Group *Medicago*, July 2–5 1996, Brno, Czech Republic: 123 — 134.
- Skalska M. 1993. Plonowanie odmian lucerny siewnej i mieszańcowej w uprawie na nasiona. Biul. IHAR 186: 103 — 111.
- Staszewski Z. 1975. Lucerny. PWRiL, Warszawa.
- Staszewski Z. 1986. Long peduncle *lp* mutation — a promise for seed yield improvement of alfalfa. Rep. of the XXXth North American Alfalfa Improvement Conference. University of Minnesota: 75.
- Staszewski Z., Jagodziński J., Jakubowska B., Osiński R. 1990. Lucerne mutations useable for increasing seed yields. Proc. of Meeting Fodder Crops Section of Eucarpia. Wageningen: 18 — 19.
- Staszewski Z., Staszewski L., Osiński R. 1992. Top flowering — spontaneous mutation of *Medicago sativa* L. The future of lucerne. Proc. of the Xth Eucarpia Meeting of the Group *Medicago*. Lodi.: 392 — 395.
- Staszewski Z., Staszewski L. 1994. Lucerne growing in Poland — the past and perspectives. Meeting of the Eucarpia Lucern Section, Lusignan. REUR Tech. Ser.: 23 — 25.
- Steuckardt R. 1973. Züchterische Aspekte für die Erreichung hoher Samenerträge bei der Luzerne. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 131: 191 — 205.
- Užik M. 1997. Perspective of alfalfa selection for raceme length and seed yield. Proc. of the XIIth Eucarpia Meeting of the Group *Medicago*, Brno: 71 — 73.
- Wilczek M. 1983. Agroekologiczne aspekty rejonyzacji plantacji nasiennych lucerny mieszańcowej (*Medicago media* Pers.) na terenie Lubelszczyzny. Cz. I. Rejony produkcji a fazy rozwojowe roślin. Biul. IHAR 151: 123 — 133.