

ZBIGNIEW BODZON

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie

Wykorzystanie mutacji genowych do ulepszania produktywności nasiennej lucerny (*Medicago sativa* L.)

The usefulness of gene mutation for the improvement of seed yield productivity in alfalfa (*Medicago sativa* L.)

W doświadczeniach polowych przeprowadzono badania wpływu recesywnego genu *lp* (długie grono), wprowadzonego do odmiany Radius, oraz recesywnego genu *tf* (szczytowy kwiatostan), na produktywność nasienną lucerny. Wprowadzenie genu *lp* spowodowało zmiany pokroju kwiatostanów, w których znacznemu zwiększeniu uległa liczba zawiązywanych strąków i nasion. Nowa, syntetyczna odmiana lucerny Ulstar z długimi gronami charakteryzowała się plonem nasion większym o 15–20% w porównaniu z odmianami wzorcowymi o typowych, krótkich gronach. Dwie zmutowane rośliny wytwarzające szczytowe kwiatostany, które wyselekcjonowano z odmiany Ulstar, skrzyżowano, otrzymując kolejno mieszańce pokolenia F₁ i F₂ typu *tf*. Rośliny potomstwa F₂ wytwarzały o 60–80% więcej gron na łodygach w porównaniu z roślinami odmiany wzorcowej Ulstar, przewyższając ją także plonem nasion o 50–60%.

Słowa kluczowe: długie grono, kwiatostan szczytowy, lucerna, mutacja, plon nasion

The effects of introgression of the recessive genes *lp* (long raceme) and *tf* (top inflorescence) into alfalfa cv. Radius on seed productivity were evaluated in field experiments. Introgression of the gene *lp* resulted in the change of a type of inflorescence, significantly increasing the numbers of pods and seeds per raceme. The seed yield of a new synthetic cv. Ulstar (*lp* type) was higher by 15–20% than those of standard cultivars producing typical, short racemes. Two mutant *tf*-type plants, selected from cv. Ulstar, were intercrossed, and the F₁ and F₂ progenies containing the recessive gene *tf* were derived. In the F₂ progenies both the number of racemes per stem and the seed yield were larger than those in cv. Ulstar.

Key words: alfalfa, long raceme, mutation, seed yield, top flowering

WSTĘP

Lucerna jest gatunkiem zajmującym jedną z czołowych pozycji w światowej produkcji pasz. W ostatnich latach, również w Polsce, obserwuje się stopniowy wzrost zainteresowania uprawą tej wartościowej rośliny, będący m.in. wynikiem zastępowania w żywieniu zwierząt gospodarskich białka zwierzęcego paszami roślin wysokobiałkowych.

Zgodnie z prognozami, w najbliższych latach przewiduje się dalszy wzrost zapotrzebowania na kwalifikowany materiał siewny. Z tego też względu programy hodowlane, poza zwiększaniem poziomu odporności na choroby i czynniki stresowe oraz ulepszaniem cech jakościowych, powinny w większym niż dotychczas stopniu uwzględniać takie kierunki, jak zwiększanie plenności nasiennej oraz zapewnienie stabilności plonowania w różnych warunkach pogodowych, spełniając tym samym wysokie wymagania stawiane obecnie przed nowymi odmianami.

Prowadzone badania dowodzą, że główną przyczyną niskiej produktywności nasiennej jest złe wiązanie strąków i nasion, zwłaszcza w chłodne i deszczowe lata (Djukić i Kraljević-Balalić, 1993; Lorenzetti, 1993; Simon, 1997). Istnieje jednak możliwość zwiększenia plenności lucerny poprzez poprawę wiązania strąków i nasion metodami genetyczno-hodowlanymi (Jaranowski i Dyba, 1983; Bocsai i Pummer, 1994 i 1997). W badaniach nad uzyskaniem form lucerny charakteryzujących się wysoką produktywnością duże znaczenie ma poszukiwanie genów warunkujących cechy składowe plonu nasion, a także poszerzanie zakresu zmienności poprzez wykorzystanie mutacji (Staszewski i in., 1990 i 1992).

Spontaniczny mutant *lp* (long peduncle), został wyselekcjonowany przez Staszewskiego (1986) w linii wsobnej odmiany Vernal. Zmutowana forma odznaczała się 2–3 razy dłuższą osadką kwiatostanową, oraz 2–3 razy większą liczbą kwiatów w kwiatostanie w porównaniu z roślinami odmian wzorcowych, o krótkich gronach. Badania genetyczne dowiodły prostego sposobu dziedziczenia cechy wydłużonej osadki kwiatostanowej (Bodzon, 1998), umożliwiającego wprowadzenie warunkującego ją genu do odmiany Radius, charakteryzującej się bardzo dobrym wiązaniem strąków i nasion. Założono, że wprowadzając gen *lp* do odmiany Radius uzyska się linie hodowlane o wysokim potencjale plonowania nasiennej (Staszewski i Bodzon, 2002).

Dwie zmutowane rośliny, wytwarzające kwiatostany na wierzchołkach pędów (*tf*— top flowering), wyodrębniono w materiałach hodowlanych długogroniastej odmiany Ulstar. Wytwarzanie kwiatostanów szczytowych (cecha zdeterminowanego wzrostu) prowadzi do zakończenia fazy wzrostu, a w konsekwencji także zwiększenia równomierności zawiązywania strąków i dojrzewania nasion w obrębie całej rośliny, w porównaniu z roślinami o tradycyjnym typie wzrostu i rozwoju. Mutanty wytwarzające kwiatostany na wierzchołkach pędów obserwowano także u krótkogroniastych form lucerny (Staszewski i in., 1992 i 2001).

Celem prowadzonych badań było określenie wpływu genów *lp* i *tf* na strukturę plonu nasion oraz możliwości wykorzystania ich do zwiększenia produktywności nasiennej lucerny.

MATERIAŁ I METODY

Cecha długiej osadki kwiatostanowej

Materiał wyjściowy stanowiło 7 klonów, będących komponentami odmiany syntetycznej Radius oraz 4 linie S_2 mutantów, które użyto jako donora cechy wydłużenia grona i zwiększenia liczby wytwarzanych w gronie strąków. Zgodnie z metodyką opisaną przez

Staszewskiego i Bodzona (2002), stosując krzyżowania wsteczne gen *lp* wprowadzono do odmiany Radius. Przeprowadzono dwa cykle krzyżowań wstecznych uzyskując długogroniaste linie hodowlane, z których utworzono pierwszą w świecie długogroniastą odmianę syntetyczną Ulstar.

Porównania produktywności nasiennej czterech linii S_2 mutantu *lp* i odmiany Ulstar z wzorcową odmianą Radius dokonano w oddzielnych doświadczeniach polowych, oceniając długość kwiatostanów, liczbę strąków i nasion w gronie, liczbę nasion w strąku oraz masę tysiąca nasion, odpowiednio w latach 1991–1992 i 1997–1998, obejmujących pierwszy i drugi rok pełnego użytkowania roślin. Doświadczenia zakładano w układzie losowanych bloków w trzech powtórzeniach. Powierzchnia poletek wynosiła 10 m², rozstawa rzędów 0,6 m a obsada 10 roślin na m². Cechy generatywne oraz długość grona badano w oparciu o próby 30 gron zebranych z łodyg głównych 30 roślin wybranych losowo z każdego poletka. Wyniki przedstawiono jako średnie z lat prowadzonych badań, wyrażone w procentach odmiany wzorcowe Radius.

W oddzielnym doświadczeniu polowym, obejmującym trzyletni okres użytkowania (lata 1997–1999), prowadzonym w układzie losowanych bloków w czterech powtórzeniach, oceniono plon nasion polskich odmian Ulstar, Radius i Kometa oraz Barallix (Francja) i Treasure (USA). Powierzchnia poletek wynosiła 10 m². Nasiona, w ilości 400 na m², wysiano siewnikiem poletkowym Oyjord firmy Wintersteiger, stosując rozstaw rzędów 0,4 m. Zabiegi agrotechniczne wykonano według metodyki zalecanej przez COBORU (Broniarz, 1988).

Cecha zdeteminowanego wzrostu

Materiał wyjściowy stanowiły dwie zmutowane, długogroniaste rośliny wytwarzające kwiatostany na wierzchołkach pędów, wyodrębnione w liniach hodowlanych odmiany Ulstar. Rośliny te skrzyżowano otrzymując mieszańce pokolenia F_1 , a następnie krzyżując rośliny potomstw F_1 uzyskano mieszańce F_2 .

W doświadczeniu polowym, założonym metodą losowanych bloków w trzech powtórzeniach, oceniono produktywność 10 kombinacji mieszańcowych F_2 w pierwszym i w drugim roku pełnego użytkowania (lata 2005–2006). Powierzchnia poletek w doświadczeniach wynosiła 5 m², rozstawa rzędów 0,6 m, a obsada 10 roślin na m². Podstawą oceny produktywności mieszańców była analiza 9 cech obejmujących cechy o charakterze generatywnym: liczbę strąków i nasion w gronie, liczbę nasion w strąku i plon nasion z poletka, oraz cechy morfologiczne: długość grona, wysokość roślin, liczbę łodyg głównych oraz liczbę węzłów i gron na łodydze. Obiektem wzorcowym była długogroniasta odmiana Ulstar. Opisy cech przeprowadzono w oparciu o próby 30 łodyg i gron wybranych losowo z każdego poletka.

Doświadczenia polowe, będące podstawą oceny produktywności długogroniastych form lucerny oraz form o zdeteminowanym typie wzrostu, zakładano sadząc na poletkach sześciotygodniowe rośliny, pochodzące z rozsad wcześniej przygotowywanych w szklarni. Doświadczenia założono w Radzikowie na glebie biellicowej wytworzonej z glin zwałowych, zaliczanej do III klasy bonitacyjnej.

Nasiona z poszczególnych poletek zbierano jednofazowo, kombajnem poletkowym firmy Wintersteiger, zaadaptowanym do zbioru roślin drobnonasiennych. Przed zbiorem

rośliny desykowano preparatem Reglone w dawce 5 l/ha, przy czym zabieg przeprowadzano w fazie dojrzałości technicznej, gdy ok. 70–75% strąków przybrało brunatne zabarwienie.

W wyniku przeprowadzonej dwuczynnikowej analizy wariancji dla analizowanych cech generatywnych, morfologicznych i plonu nasion, z zastosowaniem testu T-Tukeya:

- w badaniach dotyczących długiej osadki kwiatostanowej porównano 5 odmian lucerny siewnej oraz zbadano ich interakcję z latami użytkowania
- w badaniach dotyczących cechy zdeterminowanego wzrostu porównano 10 mieszańców F_2 typu *tfi* odmianę wzorcową Ulstar oraz zbadano ich interakcję z latami badań

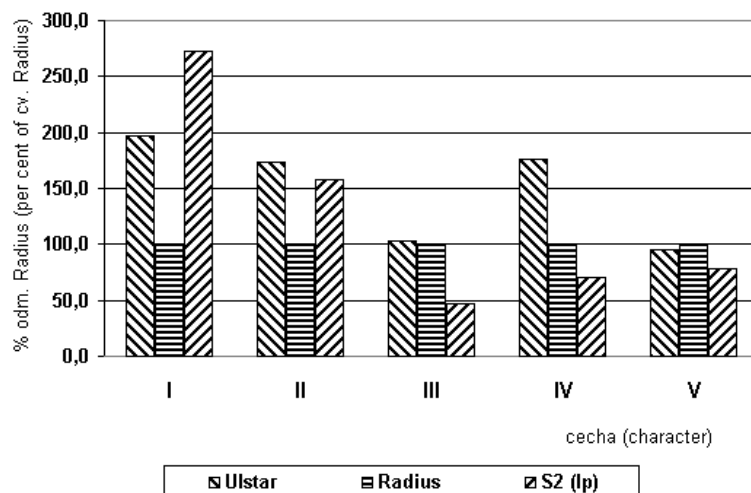
OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Cecha długiej osadki kwiatostanowej

Cztery badane linie S_2 mutanta *lp* odznaczające się średnio ponad dwuipółkrotnie dłuższymi osadkami kwiatostanowymi wytwarzały o ok. 60% więcej strąków w porównaniu z odmianą Radius, natomiast pod względem pozostałych cech generatywnych formy krótkogroniaste przewyższały linie S_2 (rys. 1). Dwukrotnie mniejsza liczba nasion w strąkach linii S_2 zmniejszyła liczbę nasion w gronach, które ponadto były drobniejsze w porównaniu z nasionami odmiany Radius. Niska produktywność nasienna długogroniastych linii S_2 , która, jak można sądzić, była spowodowana depresją wsobną, uniemożliwiła bezpośrednie wykorzystanie potomstw mutanta jako materiału wyjściowego do tworzenia wartościowych gospodarczo odmian lucerny. Natomiast zwiększona liczba strąków wytwarzanych w owocostanach jest cechą, która może być wykorzystana w hodowli odmian o wysokim potencjale plonowania nasiennego. Prosty sposób dziedziczenia cechy długiej osadki kwiatostanowej, pozwolił na wprowadzenie genu *lp* do genotypów klonów odmiany Radius, odznaczających się bardzo dobrym wiązaniem strąków i nasion.

Wysoką produktywność nasienną odmiany Radius potwierdzają, przeprowadzone w latach 1982–1986, badania Skalskiej (1993), która stwierdziła o ok. 20–50% wyższy plon nasion tej odmiany 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. Wprowadzenie genu *lp* do odmiany Radius umożliwiło uzyskanie linii hodowlanych charakteryzujących się wysokim potencjałem plonowania nasiennego (Staszewski i in., 2001). Z pięciu, najlepszych linii, utworzono pierwszą na świecie syntetyczną długogroniastą odmianę Ulstar (Staszewski i Bodzon, 2002).

Rośliny odmiany Ulstar, charakteryzujące się dwukrotnie dłuższymi kwiatostanami, wiązały o ok. 75% więcej strąków i nasion w gronie w porównaniu z odmianą Radius. Liczba nasion w strąku i masa tysiąca nasion tej odmiany kształtowała się na poziomie wzorca (rys. 1).



- I — Długość grona — Raceme length** NIR (LSD)_{0,05} = 17,1
II — Liczba strąków w gronie — No of pods per raceme NIR (LSD)_{0,05} = 14,6
III — Liczba nasion w strąku — No of seeds per pod NIR (LSD)_{0,05} = 10,0
IV — Liczba nasion w gronie — No of seeds per raceme NIR (LSD)_{0,05} = 16,4
V — Masa tysiąca nasion — Thousand seeds weight NIR (LSD)_{0,05} = 10,7

Rys. 1. Cechy generatywne linii S₂ mutantów lp (średnia z 4 linii), długograniastej odmiany Ulstar i wzorcowej Radius, w procentach wzorca
Fig. 1. Generative characters of mutation S₂ lines (mean for four lines), a long-raceme cv. Ulstar and standard cv. Radius in per cent of standard

Tabela 1

Plonowanie nasienne długograniastej odmiany Ulstar i odmian wzorcowych (1997–1999)
Seed yield of long-raceme cv. Ulstar and standards (1997–1999)

Odmiana Cultivar	1997		1998		1999	
	kg/ha	% odm. (cv.) Radius	kg/ha	% odm. (cv.) Radius	kg/ha	% odm. (cv.) Radius
Ulstar (PL)	433,7	123,2	381,6	120,2	361,0	116,3
Radius (PL)	352,0	100,0	317,5	100,0	310,4	100,0
Kometa (PL)	283,0	80,1	239,1	75,3	227,8	73,4
Barallix (F)	310,5	88,2	256,2	80,7	237,5	76,5
Treasure (USA)	243,2	69,1	195,9	61,7	181,3	58,4
NIR — LSD (Tukey) 0,05			48,46			
A/B *						
NIR — LSD (Tukey) 0,05			13,62			
B/A *						

*A/ B — do porównania odmian w roku użytkowania (to compare cultivars within a particular year of utilization)

*B/A — do porównania odmiany w latach użytkowania (to compare a cultivar between years of utilization)

Trzyletnie badania poziomu produktywności nasiennej dowiodły, że rośliny odmiany Ulstar przewyższały plonem nasion odmianę Radius od ok. 23% w pierwszym do ok. 16% w trzecim roku badań (tab. 1). Różnice w plonowaniu nasiennym w stosunku do

pozostałych odmian były jeszcze większe. Z roślin odmiany Kometa i nowej francuskiej odmiany Barallix, w kolejnych latach użytkowania zbierano po ok. 40%, a z amerykańskiej odmiany Treasure po ponad 50% mniej nasion w porównaniu z długogroniastą odmianą Ulstar.

Porównanie poziomu produktywności nasiennej badanych odmian lucerny wykazało, że w kolejnych latach użytkowania plon nasion zmniejszał się. Obserwowane obniżenie produktywności roślin może być związane z przebiegiem warunków pogodowych występujących w kolejnych latach użytkowania, a także może wiązać się z naturalnym fizjologicznym procesem starzenia się roślin i obniżania się ich plenności wraz z wiekiem.

Cecha zdeteminowanego wzrostu (samokończenia) roślin

W doświadczeniu polowym oceniono 10 mieszańców F_2 otrzymanych w wyniku krzyżowania roślin pokolenia F_1 o zdeteminowanym typie wzrostu. Badania produktywności nasiennej przeprowadzono w pierwszym i w drugim roku pełnego użytkowania. W obu latach badań, pod względem ocenianych cech morfologicznych tj. długość kwiatostanów, wysokość roślin, liczba łodyg głównych i liczba węzłów na łodygach, rośliny samokończące na ogół nie różniły się od roślin wzorcowych (tab. 2). Wyjątek stanowiły dwie kombinacje mieszańcowe, $tf\ 7 \times tf\ 6$ i $tf\ 8 \times tf\ 10$, które zarówno w pierwszym, jak i w drugim roku pełnego użytkowania wytwarzały więcej węzłów na pędach w porównaniu z roślinami odmiany Ulstar. W drugim roku badań rośliny większości ocenianych mieszańców F_2 oraz odmiany wzorcowej odznaczały się większą wysokością i liczbą węzłów na łodygach, a także wytwarzały dłuższe kwiatostany, natomiast liczba łodyg była mniejsza w porównaniu z pierwszym rokiem badań. Rośliny o zdeteminowanym typie wzrostu wytwarzały o ok. 80% więcej gron na łodygach w pierwszym i o ok. 60% w drugim roku badań w porównaniu z roślinami odmiany Ulstar. Zarówno rośliny samokończące, jak i wzorcowe tworzyły więcej gron w drugim roku pełnego ich użytkowania.

Samokończące formy lucerny charakteryzowały się dobrym osadzeniem strąków i nasion. Pod względem liczby strąków i nasion w gronie oraz liczby nasion zawiązywanych w strąku, w obu latach badań nie różniły się od roślin wzorcowych (tab. 3). Dobre wiązanie strąków i nasion a także większa liczba wytwarzanych gron zadecydowały o plonie nasion roślin samokończących, które pod względem tej cechy przewyższyły odmianę Ulstar o 57% w pierwszym i o 49% w drugim roku użytkowania. Zarówno samokończące formy lucerny, jak i rośliny wzorcowe odznaczały się wyższym poziomem wiązania strąków i nasion a także wyższym plonem zebranych nasion w drugim roku prowadzonych badań. Obserwowane różnice w wartości badanych cech morfologicznych i generatywnych w latach użytkowania, jak można sadzić, mogą mieć związek z przebiegiem warunków pogodowych panujących w okresie wegetacyjnym.

Przeprowadzone badania udowodniły przydatność genów *lp* i *tf* do kreowania dalszego postępu w plonowaniu nasiennym lucerny. Na podstawie oddzielnych badań, prowadzonych w populacji roślin długogroniastych, stwierdzono wysoką korelację liczby strąków w gronie oraz liczby nasion w strąku z plonem nasion, wynoszącą odpowiednio 0,69–0,74 i 0,76–0,84 (Bodzon, 2004). Podobne wyniki uzyskali m.in. Bocsá i Pummer (1994) i Huyghe i wsp. (1998 i 1999) w badaniach prowadzonych nad różnymi odmianami

lucerny o typowych, krótkich gronach. Biorąc pod uwagę te zależności, wprowadzenie genu *lp* do odmiany Radius umożliwiło uzyskanie form lucerny charakteryzujących się wyższym poziomem obu tych cech w porównaniu z wzorcami, a zatem także wyższą produktywnością nasienną. Wysoką produktywnością nasienną długogroniastych form lucerny, otrzymanych przy użyciu genu *lp*, potwierdził także w swoich badaniach Użik (1997).

Tabela 2

Cechy morfologiczne mieszańców F₂ otrzymanych ze skrzyżowania mieszańców F₁ typu *tf* (mieszańce F₁ otrzymano krzyżując dwie zmutowane rośliny typu *tf*). Radzików (2005–2006)
Morphological characters of F₂ hybrids obtained by intercrossing F₁ *tf*- type hybrids (F₁ hybrids were obtained by intercrossing two mutant *tf*- type plants). Radzików (2005–2006)

Mieszańiec Hybrid	Długość grona Raceme length (cm)	Wysokość roślin Plant height (cm)	Liczba łodyg głównych No. of main stem per plant	Liczba węzłów na łodydze głównej No. of nodes per main stem	Liczba gron na łodydze No. of racemes per stem
2005					
tf 1 × tf 3	10,3	120,9	24,2	23,4	72,9
tf 2 × tf 4	10,0	123,9	23,2	26,7	80,5
tf 3 × tf 13	12,5	124,4	24,0	29,1	65,7
tf 4 × tf 7	11,0	124,7	24,1	25,9	67,1
tf 6 × tf 8	9,7	122,3	22,6	25,1	75,6
tf 7 × tf 6	10,4	123,3	23,0	31,4	76,8
tf 8 × tf 10	12,9	128,9	24,0	31,1	72,5
tf 9 × tf 11	10,6	131,3	23,5	31,9	65,4
tf 12 × tf 14	12,8	114,7	22,6	26,5	94,4
tf 14 × tf 5	11,5	124,1	23,9	28,0	65,3
Średnia Mean	11,2	123,9	23,5	27,9	73,6
Ulstar (cv.)	10,9	124,9	23,3	26,1	40,2
2006					
tf 1 × tf 3	11,0	127,3	21,2	24,6	79,5
tf 2 × tf 4	10,6	129,5	21,4	25,7	86,3
tf 3 × tf 13	11,9	129,2	22,2	30,5	69,9
tf 4 × tf 7	11,6	129,3	22,1	26,7	73,3
tf 6 × tf 8	10,3	128,5	21,8	23,9	69,2
tf 7 × tf 6	11,0	128,5	22,7	32,8	82,4
tf 8 × tf 10	12,4	135,7	21,9	32,1	78,7
tf 9 × tf 11	11,5	136,7	21,9	30,8	71,8
tf 12 × tf 14	12,1	119,9	22,0	27,7	101,2
tf 14 × tf 5	12,4	129,8	23,3	26,6	59,7
Średnia Mean	11,5	129,5	22,1	28,1	77,2
Ulstar (cv.)	11,7	131,5	21,8	27,8	46,9
NIR — LSD _{(Tukey)0,05} A/B*	1,62	16,63	2,61	3,84	10,20
NIR — LSD _{(Tukey)0,05} B/A*	0,51	5,39	0,68	1,07	3,14

*A/ B — Do porównania odmian w roku użytkowania — To compare cultivars within a particular year of utilization

*B/A — Do porównania odmiany w latach użytkowania — To compare a cultivar between years of utilization

W przypadku mutantów tworzących kwiatostany szczytowe, niski, jak można sadzić, stopień ich spokrewnienia i brak obserwowanych efektów depresji wsobnej u mieszańców pokolenia F₁ i F₂, umożliwił zastosowanie klasycznej metody krzyżowania. Uzyskane samokończące formy lucerny charakteryzujące się dobrym wiązaniem strąków i nasion oraz większą liczbą gron wytwarzanych na łodygach, odznaczały się wyższym poziomem plonowania nasiennego w porównaniu z wzorcami o tradycyjnym typie wzrostu i rozwoju. Badania dotyczące możliwości wykorzystania form samokończących do zwiększenia produktywności nasiennej lucerny są kontynuowane.

Tabela 3

Cechy generatywne mieszańców F₂ otrzymanych ze skrzyżowania mieszańców F₁ typu *tf* (mieszańce F₁ otrzymano krzyżując dwie zmutowane rośliny typu *tf*). Radzików (2005–2006)
Generative characters of F₂ hybrids obtained by intercrossing F₁ *tf*- type hybrids (F₁ hybrids were obtained by intercrossing two mutant *tf*- type plants). Radzików (2005–2006)

Mieszaniec Hybrid	Liczba strąków w gronie No. of pods per raceme	Liczba nasion w gronie No. of seeds per raceme	Liczba nasion w strąku No. of seeds per pod	Plon nasion z poletka Seed yield per plot (g)
2005				
tf 1 × tf 3	24,6	80,4	3,3	129,7
tf 2 × tf 4	22,4	73,1	3,2	136,8
tf 3 × tf 13	30,1	88,6	2,9	125,1
tf 4 × tf 7	25,9	92,2	3,6	134,4
tf 6 × tf 8	19,9	69,2	3,5	121,2
tf 7 × tf 6	21,3	67,9	3,2	115,7
tf 8 × tf 10	24,1	80,5	3,3	130,2
tf 9 × tf 11	21,5	89,3	4,2	125,2
tf 12 × tf 14	23,2	80,8	3,5	165,9
tf 14 × tf 5	27,1	109,6	4,0	138,1
Średnia Mean	24,0	83,2	3,5	132,2
Ulstar (cv.)	25,3	90,6	3,6	84,1
2006				
tf 1 × tf 3	27,6	101,0	3,7	146,3
tf 2 × tf 4	25,3	97,5	3,8	151,6
tf 3 × tf 13	32,9	108,9	3,3	138,7
tf 4 × tf 7	29,1	115,0	4,0	150,8
tf 6 × tf 8	22,7	83,5	3,7	136,4
tf 7 × tf 6	24,3	92,1	3,8	133,1
tf 8 × tf 10	26,8	100,6	3,7	143,9
tf 9 × tf 11	24,3	115,9	4,8	139,8
tf 12 × tf 14	25,7	99,5	3,9	182,5
tf 14 × tf 5	30,5	135,2	4,4	152,3
Średnia Mean	26,9	104,9	3,9	147,5
Ulstar (cv.)	27,7	110,1	4,0	98,5
NIR — LSD _{(Tukey)0,05} A/B*	3,84	12,70	0,41	23,51
NIR — LSD _{(Tukey)0,05} B/A*	1,05	4,36	0,15	7,54

*A/ B — Do porównania odmian w roku użytkowania — To compare cultivars within a particular year of utilization

*B/A — Do porównania odmiany w latach użytkowania — To compare a cultivar between years of utilization

Zgodnie z nie publikowanymi dotychczas wynikami badań prowadzonych przez autora, również cecha samokończenia u lucerny warunkowana jest jednym genem w układzie czterech alleli recesywnych *tf tf tf tf*. Badania prowadzone przez wielu autorów dowodzą, że cechy warunkowane przez pojedyncze geny, dziedziczące się w prosty sposób, są najbardziej przydatne w hodowli lucerny (Hill i in., 1988; Staszewski i in., 1990 i 1992; Rumbaugh i in., 1988). Metoda krzyżowania wstecznego, wykorzystana w badaniach nad zwiększeniem produktywności nasiennej, może być stosowana do większości cech morfologicznych a także dziedziczących się w prosty sposób cech ilościowych takich jak wczesność, wysokość roślin, kształt i wielkość nasion (Allard, 1968).

WNIOSKI

1. Wykorzystywanie w hodowli lucerny genów zmieniających zarówno morfologię roślin, jak i organów generatywnych umożliwia uzyskanie istotnej poprawy plonowania nasiennego. Pod tym względem korzystnym wydaje się także poszerzanie zakresu zmienności poprzez wykorzystywanie, poza zmiennością rekombinacyjną, również zmienności mutacyjnej.
2. Wprowadzając gen *lp*, warunkujący cechę długiego grona, do odmiany Radius, charakteryzującej się bardzo dobrym wiązaniem strąków i nasion, otrzymano nowe formy lucerny odznaczające się zwiększonym potencjałem plonowania nasiennego.
3. Wykorzystanie genu *tf*, warunkującego tworzenie na wierzchołkach pędów kwiatostanów szczytowych, umożliwiło otrzymanie samokończących form lucerny charakteryzujących się wysokim poziomem plonowania nasiennego.

LITERATURA

- Allard R. W. 1968. Krzyżowanie wsteczne w: Podstawy hodowli. PWRiL, Warszawa: 160 — 175.
- Bocsa I., Pummer L. 1994. Eleven year selection for seed productivity improvement of lucerne. Rep. of the XXXIVth Alfalfa Improvement Conference. Guelph: 95.
- Bocsa I., Pummer L. 1997. Seed production and breeding for stability of fertility. Proc. of the XIIth Eucarpia Meeting of the Group *Medicago*. Brno: 87 — 93.
- Bodzon Z. 1998. Inheritance of spontaneous long peduncle mutation in alfalfa (*Medicago sativa* L.) Plant Breed. and Seed Sci. 42/1: 3 — 9.
- Bodzon Z. 2004. Correlations and heritability of the characters determining the seed yield of the long raceme alfalfa (*Medicago sativa* L.). J. Appl. Gen. Vol. 45 (1): 49 — 59.
- Broniarz J. 1988. Metodyka badania wartości gospodarczej odmian (WGO) roślin uprawnych. Rośliny rolnicze. Motylkowate drobnonasienne. Wyd. I, COBORU, Słupia Wielka.
- Broniarz J. 1997. Syntezy wyników doświadczeń odmianowych. Motylkowate drobnonasienne. COBORU, Słupia Wielka, z. 1114: 27 — 40.
- Djukić D., Kraljević-Balalić M. 1993. Variability of seed yield components of random pollinated alfalfa. Proc. of the Xth Eucarpia Conference, *Medicago* Group. Lodi: 422 — 428.
- Hill R. R. Jr., Shenk J. S., Barnes R. F. 1988. Breeding for yield and quality in Monog. 29: Alfalfa and alfalfa improvement (Hanson A. A., Barnes D. K., Hill R. R. Jr. — eds.), Am. Soc. Agron.: 809 — 825.
- Huyghe C., Bolaños-Aguilar E. D., Ecalle C., Julier B. 1998. Distribution of the seed in an alfalfa canopy. Rep. of the XXXVIth Alfalfa Improvement Conference. Bozeman: 57.

- Huyghe C., Bolaños-Aguilar E. D., Ecalle C., Hacquet J., Julier B. 1999. The seed weight per inflorescence as a selection criterion for seed yield in alfalfa. Proc. of the XIIIth Eucarpia Medicago Group Meeting: 65 — 70.
- Jaranowski J., Dyba S. 1983. Genetyczno-hodowlane możliwości poprawiania plonowania nasion lucerny mieszańcowej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 253: 25 — 33.
- Lorenzetti F. 1993. Achieving potential herbage seed yield in species of temperate regions. Proc. of XVIIth Grassland Congress: 1621 — 1628.
- Rumbaugh M. D., Caddel J. L., Rowe D. E. 1988. Breeding and quantitative genetics in Monog. 29 Alfalfa and alfalfa improvement (Hanson A. A., Barnes D. K., Hill R. R. Jr. (eds.), 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. 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., Bodzon Z. 2002. Przydatność genu *lp* do zwiększenia plonowania nasiennego lucerny siewnej (*Medicago sativa* L.). Biul. IHAR 221: 167 — 173.
- Staszewski Z., Bodzon Z., Staszewski L. 2001. Influence of some recessive genes on plant and inflorescence characteristics in alfalfa. Plant Breed. Seed Sci. 45/1: 43 — 53.
- 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.
- 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.