

BEATA GRYGIERZEC*, JAROSŁAW MIKOŁAJCZYK**¹

* Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Zakład Łąkarstwa,
Instytut Produkcji Roślinnej,

** Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Zakład Ekonomiki i Organizacji Rolnictwa,
Instytut Ekonomiczno-Społeczny

EFEKTYWNOŚĆ NAWOŻENIA AZOTEM WYBRANYCH ODMIAN WIECHLINY ŁĄKOWEJ (*POA PRATENSIS* L.) W UPRAWIE NA NASIONA

Nadesłany: 22.07.2015 Zaakceptowany do druku: 15.12.2015

1. Wstęp

Wiechlina łąkowa jest jednym z najbardziej cennych [Domański i in. 2011, 15-26; Niemann i in. 2012, 217-221], a zarazem najbardziej trwałym gatunkiem [Helgadottir i in. 2002, 422-423; Warda i Stamirowska-Krzaczek 2009, 977-981], reprezentującym we florze światowej rodzinę wiechlinowate (*Poaceae*) [Frey 2007, 39-63]. Obecnie na liście krajowego rejestru odmian COBORU znajduje się 28 odmian wiechliny łąkowej, z czego tylko 6 to odmiany pastewne [Lista Odmian Roślin Rolniczych 2014, 1-76].

Duże możliwości wykorzystania jej do celów pastewnych i pozapaszowych [Hong i in. 2010, 1759-1763; Honig i in. 2012, 1356-1366] stwarzają popyt na materiał siewny [Kozłowski i Goliński 2000, 125-173]. Zdaniem Johnsona i in. [2010, 337-344] 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, co skutkuje w przypadku wielu gospodarstw niewielką opłacalnością produkcji [Grygierzec 2009, 61-71].

¹ Wkład pracy: B. Grygierzec – 50%, J. Mikołajczyk – 50%.

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, 75-89]. Działanie takie może prowadzić do osiągnięcia wysokich efektów produkcyjnych i tym samym przyczynić się do znacznego zwiększenia opłacalności produkcji nasion. Znalezienie najkorzystniejszych kombinacji ekonomicznych pomiędzy ponoszonymi nakładami, a uzyskanymi efektami (będące w obszarze zainteresowania niniejszego opracowania) jest bardzo istotne dla praktyki i jednocześnie umożliwia ich rozpropagowanie przez naukę oraz doradztwo rolnicze.

2. Cel pracy i uwagi metodyczne

Celem badań było określenie efektywności nawożenia azotowego wybranych odmian wiechliny łąkowej w uprawie na nasiona. Badania przeprowadzono w latach 2011-2013 w Radziemicach (50°15'15" N i 20°14'15" E, 230 m n.p.m.) koło Krakowa. Doświadczenie realizowano w układzie losowanych bloków w czterech powtórzeniach, na poletkach o powierzchni 10 m² (1 m x 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}-6,8; przyswajalne P-58,7; K-123,5 i Mg-51,8 mg·kg⁻¹; N-ogólny 1,7 g i węgiel organiczny 18,4 g·kg⁻¹ gleby.

Obiektami doświadczalnymi było osiem wybranych odmian wiechliny łąkowej – cztery odmiany pastewne: Balin, Harfa, Skiz, Tęcza oraz cztery odmiany gazonowe: Conni, Limousine, Niweta i Panduro. Do założenia plantacji nasiennych przystąpiono jesienią 2010 roku, wówczas wysiewano po 7 kg·ha⁻¹ nasion wybranych odmian wiechliny łąkowej, w rozstawie rzędów 12,5 cm. Głębokość wysiewu nasion wynosiła 0,5-1,0 cm. Przedplonem dla wiechlin były buraki cukrowe.

W doświadczeniu wykorzystano wyłącznie nawozy mineralne, których dawki określano w oparciu o potrzeby nawozowe roślin – metodą bilansową. W nawożeniu stosowano: – fosfor w ilości 55 kg P·ha⁻¹, w formie superfosfatu potrójnego (40% P₂O₅), potas – 83 kg K·ha⁻¹, w postaci soli potasowej wysokoprocetowej (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:

- 40 kg N · ha⁻¹ w jednej dawce (wczesną jesienią);
- 80 kg N·ha⁻¹ w dwóch dawkach (40 kg N·ha⁻¹ – wczesną wiosną i 40 kg N·ha⁻¹ wczesną jesienią);
- 80 kg N·ha⁻¹ w dwóch dawkach (50 kg N·ha⁻¹ – wczesną wiosną i 30 kg N·ha⁻¹ wczesną jesienią);
- 90 kg N · ha⁻¹ w dwóch dawkach (60 kg N·ha⁻¹ – wczesną wiosną i 30 kg N·ha⁻¹ wczesną jesienią);
- 100 kg N · ha⁻¹ w dwóch dawkach (60 kg N·ha⁻¹ – wczesną wiosną i 40 kg N·ha⁻¹ wczesną jesienią);
- 100 kg N · ha⁻¹ w dwóch dawkach (70 kg N·ha⁻¹ – wczesną wiosną i 30 kg N·ha⁻¹ wczesną jesienią);
- 110 kg N · ha⁻¹ w dwóch dawkach (70 kg N·ha⁻¹ – wczesną wiosną i 40 kg N·ha⁻¹ wczesną jesienią).

Chemiczne zwalczanie chwastów dwuliściennych na plantacjach nasiennych przeprowadzano corocznie na początku kwietnia (po ruszeniu wegetacji) i jesienią, stosując Aminopielik Super 464 SL w ilości 1 l·ha⁻¹. Niszczenie chwastów jednoliściennych (miotły zbożowej, wiechliny rocznej, chwastnicy jednostronnej) odbywało się w okresie wschodów chwastów, tj. w końcu sierpnia i na początku września, preparatem Dual Gold 960 EC w dawce 2 l·ha⁻¹. W pierwszym i drugim roku prowadzenia badań, w okresie strzelania roślin w źdźbło, wykonano oprysk plantacji nasiennych preparatem Decis 2,5 EC w dawce 0,3 l·ha⁻¹ przeciw biało-kłosowości. Przed zbiorem nasion ręcznie usunięto pojedyncze chwasty. Ścieżki przejazdowe, a także pojedyncze rośliny wiechliny rocznej opryskiwano punktowo Roundupem, w dawce 3 l·ha⁻¹.

Zbiór plantacji nasiennych wybranych odmian wiechliny łąkowej wykonano dwuetapowo. Pierwszy etap - koszenie - wykonano w fazie pełnej dojrzałości ziarniaków (ziarniaki nie dawały się roznieść 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.

Uzyskane wyniki przeanalizowano statystycznie za pomocą analizy wariancji, używając programu STATISTICA. Najmniej istotne różnice (NIR) dla parame-

trów nawożenia zostały zweryfikowane testem Tukeya przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

Ocenie w niniejszej pracy poddano efektywność techniczną (wyrażającą się ilościowym stosunkiem uzyskanych plonów do ilości zastosowanego nawozu azotowego) oraz efektywność ekonomiczną (wyrażającą się wartościowym stosunkiem uzyskanej produkcji do wydanych na nawożenie środków pieniężnych). Do obliczenia efektywności nawożenia posłużono się metodyką proponowaną przez Manteuffela [1979, 137]:

$$\text{Efektywność} = \text{efekt} / \text{nakład}$$

Ze względu na różne reakcje produkcji na poziom nawożenia dla potrzeb analizy opisowej określono także krańcową (przyrostową) efektywność nawożenia [Adamowski 1977, 70]:

$$\text{Efektywność krańcowa} = \Delta \text{efekt} / \Delta \text{nakład}$$

Efektywność krańcową obliczono odejmując od wartości analizowanego poziomu produkcji i nakładów, wartości dla niższego poziomu nawożenia.

Ocena efektywności nawożenia azotem wymagała ustalenia wartości produktu oraz przyrostu wartości w miarę wzrostu i różnicowania nawożenia. Do ustalenia wartości produkcji przyjęto cenę 9 zł za kg nasion płaconą rolnikom plantatorom przez Małopolską Hodowlę Roślin sp. z o.o. Jest to cena kontraktacyjna płacona w 2015 r., a informację o jej wysokości pozyskano drogą telefoniczną.

Cenę nawozu azotowego (saletra amonowa 34% N) przyjęto za Małopolskim Ośrodkiem Doradztwa Rolniczego w Karniowicach na poziomie 138,38 zł dt⁻¹, co daje wartość 4,07 zł·kg⁻¹ czystego N. Wartości kosztów zastosowania nawożenia przyjęto, także za Małopolskim Ośrodkiem Doradztwa Rolniczego w Karniowicach, na poziomie 37,54 zł·ha⁻¹ za jeden zabieg (wartość ta obejmuje paliwo i materiały eksploatacyjne, część amortyzacji sprzętu oraz kosztów jego napraw). Zarówno cena nawozu, jak i koszty zabiegów pochodzą z udostępnionych przez MODR kalkulacji opłacalności produkcji surowców rolniczych.

3. Wyniki badań

Plon nasion traw jest syntezą cech morfologicznych i biologicznych, na które wpływa nawożenie azotem. Jest również cechą odmianową [Goliński 2001, 75-89], a potencjał produkcyjny odmian hodowlanych wynika w głównej mierze z dużego zróżnicowania zdolności wytwarzania pędów kwiatostanowych [Rutkowska i in. 1983, 53-66]. Jak podają Young i in. [1996, 947-951], 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 (tabela 1). Największe plony nasion uzyskano z odmian Balin,

Harfa, Conni, Limousine i Panduro, pod wpływem nawożenia mineralnego azotem w ilości $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, podzielonego na dwie dawki 70 i $30 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, które zastosowano w okresach wczesną wiosną i na jesień. Z kolei odmiany Skiz, Tęcza, a także Niweta najlepiej plonowały pod wpływem nawożenia $110 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, które podzielono w proporcji 70 i $40 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ i zastosowano w okresach wczesną wiosną i na jesień. Spośród analizowanych odmian pastewnych największy średni polon nasion dostarczyła odmiana Tęcza ($438,5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), natomiast z odmian gazonowych – Limousine ($654,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Istotnym czynnikiem w produkcji nasiennej traw jest również podział nawożenia azotowego w okresie wczesnowiosennym i jesiennym. Odmiany pastewne roślin obiektów nawożonych 70 i $30 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ w odniesieniu do odmian pastewnych roślin obiektów nawożonych 60 i $40 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ plonowały istotnie wyżej od 133 do $166,9 \text{ kg}$ nasion z ha, chociaż sumaryczne nawożenie azotowe było w tych obiektach identyczne. Podobną zależność stwierdzono w obiektach nawożonych sumarycznie $80 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. Odmiany Harfa, Skiz i Tęcza plonowały istotnie wyżej ($36,1$ - $54,3 \text{ kg}$) pod wpływem dawki azotu podzielonej w proporcji 50 i $30 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, niż pod wpływem dawki podzielonej 40 i $40 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. Z kolei wśród odmian gazonowych jedynie Panduro wykazywała istotne zróżnicowanie w plonowaniu pod wpływem dawek: $80 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ (dzielonej na $50/30$ i $40/40$) oraz $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ (dzielonej na $70/30$ i $60/40$). Różnica w otrzymanym plonie nasion z 1 ha wynosiła odpowiednio: $102,2$ oraz $122,1 \text{ kg}$.

Ocenę efektów zastosowania nawożenia najlepiej rozpocząć od efektywności technicznej. Stosunek uzyskanego plonu nasion do zastosowanego poziomu nawożenia azotem zestawiono w tabeli 2. Wartości informują o wysokości uzyskanego plonu na 1 kg czystego składnika zastosowanego nawozu azotowego. W przypadku każdego poziomu nawożenia wyraźnie większe efekty uzyskiwano średnio dla odmian gazonowych. Jednocześnie dla każdego poziomu nawożenia efekt techniczny zastosowanego nawozu należy uznać za wysoki. W przypadku odmian pastewnych najwyższą efektywność zaobserwowano dla poziomu nawożenia $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ podzielonego na dawki 70 i 30 kg . Na każdy zastosowany kilogram azotu uzyskano średnio $7,05 \text{ kg}$ nasion. Najwyższą efektywnością charakteryzowała się odmiana Tęcza. Zwiększenie nawożenia do poziomu $110 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ skutkowało obniżeniem efektywności technicznej wszystkich odmian (również gazonowych), pomimo nieznacznego zwiększenia plonu odmian Skiz i Tęcza. Plony odmian Balin i Harfa na skutek ujemnej krańcowej efektywności technicznej uległy obniżeniu przy zwiększeniu nawożenia ze 100 do 110 kg . Jest to jednoznacznym sygnałem informującym, że w przypadku tych dwóch odmian pastewnych zwiększanie nawożenia ponad $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ jest całkowicie nieracjonalne. Zdecydowanie większe zróżnicowanie efektów technicznych występuje w przypadku odmian gazonowych.

Dwie odmiany, tj. Conni i Limousine, wykazują najwyższą efektywność przy najniższym zastosowanym poziomie nawożenia N (40 kg), dające produkcję wynoszącą odpowiednio 9,05 kg nasion i 12,16 kg nasion na 1 kg zastosowanego N. Odmiana Niweta najwyższą efektywność wykazuje przy nawożeniu na poziomie 90 kg N·ha⁻¹, natomiast odmiana Panduro (podobnie jak odmiany pastewne) przy nawożeniu na poziomie 100 kg N·ha⁻¹, rozłożonym w dawkach 70 i 30 kg. Zwiększenie nawożenia do poziomu 110 kg, poza odmianą Niweta, powoduje wystąpienie ujemnej technicznej efektywności krańcowej, skutkując zmniejszeniem plonu nasion.

Tabela 1

Średni plon nasion wybranych odmian wiechliny łąkowej w zależności od nawożenia azotem (kg·ha⁻¹)

Dawka azotu (kg·ha ⁻¹)		Odmiany				NIR _{0=0,05}	Średnia
		Balin	Harfa	Skiz	Tęcza		
I	II	pastewne					
0	0	135,1	92,7	114,8	106,1	26,5	112,2
0	40	245,8	168,3	175,3	237,9	28,1	206,8
40	40	297,3	270,5	281,4	294,2	25,4	285,9
50	30	326,9	324,8	317,5	346,3	46,1	328,9
60	30	431,5	456,0	468,6	472,0	34,5	457,0
60	40	538,7	562,1	559,1	569,5	44,2	557,4
70	30	674,2	695,4	712,2	736,4	47,7	704,6
70	40	651,6	673,2	723,9	745,8	47,9	698,6
NIR _{0=0,05}		29,7	32,2	30,2	43,2	–	19,0
Średnia		412,6	405,4	419,1	438,5	–	–
gazonowe							
I	II	Conni	Limousine	Niweta	Panduro	NIR _{0=0,05}	Średnia
0	0	194,6	215,3	154,2	173,8	23,3	184,5
0	40	361,8	486,5	270,3	261,5	74,5	345,0
40	40	597,2	742,7	457,9	434,0	76,2	558,0
50	30	649,4	683,6	512,6	536,2	57,0	595,5
60	30	716,0	756,9	691,5	671,4	60,1	709,0
60	40	732,5	795,2	683,4	659,6	78,2	717,7
70	30	758,1	831,8	742,0	781,7	59,4	778,4
70	40	634,9	723,4	756,8	772,5	67,5	721,9
NIR _{0=0,05}		69,5	61,7	60,2	61,0	–	34,9
Średnia		580,6	654,4	533,6	536,3	–	–

I) wczesną wiosną II) na jesień

Źródło: Badania własne.

Tabela 2

**Efektywność techniczna plonowania nasion wiechliny łąkowej
w zależności od nawożenia azotem (kg·kg N⁻¹)**

Dawka azotu (kg·ha ⁻¹)		Odmiany				Średnia
		Balin	Harfa	Skiz	Tęcza	
I	II	pastewne				
0	0	–	–	–	–	–
0	40	6,15	4,21	4,38	5,95	5,17
40	40	3,72	3,38	3,52	3,68	3,57
50	30	4,09	4,06	3,97	4,33	4,11
60	30	4,79	5,07	5,21	5,24	5,08
60	40	5,39	5,62	5,59	5,70	5,57
70	30	6,74	6,95	7,12	7,36	7,05
70	40	5,92	6,12	6,58	6,78	6,35
gazonowe						
I	II	Conni	Limousine	Niweta	Panduro	Średnia
0	0	–	–	–	–	–
0	40	9,05	12,16	6,76	6,54	8,63
40	40	7,47	9,28	5,72	5,43	6,98
50	30	8,12	8,55	6,41	6,70	7,44
60	30	7,96	8,41	7,68	7,46	7,88
60	40	7,33	7,95	6,83	6,60	7,18
70	30	7,58	8,32	7,42	7,82	7,78
70	40	5,77	6,58	6,88	7,02	6,56

I) wczesną wiosną II) na jesień

Źródło: Badania własne.

Wysokość plonu oraz jego zmiany ilościowe wynikające ze zmian nawożenia azotowego przekładają się bezpośrednio na zmiany wartości efektów produkcyjnych. Wyceniając plon nasion według ceny płaconej rolnikom plantatorom przez spółkę Małopolska Hodowla Roślin można stwierdzić, że wyższe wartości produkcji generują odmiany gazonowe (tabela 3). W obydwu przyjętych do badań grupach odmian przeciętnie najwyższe wartości produkcji uzyskano dla nawożenia na poziomie 100 kg N·ha⁻¹, rozłożonego w proporcjach 70 i 30 kg, jednak średnia wartość produkcji odmian pastewnych była o 665 zł niższa niż gazonowych (przy najwyższym poziomie plonów). Ze względu na przyjęcie w obliczeniach stałej ceny skupu nasion wartość produkcji poszczególnych odmian, przy różnych poziomach i rozłożeniu nawożenia, pokrywa się zmiennością i różnicowaniem z ilością uzyskanego produktu.

Tabela 3

**Wartość plonu nasion wiechliny łąkowej w zależności
od nawożenia azotem ($\text{zł}\cdot\text{ha}^{-1}$)**

Dawka azotu ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)		Odmiany				Średnia
		Balin	Harfa	Skiz	Tęcza	
I	II	pastewne				
0	0	1216	834	1033	955	1010
0	40	2212	1515	1578	2141	1861
40	40	2676	2435	2533	2648	2573
50	30	2942	2923	2858	3117	2960
60	30	3884	4104	4217	4248	4113
60	40	4848	5059	5032	5126	5017
70	30	6068	6259	6410	6628	6341
70	40	5864	6059	6515	6712	6287
gazonowe						
I	II	Conni	Limousine	Niweta	Panduro	Średnia -Mean
0	0	1751	1938	1388	1564	1661
0	40	3256	4379	2433	2354	3105
40	40	5375	6684	4121	3906	5022
50	30	5845	6152	4613	4826	5360
60	30	6444	6812	6224	6043	6381
60	40	6593	7157	6151	5936	6459
70	30	6823	7486	6678	7035	7006
70	40	5714	6511	6811	6953	6497

I) wczesną wiosną II) na jesień

Źródło: Badania własne.

Dla producentów najistotniejsza z ekonomicznego punktu widzenia jest relacja pomiędzy poniesionymi kosztami, a uzyskanymi efektami produkcyjnymi. Relacja ta ma charakter pieniężny i nosi nazwę efektywności ekonomicznej. W rozpatrywanym przypadku chodzi o znalezienie stosunku wartości uzyskanej produkcji do poniesionej na jej wytworzenie wartości użytego nawozu i kosztów poniesionych na jego zastosowanie. Koszty te zestawiono w tabeli 4. Wartość 1 kg N w czystym składniku zastosowanego w postaci saletry amonowej przyjęto na poziomie 4,07 zł. Wartość zastosowanego nawożenia zmienia się proporcjonalnie do ilości użytego nawozu, natomiast koszty jego zastosowania wynikają z ilości koniecznych zabiegów nawożenia. Małopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego wycenił zabieg nawożenia mineralnego na 1 ha uprawy z wykorzystaniem

własnego sprzętu na 37,54 zł. Z uwagi na stosunkowo niskie poziomy nawożenia można uznać, że zwiększenie jego poziomu nie wpływa istotnie na wzrost kosztów zabiegu. Podwojenie kosztów zastosowania nawożenia od poziomu 80 kg N·ha⁻¹ wynika z rozłożenia go na dwie dawki. Przy względnie niskim plonie nasion traw wzrost plonów nie generuje także istotnych dodatkowych kosztów związanych z pozyskaniem dodatkowego plonu, tj. kosztów młócenia, transportu i przechowywania. Łączne koszty nawożenia, które przyjęto do obliczeń są więc sumą wartości zastosowanych nawozów i kosztów ich rozprowadzenia.

Tabela 4

Koszty nawozu azotowego oraz nawożenia w zależności od poziomu nawożenia azotem (zł·ha⁻¹)

Dawka azotu (kg·ha ⁻¹)		Koszty nawozu azotowego	Koszty zastosowania nawozu	Razem koszty nawożenia azotem
I	II			
0	0	0,00	0,00	0,00
0	40	162,80	37,54	200,34
40	40	325,60	75,08	400,68
50	30	325,60	75,08	400,68
60	30	366,30	75,08	441,38
60	40	407,00	75,08	482,08
70	30	407,00	75,08	482,08
70	40	447,70	75,08	522,78

I) wczesną wiosną II) na jesień

Źródło: Badania własne.

Odnosząc wartość uzyskanych nasion do kosztów zastosowania nawożenia otrzymano wartość produkcji przypadającą na 1 zł kosztów zastosowania nawożenia azotowego (tabela 5). Zauważalne są znaczące różnice w efektywności pomiędzy przyjętymi do badań odmianami. Przeciętnie wyższa efektywność charakteryzuje odmiany gazonowe niż pastewne. Odmiany pastewne bez wyjątku najwyższą efektywność wykazywały przy nawożeniu na poziomie 100 kg N·ha⁻¹, w proporcjach 70 i 30 kg. Efektywność ekonomiczna odmian gazonowych była silniej zróżnicowana niż pastewnych. W przypadku odmian Conni i Limousine najwyższą efektywność wystąpiła przy nawożeniu na poziomie 40 kg N·ha⁻¹. Wówczas każda złotówka wydana na nawożenie azotowe przyniosła odpowiednio 16,25 zł i 21,86 zł w wartości nasion. Odmiana Niweta wykazywała najwyższą efektywność przy poziomie nawożenia 90 kg N·ha⁻¹ (w dawkach 60 i 30 kg), a odmiana Panduro przy poziomie 100 kg N·ha⁻¹ (w dawkach 70 i 30 kg). Przy wzroście nawożenia do poziomu 110 kg N·ha⁻¹ większość badanych odmian (Balin,

Harfa, Conni, Limousine i Panduro) wykazywała ujemną krańcową efektywność ekonomiczną wynikającą ze spadku plonowania. Reasumując należy stwierdzić, że poziomem nawożenia zapewniającym najkorzystniejszą relację nakład-produkt dla większości odmian jest $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, rozłożone w dawkach 70 i 30 kg. Zwiększenie nawożenia ponad ten poziom będzie działaniem nieracjonalnym.

Tabela 5

**Efektywność ekonomiczna plonu nasion wiechliny łąkowej
w zależności od nawożenia azotem ($\text{zł}\cdot\text{zł}^{-1}$)**

Dawka azotu ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)		Odmiany				Średnia
		Balin	Harfa	Skiz	Tęcza	
		pastewne				
I	II					
0	0	–	–	–	–	–
0	40	11,04	7,56	7,88	10,69	9,29
40	40	6,68	6,08	6,32	6,61	6,42
50	30	7,34	7,30	7,13	7,78	7,39
60	30	8,80	9,30	9,56	9,62	9,32
60	40	10,06	10,49	10,44	10,63	10,41
70	30	12,59	12,98	13,30	13,75	13,15
70	40	11,22	11,59	12,46	12,84	12,03
gazonowe						
I	II	Conni	Limousine	Niweta	Panduro	Średnia
0	0	–	–	–	–	–
0	40	16,25	21,86	12,14	11,75	15,50
40	40	13,41	16,68	10,29	9,75	12,53
50	30	14,59	15,35	11,51	12,04	13,38
60	30	14,60	15,43	14,10	13,69	14,46
60	40	13,68	14,85	12,76	12,31	13,40
70	30	14,15	15,53	13,85	14,59	14,53
70	40	10,93	12,45	13,03	13,30	12,43

I) wczesną wiosną II) na jesień

Źródło: Badania własne.

4. Wnioski

1. Nawożenie azotem w każdej dawce różnicowało plon nasion wszystkich analizowanych odmian. Największe plony nasion uzyskano z odmian Balin, Harfa, Conni, Limousine i Panduro, pod wpływem nawożenia mineralnego azotem w ilości $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, podzielonego na dwie dawki 70 i $30 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. Z kolei odmiany Skiz, Tęcza, a także Niweta najlepiej plonowały pod wpływem nawożenia $110 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, które podzielono w proporcji 70 i $40 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. Techniczna efektywność nawożenia azotem badanych odmian także wskazuje, że dla większości odmian poziomem nawożenia zapewniającym uzyskanie najwyższych efektów produkcyjnych jest dawka $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, rozłożona w porcjach 70 kg wczesną wiosną i 30 kg jesienią.
2. Wartość uzyskanej produkcji przyjętych do badań odmian wiechliny łąkowej jest wysoka. Widoczna silna reakcja plonowania na zastosowane nawożenie azotowe oraz jego zróżnicowanie wskazuje na spory potencjał możliwości oddziaływania samym nawożeniem azotowym na poziom dochodów z tego typu produkcji o charakterze ekstensywnym.
3. Efektywność ekonomiczna wskazuje na bardzo korzystną relację cenową pomiędzy produktem (nasionami), a użytym środkiem (nawozem azotowym), dając szansę na uzyskanie z produkcji wysokich dochodów. Wysokie dochody z kolei zachęcałyby rodzimych producentów do zwiększania skali produkcji, a to z kolei przyczyniłoby się do wzrostu krajowej produkcji nasion analizowanych traw.

LITERATURA

1. Adamowski A. (1977): Podstawy ekonomiki i organizacji przedsiębiorstw rolniczych. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 70.
2. Domański P.J., Andrzejewska J., Iwicki R. (2011): Effect of utilization intensity on growth of lawn cultivars of kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.) Acta Scientiarum Polonorum Agricultura 10(3), 15-26.
3. Frey L. (2007): Taksonomia traw. W: Księga polskich traw (red. L. Frey), Instytut Botaniki im. W. Szafera, PAN, Kraków, 39-63.
4. Goliński P. (2001): Efektywność nawożenia azotem w produkcji nasion *Lolium perenne* L. Rocz. AR Poznań, 321, 75-89.
5. Grygierzec B., (2009): Wpływ nawożenia azotem oraz naświetlania na wielkość plonu nasion czterech gazonowych odmian *Poa pratensis*. Łąkarstwo w Polsce, 12, 61-71.
6. Helgadottir A., Kristjansdottir T. A., Hermannsson J. (2002): Timothy (*Phleum pratense* L.) and meadow grass (*Poa pratensis* L.) as companions with white clover (*Trifolium repens* L.) in a northern marginal environment. Grassland Science in Europe, 7, 422-423.

7. Honig J.A., Averello V., Bonos S.A., Meyer W.A. (2012): Classification of kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.) cultivars and accessions based on microsatellite (simple sequence repeat) markers. Hort Science 47(9), 1356-1366.
8. Honig, J.A., Bonos S.A., Meyer W.A. (2010): Isolation and characterization of 88 polymorphic microsatellite markers in kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.). Hort Science 45,1759-1763.
9. Johnson R.C., Johnston W.J., Bertoli F.B., Golob C.T. (2010): Seed yield, development, and variation in diverse *Poa pratensis* accessions. Crop Science, Vol. 50, 337-344.
10. Kozłowski S., Goliński P. (2000): Trawy. [W]: Nasiennictwo. Rozmnażanie materiału siewnego. T II. Red. K.W. Duczmal, H. Tucholska, PWRiL, Poznań, 125-173.
11. Lista Odmian Roślin Rolniczych (2014): Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych, Słupia Wielka, 1-76.
12. Manteuffel R. (1979): Ekonomia i organizacja gospodarstwa rolniczego. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 137.
13. Niemann J., Wojciechowski A., Janowicz J. (2012): Identification of apomixis in the Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.) using auxin test. Acta Societatis Botanicorum Polonia, 81(3), 217-221.
14. 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.
15. Warda M, Stamirowska-Krzaczek E. (2009): Persistency of *Poa pratensis* in long-term pasture sward on peat-muck soil. Polish Journal of Environmental Studies Vol. 18, No. 5, 977-981.
16. 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.

BEATA GRYGIERZEC, JAROSŁAW MIKOŁAJCZYK

EFEKTYWNOŚĆ NAWOŻENIA AZOTEM WYBRANYCH ODMIAN WIECHLINY ŁĄKOWEJ (*POA PRATENSIS* L.) W UPRAWIE NA NASIONA

Słowa kluczowe: efektywność, nawożenie, azot, plon nasion, wiechlina łąkowa, odmiany

STRESZCZENIE

Praca poświęcona jest efektywności nawożenia azotowego wybranych odmian wiechliny łąkowej uprawianej na nasiona. Przeprowadzone badania i wykonane analizy wskazują na duże możliwości oddziaływania poziomem nawożenia azotowego i jego rozłożeniem na wysokość uzyskiwanych plonów nasion. Większość badanych odmian (Balin, Harfa, Conni, Limousine i Panduro) najwyższą wydajność wykazywała przy nawożeniu azotem na poziomie 100 kg N·ha⁻¹, rozłożonym w dawkach 70 kg wczesną wiosną i 30 kg jesienią. Trzy badane odmiany (Skiz, Tęcza i Niweta) wykazywały najwyższe plonowanie

przy nawożeniu na poziomie $110 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, rozłożonym w dawkach 70 kg wczesną wiosną i 40 kg jesienią. Zestawienie wysokości uzyskiwanej produkcji z efektywnością techniczną i ekonomiczną pozwala stwierdzić, że dla większości odmian nawożenie na poziomie $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ (w dawkach 70 i 30 kg) jest optymalnym rozwiązaniem, zapewniającym najkorzystniejsze efekty ekonomiczne produkcji nasiennej wiechliny łąkowej.

BEATA GRYGIERZEC, JAROSŁAW MIKOŁAJCZYK

**EFFICIENCY OF NITROGEN FERTILIZATION OF SELECTED VARIETIES
OF SMOOTH-STALK MEADOW GRASS (*POA PRATENSIS* L.) CULTIVATED FOR SEEDS**

Keywords: *efficiency, fertilization, nitrogen, seed yield, smooth-stalk meadow grass, varieties*

SUMMARY

The paper is dedicated to the efficiency of nitrogen fertilization of selected varieties of smooth-stalk meadow grass cultivated for seeds. The tests and analyses indicate extensive options of influencing seed yields with the level and distribution of nitrogen fertilization. Most of the studied varieties (Balin, Harfa, Conni, Limousine and Panduro) exhibited highest efficiency when fertilized with nitrogen at $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ distributed in doses of 70 kg in early spring and 30 kg in autumn. Three of the tested varieties (Skiz, Tęcza and Niweta) showed highest yields when fertilized at $110 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ in doses of 70 kg in early spring and 40 kg in autumn. Comparison of the yields with the technical and economic efficiency leads to the conclusion that for most varieties, fertilization at $100 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ (in 70 and 30 kg doses) is the optimum arrangement that offers best economic effects of production of smooth-stalk meadow grass for seeds.

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