

Wpływ nawożenia azotem oraz naświetlania na wielkość plonu nasion czterech gazonowych odmian *Poa pratensis*

B. GRYGIERZEC

Katedra Łąkarstwa, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

The effect of nitrogen fertilization and irradiation on seed yield of four lawn cultivars of *Poa pratensis*

Abstract. The research aimed at determining the effect of pre-sowing stimulation of four *Poa pratensis* lawn cultivars with a laser diode and diversified nitrogen fertilization on seed yield. Moreover assessed were the number of plants per 1 m², the length and width of panicles and effectiveness of seed settling in spikelets. In seed plantations of *Poa pratensis*, nitrogen fertilization applied in the quantity of 120 kg N ha⁻¹ in two equal doses in early spring and in autumn, and 3 × 30 s irradiation with laser diode increased the number of generative shoots by 58–95%, effectiveness of seed settling in spikelets by 22–34% and width and length of panicles almost twice. The highest seed yields were obtained after 3 × 30 s pre-sowing irradiation of kernels combined with nitrogen fertilization dosed 120 kg N ha⁻¹, divided into 60 and 60 kg N ha⁻¹ for Bila and Conni and 90 and 30 kg N ha⁻¹ for Alicja and Limousine.

K e y w o r d s: fertilization, irradiation, lawn cultivars, *Poa pratensis*

1. Wstęp

Wiechlina łąkowa uznawana jest za gatunek o wysokim znaczeniu gospodarczym. Duże możliwości wykorzystania jej do celów pastewnych i pozapaszowych stwarzają popyt na materiał siewny (SVENSSON i BOELT, 1997; KOZŁOWSKI i GOLIŃSKI, 2000). Zdaniem MARTYNIAKA (2003) nasiennictwo tego gatunku nie należy do łatwych a plony nasion z plantacji nasiennych są niskie. Zatem głównym źródłem pokrycia krajowego zapotrzebowania na materiał siewny jest reprodukcja odmian oraz import. Obecnie skala importu nasion traw jest zdecydowanie za duża. Wynika ona głównie z niskiej wydajności upraw traw nasiennych, przez co niewielka jest opłacalność produkcji nasion. Podniesienie opłacalności produkcji nasiennych związane jest bezpośrednio ze zwiększeniem plonu nasion, a elementem decydującym w największym stopniu o wydajności jest nawożenie, szczególnie azotowe. Azot wpływa na właściwości morfologiczne i biologiczne traw z punktu widzenia ich plonowania nasiennego. Zwiększa krzewienie roślin, produkcję biomasy, wpływa na wykształcanie kwiatostanów, modyfikuje elementy ich

struktury i ostatecznie przyczynia się do zwiększenia plonu nasion. Nawożenie azotowe należy optymalizować w zakresie wielkości i częstotliwości oraz terminu stosowania dawki, przy jednoczesnym uwzględnieniu specyfiki odmianowej (GOLIŃSKI, 2001). Innym bardzo ważnym czynnikiem plonotwórczym jest stosowanie wysokiej jakości materiału siewnego. Dlatego w ostatnich latach większą uwagę zaczęto zwracać na fizyczne czynniki mogące mieć zastosowanie w uszlachetnianiu materiału siewnego (SHEPPARD i CHUBEY, 1990; PODLEŚNY, 1997; 2002; KOPER i DZIWULSKA, 2003). Ze względu na swoją specyfikę do tego celu przydatne jest światło laserowe, które oddziałuje na procesy metaboliczne roślin i aktywność fotosyntezy (VASILEVSKI i wsp., 1997; PODLEŚNY i STOCHMAL, 2004; DZIAMBIA i wsp., 2007). Przeprowadzone dotychczas badania wykazały korzystny wpływ przedśiewnego traktowania nasion promieniami laserowymi na stymulację kiełkowania, początkowy rozwój oraz plonowanie niektórych roślin zbożowych, okopowych i warzywnych (KOPER, 1996; DROZD i wsp., 1997; WÓJCIK i BOJARSKA, 1998; ĆWINTAL i SOWA, 2006). Brak jest natomiast odpowiednich informacji o wpływie naświetlania światłem zielonym diodą laserową materiału siewnego traw nie zbożowych użytkowanych na nasiona. Stąd też podjęto badania w celu określenia wpływu przedśiewnej stymulacji nasion czterech gazonowych odmian wiechliny łąkowej diodą laserową oraz zróżnicowanego nawożenia azotowego na plon nasion.

2. Materiał i metody

Badania przeprowadzono w latach 2005–2007 w Stacji Doświadczalnej Małopolskiej Hodowli Roślin – HBP zlokalizowanej w Skrzyszowicach koło Krakowa (220 m n.p.m.). Doświadczenie realizowano w układzie split-plot w czterech powtórzeniach na polatkach o powierzchni 10 m² (1 m × 10 m). Obejmowało ono rok siewu i trzy lata użytkowania. Obiekty doświadczalne założono na czarnoziemie zdegradowanym wytworzonym z lessu. Właściwości chemiczne tej gleby przedstawiały się następująco: pH_{KCl}–6,5; przyswajalne P–53, K–121 i Mg–46 g kg⁻¹; N-organiczny 1,8 g i węgiel ogólny 16,2 g kg⁻¹ gleby. W pobranym materiale glebowym oznaczeń chemicznych dokonano następującymi metodami: pH w 1 mol × dm⁻³ KCl metodą potencjometryczną, zawartość: węgla ogólnego metodą Tiurina w modyfikacji Oleksynowej, azotu ogólnego metodą Kjeldahla przy użyciu aparatu firmy Kjeltex, przyswajalnego fosforu metodą Egnera-Riehma kolorymetrycznie, przyswajalnego potasu metodą Egnera-Riehma przy zastosowaniu fotometrii płomieniowej oraz przyswajalnego magnezu metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej AAS, po ekstrakcji w 0,0125 mol CaCl₂ dm⁻³.

Obiektami doświadczalnymi były cztery odmiany gazonowe wiechliny łąkowej: Alicja, Bila, Limousine i Conni. Przed wysiewem materiał siewny naświetlono światłem zielonym diodą laserową o długości fali $\lambda = 660$ nm i mocy 21,9 mW, w czasie 3 i 30 sekund, trzy razy. Naświetlanie ziarniaków wykonano w Katedrze Biotechnologii Środowiskowej i Ekologii na Wydziale Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Do założenia plantacji nasiennych

przystąpiono jesienią 2004 roku, wówczas wysiewano po 7 kg ha⁻¹ nasion czterech odmian wiechliny łąkowej, w rozstawie rzędów 50 cm.

W nawożeniu stosowano fosfor w ilości 35 kg ha⁻¹, w formie superfosfatu potrójnego (40% P₂O₅), potas – 83 kg ha⁻¹, w postaci soli potasowej wysokoprocenowej (60% K₂O). Nawozy fosforowo-potasowe stosowane były jednorazowo, jesienią po zebraniu nasion traw i przykoszeniu poletek.

Nawożenie azotowe zastosowano w formie saletry amonowej (34%) w ilościach:

- 30 kg ha⁻¹ w jednej dawce (jesienią);
- 90 kg ha⁻¹ w dwóch dawkach (60 kg ha⁻¹ – wczesną wiosną i 30 kg ha⁻¹ jesienią);
- 120 kg ha⁻¹ w dwóch dawkach (60 kg ha⁻¹ – wczesną wiosną i 60 kg ha⁻¹ jesienią);
- 120 kg ha⁻¹ w dwóch dawkach (90 kg ha⁻¹ – wczesną wiosną i 30 kg ha⁻¹ jesienią);
- 150 kg ha⁻¹ w dwóch dawkach (90 kg ha⁻¹ – wczesną wiosną i 60 kg ha⁻¹ jesienią).

Chemiczne zwalczanie chwastów dwuliściennych na plantacjach nasiennych przeprowadzono corocznie na początku kwietnia (po ruszeniu wegetacji) i jesienią, stosując Aminopielik D 450 SL w ilości 3 l ha⁻¹. Niszczenie chwastów jednoliściennych (miotła zbożowa, wiechlina roczna) odbywało się w okresie wschodów chwastów, tj. w końcu sierpnia lub na początku września, preparatem Dual 960 EC w dawce 2 l ha⁻¹. Przed zbiorem nasion ręcznie usunięto pojedyncze chwasty. Ścieżki przejazdowe, a także pojedyncze rośliny wiechliny rocznej opryskiwano punktowo Roundupem, w dawce 4 l ha⁻¹.

Corocznie na początku czerwca przeprowadzano obserwacje polowe i dokonywano pomiarów biometrycznych roślin. Na poszczególnych poletkach doświadczalnych liczone na długości 1 m² ilość roślin, mierzono długość i szerokość wiech. Zbiór plantacji nasiennych wybranych odmian wiechliny łąkowej wykonano dwuetapowo. Pierwszy etap – koszenie – wykonano w fazie pełnej dojrzałości ziarniaków (ziarniaki nie dawały się rozgnieść w dłoni), kosiarką pokosową na wysokość około 20 cm, co przypadało na początek lipca, a po około dziesięciu dniach skoszone odmiany wymłócono kombajnem poletkowym firmy Wintersteiger. Zebrany materiał siewny poddano suszeniu w magazynie. Wysuszone ziarniaki (o zawartości wody poniżej 14%) poddano bukowaniu, to jest wycieraniu z włosków występujących u podstawy plewek. Tak przygotowane nasiona poddano czyszczeniu na wialni. Proces czyszczenia polegał na oddzieleniu ziarniaków traw od plew i nie rozbitych w czasie bukowania kłosek. Następnie wyczyszczone nasiona zważono i przeliczono uzyskany plon na 1 ha.

Tabele 1–5 zawierają średnie za lata 2005–2007. Uzyskane wyniki poddano obliczeniom statystycznym, wykonując analizę wariancji. Do oceny różnic pomiędzy średnimi zastosowano test Studenta przy poziomie istotności p = 0,05. Dla wybranych cech obliczono współczynnik korelacji (tab. 6).

Dane meteorologiczne za lata 2005–2007 pochodzą ze Stacji Doświadczalnej Małopolskiej Hodowli Roślin w Skrzyszowicach. Roczna suma opadów w latach badań wahała się od 463,8 do 615,9 mm, natomiast suma opadów z okresu wegetacji zawierała się w przedziale od 345,2 do 537,6 mm. Średnia roczna temperatura wynosiła od 6,5 do 6,8 °C, a w okresie wegetacji – 11,8–12,6 °C.

3. Wyniki i dyskusja

Poziom nawożenia azotem jest czynnikiem wpływającym na wykształcenie pędów generatywnych w uprawach nasiennych traw. W badaniach własnych modyfikował liczbę pędów generatywnych na jednostce powierzchni (tab. 1). Największą obsadę pędów w uprawie wszystkich odmian odnotowano po zastosowaniu azotu w dawce 120 kg ha⁻¹, dzielonej na 2 części (wczesną wiosną i na jesień). Nawożenie azotem wczesną wiosną w ilości 60 kg ha⁻¹ i jesienią w takiej samej dawce zwiększyło ilość roślin na m², odmiany Alicja o 64%, odmiany Bila o 35%, odmiany Limousine o 56% oraz odmiany Conni o 59%. Jak twierdzą MARSHALL i HIDES (2000), uprawy nasienne traw potrzebują azotu przede wszystkim do wykształcenia odpowiedniej liczby pędów generatywnych. Tezę tę potwierdzają źródła literaturowe (LORENZETTI, 1993; MARTYNIAK i ŻYŁKA, 1997; GOLIŃSKI, 2001).

Tabela 1. Średnia liczba pędów genetycznych czterech odmian *Poa pratensis* w zależności od nawożenia azotem i naświetlania (szt. 1 m⁻²)

Table 1. The mean number of generative shoots of four cultivars of *Poa pratensis* depending on nitrogen fertilization and irradiation (pcs. 1 m⁻²)

Dawka azotu Nitrogen dose (kg ha ⁻¹)		Odmiany – Cultivars											
		Alicja			Bila			Limousine			Conni		
A	B	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
0	0	1069	1115	1182	1532	1673	1689	1257	1361	1428	957	996	1051
0	30	1256	1178	1361	1674	1765	1857	1428	1397	1496	1029	1121	1243
60	30	1527	1632	1724	1857	1741	2018	1684	1582	1749	1327	1228	1456
60	60	1758	1869	2085	2069	2163	2425	1962	2015	2153	1523	1629	1857
90	30	1697	1527	1983	1831	1849	1956	1851	1967	1984	1511	1592	1638
90	60	1539	1641	1750	1748	1636	1873	1816	1748	1922	1428	1476	1523
Średnia – Mean		1474	1494	1681	1785	1805	1970	1666	1678	1789	1296	1340	1461
NIR _{0,05} –LSD _{0,05}		340	216	263	325	338	361	436	205	299	182	217	197

A) wczesną wiosną – in early spring

B) na jesień – in autumn

I) bez naświetlania – without irradiation

II) with irradiation by diode 3 × 3 s

III) with irradiation by diode 3 × 30 s

W przeprowadzonych badaniach dodatkowym czynnikiem stymulującym wykształcanie pędów kwiatostanowych było przedświecne naświetlanie materiału siewnego zarówno dawką promieniowania 3 × 3 s, jak i 3 × 30 s. Krótsze naświetlanie ziarniaków zwiększyło liczbę pędów kwiatostanowych w obiektach kontrolnych wszystkich odmian, w odniesieniu do obiektu kontrolnego bez naświetlania, od 4% (odmiany Alicja i Conni) do 9% (odmiana Bila). Podobną zależność obserwowano pod wpływem dłuższego naświetlania ziarniaków. Z kolei tutaj ilość pędów generatywnych odmian Bila i Conni była o 10% wyższa, a odmian Alicja i Limousine odpowiednio 11 i 14%. Nawożenie (120 kg N ha⁻¹, w dwóch równych dawkach) i naświetlanie (3 × 30 s) powo-

dowało najwyższą obsadę pędów generatywnych na m² wszystkich odmian. Najlepiej na powyższe czynniki zareagowały kolejno odmiany Alicja, Conni, Limousine oraz Bila, zwiększając liczbę roślin na m² odpowiednio o 95, 94, 71 i 58%. Zdaniem badaczy SEBANEKA i wsp. (1989) oraz SZYRMERA i KLIMONTA (1999), zajmujących się problematyką traktowania materiału siewnego promieniami laserowymi, największe zmiany zachodzą w napromieniowanych nasionach i w konsekwencji w późniejszym okresie rozwoju prowadzą do szybszego wzrostu roślin i większego plonowania. Inne badania prowadzone z roślinami warzywnymi wykazały, że biostymulacja nasion światłem czerwonym powodowała zwiększenie obsady roślin na 1 metrze (KLIMONT i wsp., 1999).

Nawożenie azotem modyfikuje także strukturę kwiatostanów, która oprócz obsady pędów generatywnych jest najważniejszym czynnikiem decydującym o wysokości plonu nasion na plantacji (LORENZETTI, 1993; YOUNG i wsp., 1996).

W badaniach własnych nawożenie azotem zwiększało długość i szerokość wiech (tab. 2–3). Wykazano, że największy wpływ na długość i szerokość wiech u gazonowych odmian wiechliny łąkowej wywierało nawożenie azotem w ilości – 120 kg ha⁻¹, zastosowane w dwóch dawkach 90 kg ha⁻¹ wczesną wiosną i 30 kg ha⁻¹ na jesień. Największy wpływ na wymienione cechy miał poziom nawożenia azotem wiosną.

Tabela 2. Średnia długość wiech czterech odmian *Poa pratensis* w zależności od nawożenia azotem i naświetlania (cm)

Table 2. The mean length of four cultivars of *Poa pratensis* depending on nitrogen fertilization and irradiation (cm)

Dawka azotu Nitrogen dose (kg ha ⁻¹)		Odmiany – Cultivars												Średnia Mean
		Alicja			Bila			Limousine			Conni			
A	B	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
0	0	5,7	5,5	6,0	6,5	6,8	7,1	4,8	4,6	5,1	4,5	4,3	5,1	5,5
0	30	6,2	6,3	6,5	7,7	8,1	8,0	5,0	5,3	5,5	5,4	5,6	5,9	6,3
60	30	7,1	7,4	7,6	8,7	8,9	9,3	5,7	5,9	6,3	6,7	6,8	7,4	7,3
60	60	8,5	9,5	10,2	12,1	13,4	13,7	7,4	8,1	8,5	8,0	8,4	9,1	9,7
90	30	8,9	8,6	9,2	12,1	11,8	12,5	7,6	7,3	8,1	8,1	8,5	8,8	9,3
90	60	8,5	8,4	8,7	9,7	7,6	10,1	6,8	6,4	7,2	7,7	7,3	7,8	8,0
Średnia – Mean		7,5	7,6	8,0	9,5	9,4	10,1	6,2	6,3	6,8	6,7	6,8	7,4	
NIR _{0,05} –LSD _{0,05}		1,0	1,3	1,0	1,6	1,7	1,1	2,2	2,3	2,1	2,2	1,6	1,1	–

A) wczesną wiosną – in early spring

B) na jesień – in autumn

I) bez naświetlania – without irradiation

II) with irradiation by diode 3 × 3 s

III) with irradiation by diode 3 × 30 s

Wyłącznie przedsiewne naświetlanie materiału siewnego 3 × 3 s spowodowało wydłużenie kwiatostanów odmiany Limousine o 5% oraz rozszerzenie wiech wszystkich odmian o 3–4%. U pozostałych odmian obserwowano skrócenie wiech o 4%. Z kolei wyłączne naświetlanie ziarniaków 3 × 30 s było przyczyną zwiększenia długości, a także szerokości kwiatostanów odpowiednio o: 5–13% i 3–9%. Naświetlanie i poziom

nawożenia azotem modyfikowały istotnie długość i szerokość pędów generatywnych. Stwierdzono, że długości, jak i szerokości wiech najlepiej sprzyjało nawożenie azotem w ilości 120 kg ha^{-1} , w dwóch równych dawkach oraz naświetlanie $3 \times 30 \text{ s}$.

Współzależność tych cech wyrażona współczynnikami korelacji kształtowała się od $r = 0,650$ (odmiana Limousine) do $r = 0,920$ (Bila).

Tabela 3. Średnia szerokość wiech czterech odmian *Poa pratensis* w zależności od nawożenia azotem i naświetlania (cm)

Table 3. The mean width of four cultivars of *Poa pratensis* depending on nitrogen fertilization and irradiation (cm)

Dawka azotu Nitrogen dose (kg ha^{-1})		Odmiany – Cultivars												Średnia Mean
		Alicja			Bila			Limousine			Conni			
A	B	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
0	0	5,2	5,4	5,4	6,7	6,9	7,1	3,4	3,5	3,7	4,0	4,1	4,1	5,0
0	30	5,5	5,8	5,7	7,3	7,5	8,0	3,4	4,0	4,4	4,1	4,3	4,3	5,4
60	30	6,0	6,5	7,4	8,5	9,1	9,0	4,5	4,7	5,0	5,3	5,5	5,7	6,4
60	60	9,2	9,2	10,4	12,5	13,6	13,8	5,6	6,4	6,9	7,0	7,2	7,9	9,1
90	30	9,2	8,5	8,9	12,8	12,5	13,1	5,9	5,7	6,2	7,1	6,5	7,5	8,7
90	60	8,8	7,9	10,2	10,1	9,7	10,5	5,3	5,1	5,5	6,0	5,8	6,3	7,6
Średnia – Mean		7,3	7,2	8,0	9,7	9,9	10,3	4,7	4,9	5,3	5,6	5,6	6,0	–
NIR _{0,05} –LSD _{0,05}		1,5	1,1	1,6	2,1	1,9	1,3	1,2	1,5	1,7	1,5	1,7	1,2	–

A) wczesną wiosną – in early spring

B) na jesień – in autumn

I) bez naświetlania – without irradiation

II) with irradiation by diode $3 \times 3 \text{ s}$

III) with irradiation by diode $3 \times 30 \text{ s}$

Efektywność osadzania nasion w kłoskach zależała od odmiany, poziomu nawożenia azotem oraz od naświetlania (tab. 4). Wyłączne nawożenie mineralne oddziaływało korzystnie na wielkość tej cechy jedynie do poziomu 120 kg N ha^{-1} , przy dawkach dzielonych na dwie równe części. Średnia efektywność osadzania nasion w kłoskach wynosiła wówczas od 69% (Conni) do 75% (Bila). W warunkach stosowania azotu w dawkach 90 i 30 oraz 90 i 60 kg ha^{-1} notowano pogorszenie się efektywności osadzania ziarniaków w kłoskach każdej z badanych odmian. Zdaniem MARSHALLA (1985), przyczyną spadku efektywności osadzania nasion w warunkach stosowania większych dawek azotu jest występująca po fazie kwitnienia konkurencja o asymilaty pomiędzy pędami wegetatywnymi i generatywnymi, która może wpływać na zamieranie zarodków i rozwijających się nasion. Czynnikiem dodatkowym wpływającym dodatnio na efektywność osadzania się ziarniaków w kłoskach każdej odmiany było naświetlanie $3 \times 30 \text{ s}$. Wyłączne naświetlanie materiału siewnego, niezależnie od długości czasu naświetlania, zwiększało efektywność osadzania nasion w przypadku trzech odmian: Alicja, Bila oraz Limousine. Odmiany Alicja i Limousine mniejszą efektywność osadzania nasion w kłoskach wykazywały pod wpływem dawek azotu 60 i 30 kg ha^{-1} , 90

i 30 kg ha⁻¹ oraz 90 i 60 kg ha⁻¹, odmiana Bila pod wpływem dawki 60 i 30 kg ha⁻¹, a odmiana Conni – 90 i 30 kg ha⁻¹.

Tabela 4. Średnia efektywność osadzania nasion w kłoskach czterech odmian *Poa pratensis* w zależności od nawożenia azotem i naświetlania (%)

Table 4. The mean effectiveness of embedding of seeds in spikelets of four cultivars of *Poa pratensis* depending on nitrogen fertilization and irradiation (%)

Dawka azotu Nitrogen dose (kg ha ⁻¹)		Odmiany – Cultivars											Średnia Mean	
		Alicja			Bila			Limousine			Conni			
A	B	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
0	0	47	49	50	56	56	61	52	54	57	42	41	49	51
0	30	46	51	56	53	57	62	55	58	58	52	56	58	55
60	30	65	63	66	68	67	70	60	59	63	57	59	65	64
60	60	73	74	77	75	74	78	71	75	76	69	73	76	74
90	30	68	65	70	65	68	72	67	62	68	68	66	70	67
90	60	61	59	64	63	65	69	60	57	65	59	60	67	62
Średnia – Mean		60	60	64	63	65	69	61	61	65	58	59	64	–
NIR _{0,05} –LSD _{0,05}		15	9	11	16	11	16	13	8	19	16	14	21	

A) wczesną wiosną – in early spring

B) na jesień – in autumn

I) bez naświetlania – without irradiation

II) with irradiation by diode 3 × 3 s

III) with irradiation by diode 3 × 30 s

Plon nasion traw jest syntezą cech morfologicznych i biologicznych, na które wpływa nawożenie azotem. Jest również cechą odmianową (BENEDYCKI i wsp., 1992; GOŁIŃSKI, 2001), a potencjał produkcyjny odmian hodowlanych wynika w głównej mierze z dużego zróżnicowania w zdolności wytwarzania pędów kwiatostanowych (RUTKOWSKA i wsp., 1983). Jak podają YOUNG i wsp. (1996), dla każdej odmiany istnieje optymalna dawka azotu, dzięki której otrzymuje się maksymalny plon nasion. Dawki te są zróżnicowane. W przeprowadzonych badaniach nawożenie azotem w każdej dawce różnicowało plon nasion (tab. 5). Najwyższy plon nasion każda z odmian dostarczyła pod wpływem nawożenia mineralnego azotem w ilości 120 kg ha⁻¹, zastosowanego w dwóch równych dawkach, w okresach wczesną wiosną i na jesień. W odniesieniu do obiektów nie nawożonych uzyskano od ponad 2,5-krotnie do ponad 3,5-krotnie wyższe plony nasion, kształtujące się od 762 (odmiana Conni) do 982 kg ha⁻¹ (odmiana Bila). Nawożenie azotem, w ilości 30 kg ha⁻¹ w połączeniu z przedsięwziętym naświetlaniem ziarniaków, w czasie 3 × 3 s odmian Alicja i Limousine, spowodowało niewielkie zmniejszenie się plonu nasion. Podobnie zadziałało wyższe nawożenie azotem 60 i 60 kg ha⁻¹, jak również przedsięwzięte naświetlanie 3 × 3 s, obniżając plonowanie odmian Bila, Limousine i Conni. Dłuższy okres naświetlania materiału siewnego 3 × 30 s, w połączeniu z nawożeniem azotem korzystnie wpływał na uzyskiwany plon nasion w przypadku każdej odmiany. Odmiany Bila i Conni najlepiej zareagowały pod wpływem naświetlania 3 × 30 s oraz nawożenia azotem w ilości 120 kg ha⁻¹, zastosowa-

nego w równych częściach, wczesną wiosną i na jesień. Z kolei odmiany Alicja i Limousine najwyższego plonu dostarczyły również pod wpływem naświetlania 3×30 s i nawożenia azotem w ilości 120 kg ha^{-1} , podzielonej na części 90 i 30 kg ha^{-1} . W odniesieniu do obiektów nie nawożonych uzyskano prawie 3-krotnie wyższe plony nasion odmian Alicja, Bila i Limousine i ponad 4-krotnie wyższe – odmiany Conni.

Plon nasion był dodatnio skorelowany z liczbą pędów generatywnych na 1 m^2 oraz z długością i szerokością wiech (tab. 6).

Tabela 5. Średni plon nasion czterech odmian *Poa pratensis* w zależności od nawożenia azotem i naświetlania (kg ha^{-1})

Table 5. The mean yield seeds of four cultivars of *Poa pratensis* depending on nitrogen fertilization and irradiation (kg ha^{-1})

Dawka azotu Nitrogen dose (kg ha^{-1})		Odmiany – Cultivars												Średnia Mean
		Alicja			Bila			Limousine			Conni			
A	B	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
0	0	317	302	324	374	391	418	325	337	341	214	209	234	316
0	30	495	490	521	527	563	634	501	497	537	357	382	391	491
60	30	764	765	804	838	826	971	778	769	836	583	574	611	760
60	60	841	845	916	982	1012	1046	861	866	937	762	793	867	894
90	30	836	849	924	971	984	1013	847	873	948	736	745	784	876
90	60	732	767	783	831	857	962	759	774	801	685	693	718	780
Średnia–Mean		664	670	712	754	772	841	679	686	733	556	566	601	–
NIR _{0,05} –LSD _{0,05}		45	79	27	32	99	47	161	180	144	199	167	143	–

A) wczesną wiosną – in early spring

B) na jesień – in autumn

I) bez naświetlania – without irradiation

II) with irradiation by diode 3×3 s

III) with irradiation by diode 3×30 s

Tabela 6. Wartość współczynnika korelacji dla wybranych cech

Table 6. The value of correlation coefficient of selected features

Odmiany Cultivars	Długość i szerokość wiechy Length and width of panicle	Ilość roślin na 1 m^2 i plon nasion Number of plants per 1 m^2 and seed yield	Długość wiech i plon nasion Length of panicle and seed yield	Szerokość wiechy i plon nasion Width of panicle and seed yield	Długość wiechy i efektyw- ność osa- dzania nasion Length of panicle and effective- ness of embedding of seeds	Szerokość wiechy i efektyw- ność osa- dzania nasion Width of panicle and effective- ness of embedding of seeds	Plon nasion i efektyw- ność osa- dzania nasion Seed yield and effective- ness of embedding of seeds
Alicja	0,902	0,864	0,824	0,771	0,651	0,707	0,815
Bila	0,920	0,625	0,673	0,725	0,453	0,381	0,560
Limousine	0,650	0,793	0,683	0,733	0,453	0,381	0,560
Conni	0,844	0,872	0,794	0,739	0,658	0,503	0,708

4. Wnioski

- W uprawach nasiennych wiechliny łąkowej nawożenie azotem w ilości 120 kg ha^{-1} , zastosowane w dwóch równych dawkach w okresach wczesną wiosną i na jesień oraz naświetlanie diodą laserową $3 \times 30 \text{ s}$, zwiększało: ilość pędów generatywnych o 58–95%, efektywność osadzania nasion w kłoskach o 22–34%, szerokość i długość wiech około 2-krotnie.
- Największe plony nasion otrzymano po przedsewnym naświetleniu ziarniaków $3 \times 30 \text{ s}$ w połączeniu z nawożeniem azotowym w dawce 120 kg ha^{-1} , podzielnym $60 \text{ i } 60 \text{ kg ha}^{-1}$, w przypadku odmian Bila i Conni oraz $90 \text{ i } 30 \text{ kg ha}^{-1}$ – Alicja i Limousine.
- W przeliczeniu na 1 m^2 najwyższe plony nasion zapewniały obsady pędów kwiatostanowych od 1857 u odmiany Conni do 2425 u odmiany Bila.
- Plon nasion był dodatnio skorelowany z liczbą pędów generatywnych na 1 m^2 oraz z długością i szerokością wiech.

Literatura

- BENEDYCKI S., GRZEGORCZYK S., NOWICKI J., GRABOWSKI K., 1992. Evaluation of seed-field potential of *Poa pratensis* cultivars. Proceedings 14th General Meeting EGF, Lahti, 441-442.
- ĆWINTAL M., SOWA P., 2006. Efekt przedsewnej stymulacji nasion lucerny światłem lasera w roku siewu i latach pełnego użytkowania. Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura 5(1), 11-23.
- DROZD D., SZAJSNER H., JEZIERSKI A., 1997. Zastosowanie elektronowego rezonansu paramagnetycznego EPR do oceny wpływu promieniowania laserowego na ziarniaki pszenicy jarej. Biuletyn IHAR, 204, 181-186.
- DZIAMBA S., DZIAMBA J., MACHAJ H., NIEŚCIORUK D., 2007. Wpływ przedsewnej stymulacji światłem czerwonym na plonowanie kukurydzy w uprawie na kiszonce. Fragmenta Agronomica, 2, 74-80.
- GOLIŃSKI P., 2001. Efektywność nawożenia azotem w produkcji nasion *Lolium perenne* L. Roczniki AR Poznań, Rozprawy Naukowe, 321, 75-89.
- KLIMONT K., RAFALSKI A., SZYRMER J., ŁUCKA L., WIŚNIEWSKA I., 1999. Biostymulacja nasion promieniami lasera. Materiały VIII Ogólnopolskiego Zjazdu Naukowego Hodowców Roślin Ogrodniczych, Lublin, I, 223-226.
- KOPER R., DZIWIŃSKA A., 2003. Biostymulacja laserowa nasion łubinu białego. Acta Agrophysica, 82, 99-106.
- KOPER R., 1996. Urządzenie do przedsewnej obróbki nasion promieniowaniem laserowym. Patent RP 162598.
- KOZŁOWSKI S., GOLIŃSKI P., 2000. Trawy. W: Nasiennictwo. Rozmnażanie materiału siewnego. T II. Red. K.W. Duczmal, H. Tucholska, PWRiL, Poznań, 125-173.
- LORENZETTI F., 1993. Achieving potential herbage seed yields in species of temperate regions. Proceedings XVII International Grassland Congress, Hamilton, 1621-1628.

- MARSHALL A.H., HADES D. H., 2000. Herbage seed production. W: Grass its production and utilisation. Red. A. Hopkins. Blackwell Science, Oxford, 111-118.
- MARSHALL C., 1985. Developmental and physiological aspects of seed production in herbage grasses. *Journal of Applied Seed Production*, 3, 43-49.
- MARTYNIAK J., ŻYŁKA D., 1997. Zmienność współczynnika rozmnażania form dzikich i odmian wybranych gatunków traw. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 451, 183-195.
- MARTYNIAK D., 2003. Cechy biologiczne warunkujące wartość gazonową i nasienną wiechliny łąkowej (*Poa pratensis* L.) w świetle literatury. *Biuletyn IHAR*, 228, 335-344.
- PODLEŚNY J., STOCHMAL A., 2004. Wpływ przedświeczonego traktowania nasion światłem laserowym na niektóre procesy biochemiczne i fizjologiczne w nasionach i roślinach łubinu białego i bobiku. *Acta Agrophysica*, 4 (1), 2004, 149-160.
- PODLEŚNY J., 1997. Wpływ przedświeczonego traktowania nasion światłem laserowym na kształtowanie cech morfologicznych i plonowanie bobiku. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 446, 435-439.
- PODLEŚNY J., 2002. Studia nad oddziaływaniem światła laserowego na nasiona, wzrost i rozwój roślin oraz plonowanie łubinu białego (*Lupinus albus* L.). Wydawnictwo IUNG Puławy, Rozprawy habilitacyjne.
- RUTKOWSKA B., LEWICKA E., SZCZYGIELSKI T., PAWLAK T., 1983. Zdolność gatunków i odmian traw do wykształcania pędów kwiatostanowych. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 282, 53-66.
- SEBANEK J., KRALIK J., HUDEOVA M., KLICIVA S., SLABY K., PSOTA V., VITKOVA H., POLISENSKA M., KUDOVA D., STERBA S., VANCURA J., 1989. Growth and hormonal effects of laser on germination and rhizogenesis in plants. *Acta Scientiarum Naturae, Brno-Praha*, 23, 1-49.
- SHEPPARD S.C., CHUBEY B.B., 1990. Radiation hormesis of field-seeded broccoli, parsnip and cauliflower. *Canadian Journal of Plant Science*, 70, 1990, 369-373.
- SVENSSON K., BOELT B., 1997. *Lolium perenne* L. (Perennial Ryegrass) in Denmark. W: Frage seed production. Vol. 1. Temperate species. Red. D.T. Fahey J.G. Hampton. CABI, Wallingford, 321-328.
- SZYRMER J., KLIMONT K., 1999. Wpływ światła lasera na jakość nasion fasoli (*Phaseolus vulgaris* L.). *Biuletyn IHAR*, 210, 165-168.
- VASILEVSKI G., BOSEV D., JEVTIC S., LAZIC B., 1997. Laser light as a biostimulator into the potato production. *Acta Horticulturae*, 462, 325-328.
- WÓJCIK S., BOJARSKA U., 1998. Wpływ przedświeczonej obróbki nasion promieniami lasera na plon i jakość korzeni kilku odmian buraka cukrowego. *Annales UMCS, Secio E*, 10, 87-96.
- YOUNG W.C.III, YOUNGBERG H.W., CHILCOTE D.O., 1996. Spring nitrogen rate and timing influence on seed yield components of perennial ryegrass. *Agronomy Journal*, 88, 947-951.

The effect of nitrogen fertilization and irradiation on seed yield of four lawn cultivars of *Poa pratensis*

B. GRYGIERZEC

*Department of Grassland Sciences, University of Agriculture in Krakow***Summary**

The research was conducted in 2005–2007 at the of the Malopolska Plant Breeding Experimental Station – HPB in Skrzyszowice (220 a.s.l) near Krakow, on degraded chernozem developed from loess. Experimental objects consisted of seed plantations of four lawn cultivars of *Poa pratensis*: Alicja, Bila, Limousine and Conni. Before sowing the seed material was irradiated with green light of laser diode three times for 30 seconds. Phosphorus-potassium fertilization was used once in autumn. Nitrogen fertilization was applied in autumn in a single dose of 30 kg ha⁻¹ and in two doses early in spring and autumn in the amounts of 90 kg ha⁻¹ (60 and 30), 120 kg ha⁻¹ (60 and 60), 120 kg ha⁻¹ (90 and 30) and 150 kg ha⁻¹ (90 and 60). The research aimed at determining the effect of pre-sowing stimulation of four *Poa pratensis* lawn cultivars with a laser diode and diversified nitrogen fertilization on seed yield. Moreover assessed were the number of plants per 1 m², the length and width of panicles and effectiveness of seed settling in spikelets.

Nitrogen fertilization, in a dose of 120 kg ha⁻¹, divided into two equal parts and applied early in spring and in autumn, and irradiation (3 × 30 s) most favourably affected generative shoot density per m², effectiveness of seed settling in spikelets, as well as significantly modified the length and width of generative shoots. Alicja, Conni, Limousine and Bila best responded to the above mentioned factors by increasing the number of plants per 1 m², respectively by 95, 94, 71 and 58%. Average effectiveness of seed settling in spikelets under the influence of the two factors was between 76 and 78%. Only mineral fertilization positively influenced the effectiveness of seed settling in spikelets only to the level of 120 kg ha⁻¹ applied in doses divided into two equal parts. Nitrogen fertilization and irradiation also diversified seed yield. The highest seed yields were obtained after 3 × 30 s pre-sowing irradiation of kernels, combined with nitrogen fertilization dosed 120 kg ha⁻¹, divided into 60 and 60 kg ha⁻¹ for Bila and Conni and 90 and 30 kg ha⁻¹ for Alicja and Limousine.

Recenzent – Reviewer: *Stanisław Benedycki*

Adres do korespondencji – Address for correspondence:

Dr Beata Grygierzec

Katedra Łąkarstwa, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie

Al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków

tel. 012 662-43-61

e-mail: rrgolab@cyf-kr.edu.pl

