

OCENA SPOSOBU DOSTARCZANIA AZOTU WYBRANYM GATUNKOM TRAW W ZALEŻNOŚCI OD NAWOŻENIA FOSFOREM I POTASEM

JOANNA JODELKA, JACEK SOSNOWSKI

Katedra Łąkarstwa i Kształtowania Terenów Zieleni, Akademia Podlaska

jodelkaj@ap.siedlce.pl

Synopsis. W doświadczeniu wazonowym oceniano skuteczność różnych sposobów dostarczania azotu pogłównie wybranym gatunkom traw w warunkach laboratoryjnych. Zastosowano formę stałą (saletra amonowa) oraz roztwór mocznika stosowany na liście (oprysk) i na glebę (podlewanie). Powyższe warianty badawcze testowano na tle zróżnicowanego nawożenia przedsiewnego tj. fosforem, potasem oraz fosforem i potasem łącznie. Oceniano plonowanie oraz wskaźnik zieloności liścia (SPAD). Stwierdzono brak wpływu stosowanego do nawożenia azotu w każdej z ocenianych form na plon wiechliny łąkowej, co można tłumaczyć powolnym wzrostem i rozwojem tego gatunku po wysiewie. U pozostałych gatunków traw (tymotka łąkowa, kupkówka pospolita i życica westerwoldzka) istotnie wyższe plony zebrano po zastosowaniu nawożenia potasem i fosforem łącznie oraz stałej formy azotu w nawożeniu pogłównym. Wszystkie testowane gatunki traw obniżały swój potencjał produkcyjny na obiektach nawożonych przedsięwzięciem tylko potasem. Podanie azotu w formie roztworu zwiększało wartość wskaźnika zieloności liścia (SPAD), ale wielkość ta w dużej mierze zależała od testowanego gatunku traw. Zastosowane kombinacje nawożenia przedsiewnego nie miały wpływu na odnotowane wartości omawianego wskaźnika w przypadku tymotki łąkowej, natomiast u pozostałych gatunków stwierdzono istotne zróżnicowanie.

Słowa kluczowe – *key words*: nawożenie przedsiewne – *pre-sowing fertilization*, nawożenie pogłównie azotem – *top-dressing nitrogen fertilization*, trawy – *grasses*, wskaźnik zieloności liścia (SPAD) – *index of leaf greenness (SPAD)*

WSTĘP

Mineralne nawożenie roślin uprawnych podlega silnej presji ekonomicznej. W produkcji roślinnej od kilku lat obserwuje się zbyt duże zużycie nawozów azotowych oraz znaczną redukcję potasowych i fosforowych [Fotyma i Gosek 2000, Kopiński 2005]. Dalsze pogłębianie się tej zależności może prowadzić do szeregu negatywnych skutków [Filipek 2005], ponieważ błędy w nawożeniu pogarszają opłacalność tego zabiegu oraz mogą przyczynić się do obniżenia jakości plonu i ujemnie wpływać na środowisko [Jaskulski 2007, Jodełka i in. 2001, Sapek 2001].

W badaniach naukowych [Ciepiela 2004, Jaskulski 2007, Jodełka i in. 1999, Kozłowski i in. 2006, Wojcieszka-Wyskupajtys 1996, Wójcik 1998] oraz w praktyce rolniczej podkreśla się, iż stosowanie składników pokarmowych pozakorzeniowo, wskazane jest z punktu widzenia ekonomicznego i ekologicznego. Powszechnie wiadomo [Czuba 1993, Szewczuk i Michałojć 2003], że dolistne dokarmianie zalecane jest w produkcji intensywnej, w celu poprawy lub wyeliminowania czynników minimum, bo tylko wówczas można wykorzystać potencjał plonowania roślin uprawnych. Nawożenie dolistne nie może zaspokoić potrzeb pokarmowych roślin lepiej niż nawożenie doglebowe, dlatego też powinno mieć tylko znaczenie uzupełniające.

Celem pracy była próba oceny sposobu dostarczania azotu oraz nawożenia fosforem i potasem na plon i wskaźnik zieloności liścia wybranych gatunków traw uprawianych w warunkach laboratoryjnych.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w 2005 roku w fitotronie (sztuczne oświetlenie i stała temperatura – 20°C). Doświadczenie założono w plastikowych wazonach o głębokości 20 cm i średnicy 20 cm w trzech powtórzeniach. Podłożem był materiał glebowy pochodzący z warstwy ornej pola uprawnego, który charakteryzował się niską zasobnością w fosfor przyswajalny (32 mg P·kg⁻¹ gleby), potas (74,7 mg·K·kg⁻¹ gleby) i magnez (43 mg Mg·kg⁻¹ gleby), pH 5,2 w 1 mol KCl·dm⁻³. Pobrany materiał glebowy dobrze wymieszano i odważono po 6 kg do napełnienia każdego wazonu, następnie zastosowano nawożenie przedsiewne uwzględniając następujące kombinacje badawcze (czynnik A):

- kontrola („0”),
- P – (0,5 g·wazon⁻¹ P₂O₅ w formie superfosfatu potrójnego),
- K – (0,5 g·wazon⁻¹ K₂O w formie soli potasowej 60%),
- P i K – (0,5 g·wazon⁻¹ P₂O₅ i 0,5 g·wazon⁻¹ K₂O w formie superfosfatu potrójnego i soli potasowej 60%).

Napełnione wazonu pozostawiono na 10 dni, aby gleba osiadła. Następnie wysiano po 5 ziarniaków czterech gatunków traw: kupkówki pospolitej (*Dactylis glomerata* L.), życicy westerwoldzkiej (*Lolium multiflorum* var *westerwoldicum*), tymotki łąkowej (*Phleum pratense* L.) i wiechliny łąkowej (*Poa pratensis* L.). Przez cały okres badań utrzymywano glebę w wilgotności 60% ppw. Bezpośrednio po wschodach dokonano selekcji negatywnej pozostawiając po dwie siewki określonego gatunku traw w wazonie.

W fazie krzewienia (3-tygodnie od wschodów) po raz pierwszy a następnie 10 dni po pierwszym i drugim zbiorze, w obrębie każdego poziomu nawożenia przedsiewnego (czynnik A) zastosowano cztery rodzaje nawożenia pogłównego (czynnik B):

- bez azotu,
- stała forma azotu (1g N·wazon⁻¹ – saletra amonowa),
- płynna forma azotu (10 ml 10% roztworu mocznika – 1g N·wazon⁻¹) stosowana na glebę (podlewanie),
- płynna forma azotu (10 ml 10% roztworu mocznika – 1g N·wazon⁻¹) stosowana na liść (oprysk).

W trakcie eksperymentu dokonano trzech zbiorów (30-ego dnia po nawożeniu pogłównym) i określono plon suchej masy. Za pomocą aparatu optycznego SPAD 502 (*Soil and Plant Analysis Development*) na losowo wybranych, dobrze wykształconych blaszkach liściowych traw, wykonano pomiar wskaźnika zieloności liścia. Przyrząd ten posiada dwie fotodiody, emitujące światło o dwóch długościach a iloraz absorpcji tego światła wyrażony jest w jednostkach niemianowanych nazywanych wartościami lub odczytami SPAD. Aparat nie mierzy bezpośrednio zawartości chlorofilu w liściach, lecz określa wskaźnik zieloności liścia, który pozostaje w ścisłej korelacji ze stanem odżywiania roślin azotem [Machul 2001]. W każdym wazonie dokonywano 5 pomiarów 7 i 15 dnia po zastosowaniu nawożenia pogłównego każdego odrostu.

Wyniki badań opracowano statystycznie metodą analizy wariancji. Do weryfikacji istotności różnic pomiędzy ocenianymi średnimi zastosowano przedziały ufności Tukey’a.

WYNIKI I DYSKUSJA

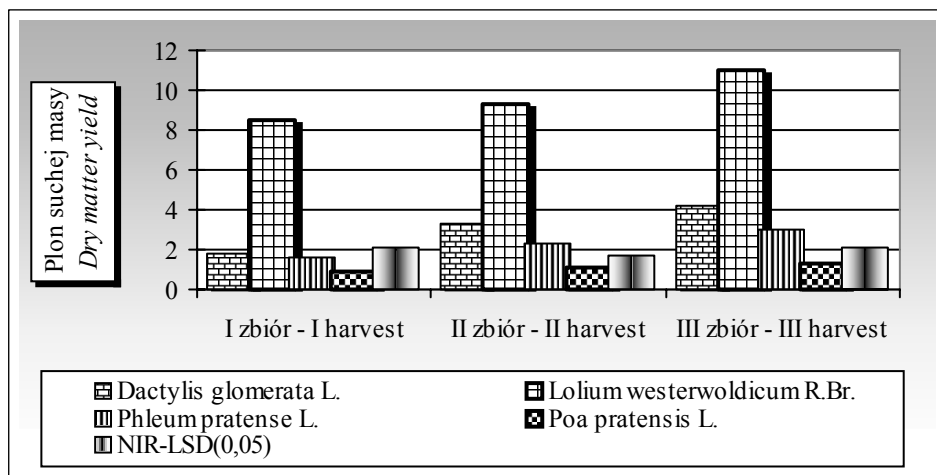
Plon suchej masy (tab. 1 i rys. 1) wskazuje, iż najwyższy potencjał plonotwórczy posiada życica westerwoldzka (18,2–45,2 g s.m.·wazon⁻¹), a najniższy wiechlina łąkowa (2,79–3,71 g s.m.·wazon⁻¹). Niskie plonowanie wiechliny łąkowej i brak istotnej reakcji na zastosowane na-

Tabela 1. Plon suchej masy (gwazon⁻¹) testowanych gatunków traw w zależności od zastosowanego nawożenia przedsiewnego i pogłównego (suma z trzech zbiorów)Table 1. Dry matter yield (gpot⁻¹) of tested grasses' species in depend on applied fertilization used as the pre-sowing and top-dressing (sum from three harvestings)

Gatunek <i>Species</i>	Nawożenie przedsiewne <i>The pre- sowing fertilization (A)</i>	Nawożenie pogłowne azotem <i>Post-sowing nitrogen fertilization (B)</i>				Średnio <i>Mean</i>
		Bez azotu <i>No nitrogen</i>	Stała forma azotu <i>Solid form of nitrogen</i>	Płynna forma azotu <i>Liquid form of nitrogen</i>		
				Podlewanie <i>Watering</i>	Oprysk <i>Spraying</i>	
<i>Dactylis glomerata</i>	„O”	4,07	5,50	9,23	6,60	6,35 C
	K	6,26	9,67	8,23	8,13	8,07 C
	P	7,80	10,70	10,50	12,40	10,40 B
	K + P	6,27	16,90	12,10	14,60	12,50 A
Średnio – <i>Mean</i>		6,11 C	10,70 A	10,00 B	10,40 AB	9,31
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} : A x B – 2,3						
<i>Lolium wester- woldicum</i>	„O”	19,3	20,1	37,9	33,8	27,8 BC
	K	18,2	23,1	22,9	22,6	21,7 C
	P	25,7	32,7	34,1	29,8	30,6 AB
	K + P	18,4	45,3	40,0	35,4	35,3 A
Średnio – <i>Mean</i>		20,4 B	30,8 A	33,7 A	30,4 A	28,8
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} : A x B – 3,4						
<i>Phleum pratense</i>	„O”	8,57	9,67	7,85	7,03	7,07 B
	K	5,17	4,79	7,20	5,83	5,45 C
	P	4,73	4,83	5,55	4,63	6,94 B
	K + P	7,80	11,60	7,47	7,27	8,08 A
Średnio – <i>Mean</i>		6,57 BC	7,76 A	7,02 B	6,19 C	6,89
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} : A x B – 1,2						
<i>Poa pratensis</i>	„O”	3,20	2,91	2,79	3,17	3,02 B
	K	3,21	3,29	3,00	3,05	3,14 B
	P	3,49	3,39	3,49	3,42	3,45 A
	K + P	3,71	3,57	3,33	3,42	3,51 A
Średnio – <i>Mean</i>		3,40 A	3,29 A	3,15 A	3,27 A	3,28
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} : A x B – r.n.						
Średnio – nawożenie N <i>Mean – N fertilization</i>		9,12 B	13,1 A	13,5 A	12,6 A	–

Średnie oznaczone tymi samymi dużymi literami w wierszu/kolumnie stanowią grupy jednorodne

*Means marked with the same capital letter within a line/column state the homogenous groups*r.n. – różnica nieistotna – *non significant differences*



Rys. 1. Plon suchej masy ($\text{g}\cdot\text{wazon}^{-1}$) dla testowanych gatunków traw w kolejnych zbiorach
 Fig. 1. Dry mater yield ($\text{g}\cdot\text{pot}^{-1}$) for tested grasses' species in successive harvestings

wożenie azotem, należy tłumaczyć właściwościami biologiczno-fizjologicznymi. Jest to trawa ozima powoli rozwijająca się po wysiewie, a dodatkowo w warunkach prowadzenia badań nie przechodziła jarowizacji, dlatego pozostała w fazie krzewienia [Kozłowski i in. 2003, Rutkowska 1970].

W przypadku tego gatunku ocena zastosowanego nawożenia przedsiewnego wskazuje istotnie wyższy średni plon ($3,45$ i $3,50 \text{ g s.m.}\cdot\text{wazon}^{-1}$) na obiektach nawożonych fosforem oraz fosforem i potasem łącznie.

Analiza plonowania pozostałych testowanych gatunków traw (kupkówka pospolita, życica westerwoldzka i tymotka łąkowa) dowodzi, iż przedsiewne łączne nawożenie fosforem i potasem istotnie zwiększa średni plon suchej masy. Jednocześnie należy podkreślić, iż wszystkie testowane gatunki traw obniżały swój potencjał produkcyjny na obiektach nawożonych tylko potasem. W przypadku tymotki łąkowej i życicy westerwoldzkiej zebrany średni plon z tych kombinacji był niższy niż na obiekcie kontrolnym ($5,45$ oraz $21,7 \text{ g s.m.}\cdot\text{wazon}^{-1}$). Również w badaniach Olszewskiej [2006] na obiektach nienawożonych fosforem w warunkach niskiej zasobności gleby w ten składnik zebrano istotnie niższe plony kupkówki pospolitej i życicy trwałej.

Testowane sposoby dostarczania roślinom azotu (średnie dla nawożenia pogłównego), nie różnicowały plonu życicy westerwoldzkiej i wiechlina łąkowej. Podanie azotu w formie stałej istotnie zwiększało plon suchej masy tymotki łąkowej i kupkówki pospolitej. Natomiast najwyższy średni plon ($13,5 \text{ g s.m.}\cdot\text{wazon}^{-1}$) stwierdzono pod wpływem oddziaływania płynnej formy azotu zastosowanego na glebę (podlewanie).

Szczegółowa analiza oceny zastosowanych czynników badawczych wykazała istotnie wyższy plon suchej masy kupkówki pospolitej, życicy westerwoldzkiej i tymotki łąkowej ($16,9$; $45,3$ oraz $11,6 \text{ g s.m.}\cdot\text{wazon}^{-1}$) z obiektów nawożonych przedsiewnie fosforem i potasem łącznie oraz stałą formą azotu stosowaną pogłównie. Natomiast podanie azotu w formie płynnej w przypadku tymotki łąkowej istotnie obniżyło plon ($6,19 \text{ g s.m.}\cdot\text{wazon}^{-1}$) na obiektach gdzie zastosowano oprysk, a kupkówki pospolitej ($10,4 \text{ g s.m.}\cdot\text{wazon}^{-1}$) na obiektach gdzie zastosowano podlewanie.

Tabela 2. Wskaźnik zieloności liścia (SPAD) dla testowanych gatunków traw w zależności od zastosowanego nawożenia przedsiewnego i pogłównego

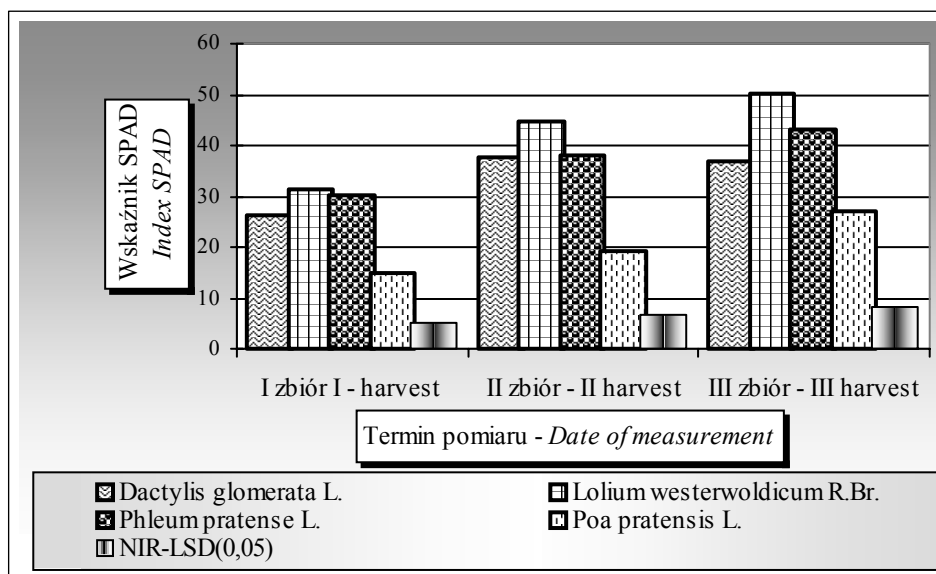
Table 2. Index of leaf greenness (SPAD) for tested the grasses' species in depend on applied pre-sowing and top-dressing fertilization

Gatunek <i>Species</i>	Nawożenie przedsiewne <i>Pre-sowing fertilization</i>	Nawożenie pogłównie azotem <i>Post-sowing nitrogen fertilization</i>				Średnia <i>Mean</i>
		Bez azotu <i>No nitrogen</i>	Stała forma azotu <i>Solid form of nitrogen</i>	Płynna forma azotu <i>Liquid form of nitrogen</i>		
				Podlewanie <i>Watering</i>	Oprysk <i>Spraying</i>	
<i>Dactylis glomerata</i>	„O”	25,7	30,5	34,8	34,1	31,3 B
	K	28,7	36,6	40,6	34,8	35,2 A
	P	32,6	31,3	41,4	39,0	36,1 A
	K + P	27,8	27,0	36,2	36,3	31,8 AB
	Średnio – <i>Mean</i>	28,7 C	31,4 B	38,3 A	36,0 A	33,6
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} : A x B – 2,6						
<i>Lolium westerwoldi- cum</i>	„O”	25,0	23,7	32,7	30,1	27,9 B
	K	38,0	37,5	37,2	39,7	38,1 A
	P	23,4	23,1	34,4	35,4	29,0 B
	K + P	40,2	39,4	41,8	40,7	40,7 A
	Średnio – <i>Mean</i>	31,6 B	31,1 B	36,5 A	36,5 A	33,9
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} : A x B – 3,5						
<i>Phleum pratense</i>	„O”	24,3	31,4	37,8	38,4	33,0 A
	K	23,2	34,8	40,1	41,3	34,9 A
	P	26,4	39,2	37,8	33,1	34,1 A
	K + P	29,7	36,1	40,5	36,5	35,7 A
	Średnio – <i>Mean</i>	25,9 C	35,4 B	39,1 A	37,4 A	34,4
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} : A x B – 2,8						
<i>Poa pratensis</i>	„O”	18,0	23,2	33,3	31,1	26,4 B
	K	16,8	26,6	33,2	29,1	26,4 B
	P	21,9	31,4	35,1	37,6	31,5 A
	K + P	19,0	36,9	37,9	37,8	32,9 A
	Średnio – <i>Mean</i>	18,9 C	29,5 B	34,9 A	33,9 A	29,3
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} : A x B – 2,5						
Średnio – nawożenie N <i>Mean – N fertilization</i>		26,3 C	31,8 B	37,2 A	35,9 AB	–

Średnie oznaczone tymi samymi dużymi literami w wierszu/kolumnie stanowią grupy jednorodne
Means marked with the same capital letter within a line/column state the homogenous groups

Problem niedoboru niektórych składników pokarmowych na fizjologiczne przemiany oraz plonowanie traw analizuje również Olszewska [2005, 2006] oraz Olszewska i in. [2008]. Autorka podkreśla, iż niedobór składników pokarmowych odbija się niekorzystnie na ilości i jakości biomasy, dlatego też konieczne są badania i ciągła kontrola stanu zasobności gleby. Również Fotyma i Gosek [2000] oraz Kopiński [2005], wskazują potrzebę kontroli żyzności gleby i bilansowania składników pokarmowych. Możliwość prostego diagnozowania stanu odżywiania roślin azotem wskazuje Fotyma i Bezdusznik [2000] oraz Machul [2001] zalecając do tego celu miernik zawartości chlorofilu (SPAD).

Względna zawartość chlorofilu (tab. 2) u poszczególnych gatunków traw oceniana wskaźnikiem zieloności liścia (SPAD) była istotnie zróżnicowana, pod wpływem zastosowanego nawożenia przedsiewnego jak i formy podania azotu w nawożeniu pogłównym oraz terminu pomiaru (rys. 2). Najwyższymi wartościami SPAD (średnio 34,4) odznaczała się życica westerwoldzka, a najniższymi (średnio 29,3) wiechlina łąkowa. Istotne różnice gatunkowe a nawet odmianowe odczytu wartości SPAD wykazała w swoich badaniach również Olszewska [2006] oraz Olszewska i in. [2008], testując oddziaływanie na niektóre gatunki traw zróżnicowanego nawożenia czy też niedoboru różnych pierwiastków w dawce nawozowej.



Rys. 2. Wskaźnik SPAD dla testowanych gatunków traw w zależności od terminu pomiaru
 Fig. 2. Index SPAD for tested grasses' species in depend on date of measurement

Zastosowanie azotu, niezależnie od formy podania, wpływało dodatkowo na wartości wskaźnika zieloności liścia w porównaniu do odczytów na obiektach nienawożonych tym pierwiastkiem. Zależności takiej nie stwierdzono tylko, w przypadku życicy wielokwiatowej, gdzie zastosowanie stałej formy azotu nie wpływało istotnie na odczyt SPAD w porównaniu do obiektu bez nawożenia azotem. Istotnie wyższe wartości SPAD u wszystkich testowanych gatunków

traw stwierdzono po zastosowaniu płynnej formy azotu w nawożeniu pogłównym. Kombinacje nawożenia przedsiewnego nie miały wpływu na odnotowane wartości omawianego wskaźnika w przypadku tymotki łąkowej, natomiast u pozostałych gatunków stwierdzono istotne oddziaływanie.

W przeprowadzonych badaniach najniższe wartości SPAD odnotowano w pierwszym odróście, co potwierdzają również w swoich badaniach Gaborcik [1998], Gaborcik i Zmetakova [2001] oraz Olszewska [2005]. Dodatkowo podają, iż zawartość chlorofilu zależna jest jeszcze od gatunku, odmiany i stanu zaopatrzenia w składniki pokarmowe, szczególnie w siarkę, magnez i potas. Otrzymane wyniki potwierdzają znaną już hipotezę [Ciepiela 2004, Jaskulski 2007, Jodełka i in. 2001], iż spośród stosowanych składników pokarmowych azot wykazuje najsilniejsze działanie plonotwórcze. Jednocześnie wiadomo [Filipek 2005, Kozłowski in. 2006, Stypiński i in. 2001], iż stanowi on największe zagrożenie dla środowiska. Zachowanie prawidłowych zasad nawożenia tym składnikiem wymaga dalszych badań naukowych i wdrożeniowych oraz świadomości ekologicznej rolników. Wykazywanie skutków środowiskowych, żywieniowych i ekonomicznych nieracjonalnego nawożenia użytków zielonych jest uzasadnione a nawet konieczne [Fotyma i Gosek 2000, Jankowska-Huflejt 2007].

WNIOSKI

1. Zastosowanie płynnej formy azotu (oprysk) okazało się mniej skuteczne w podnoszeniu plonu ocenianych gatunków traw w porównaniu do nawożenia formą stałą, ale dodatnio wpływało na wskaźnik zieloności liścia SPAD.
2. Pominięcie w nawożeniu przedsiewnym jednego ze składników pokarmowych (potasu lub fosforu) wyraźnie obniża możliwości produkcyjne azotu, niezależnie od formy jego podania.
3. Najwyższy plon suchej masy zebrano z obiektów nawożonych fosforem i potasem łącznie oraz stałą formą azotu, natomiast w przypadku tymotki łąkowej i życicy westerwoldzkiej przedsiewne nawożenie potasem obniżało plon suchej masy dla każdej formy nawożenia azotem
4. Formy nawożenia azotem różnicowały względną zawartość chlorofilu (wskaźnik SPAD), ale wykazano duże różnice odczytów u poszczególnych gatunków.

PIŚMIENNICTWO

- Ciepiela G.A. 2004. Reakcja wybranych gatunków traw na nawożenie azotem stosowanym w roztworze mocznika i w saetrze amonowej. Rozpr. Nauk. AP Siedlce 76: ss. 80.
- Czuba R. 1993. Efekty dolistnego dokarmiania roślin uprawnych. cz1. Reakcja roślin na dolistne stosowanie azotu. Rocz. Glebozn. 44(3-4): 69-78.
- Filipek T. 2005. Dynamika antropogenicznych przyczyn zakwaszenie gleb w Polsce w ostatnich 30 latach. Naw. Nawoż. (Fert. Fertil.) 2: 67-84.
- Fotyma E., Bezdusznik D. 2000. Ocena stanu odżywienia zbóż ozimych azotem na podstawie pomiaru indeksu zieloności liścia. Fragm. Agron. 17(4): 29-44.
- Fotyma M., Gosek S. 2000. Zmiany w zużyciu nawozów potasowych i ich konsekwencje dla żyzności gleby i poziomu produkcji rolniczej w Polsce. Naw. Nawoż. (Fert. Fertil.) 1: 9-52.
- Gaborcik N. 1998. The possibilities of chlorophyllometer use in crop nutrition and breeding. Polnohosp. Výroba Skusob. 6(4): 30-31.

- Gaborcik N., Zmetakova Z. 2001. Chlorophyll (SPAD readings) and nitrogen concentrations in leaves of some forage grasses and legumes. *Łąk. Pol.* 4: 43–48.
- Jankowska-Huflejt H. 2007. Rolno-środowiskowe znaczenie trwałych użytków zielonych. *Probl. Inż. Rol.* 1: 23–34.
- Jaskulski D. 2007. Porównanie wpływu dolistnego stosowania nawozów na efekty produkcyjne oraz ekonomiczne uprawy niektórych roślin połowych. *Fragm. Agron.* 24(1): 106–112.
- Jodełka J., Jankowski K., Ciepela G.A. 1999. Dolistne dokarmianie jako element ekologicznej gospodarki na łące trwałej. *Zesz. Nauk. AR Wrocław 361, Ser. Konf.* 22: 205–212.
- Jodełka J., Jankowski K., Ciepela G.A. 2001. Ocena efektywności produkcyjnej różnych wariantów i sposobów nawożenia łąki trwałej. *Pam. Puł.* 125: 439–445.
- Kopiński J. 2005. Regionalne zróżnicowanie bilansu azotu, fosforu i potasu w rolnictwie polskim w latach 1999–2003. *Naw. Nawoż. (Fert. Fertil.)* 2: 84–96.
- Kozłowski S., Goliński P., Zielewicz W., Biniś J. 2006. Badania nad nawożeniem pastwiska nawozami płynnymi. *Ann. UMCS, Sec. E* 61: 341–352.
- Kozłowski S., Szymkowiak P., Swędryński A. 2003. Właściwości biologiczne i chemiczne *Poa pratensis* istotne w kreowaniu odmian hodowlanych użytkowanych pastwiskowo. *Łąk. Pol.* 6: 97–110.
- Machul M. 2001. Ocena stanu odżywienia roślin azotem z zastosowaniem testów roślinnych. *Post. Nauk Rol.* 3: 71–83.
- Olszewska M. 2005. Wpływ niedoboru magnezu na wskaźnik wymiany gazowej, indeks zieloności liści (SPAD) i plonowanie *Lolium perenne* i *Dactylis glomerata*. *Łąk. Pol.* 6: 141–148.
- Olszewska M. 2006. Wpływ niedoboru potasu na wskaźniki wymiany gazowej, indeks zieloności liści (SPAD) oraz plonowanie życicy trwałej i kupkówki pospolitej. *J. Elementol.* 11(4): 467–475.
- Olszewska M., Grzegorzczak S., Olszewski J., Bałuch-Małecka A. 2008. Effect of phosphorus deficiency on gas exchange parameters, leaf greenness (SPAD) and yield of Perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) and Orchard grass (*Dactylis glomerata* L.). *J. Elementol.* 13(1): 91–99.
- Rutkowska B. 1970. Badania prowadzone w Polsce w zakresie biologii traw. *Post. Nauk. Rol.* 5: 51–66.
- Sapek B. 2001. Zagadnienie potasu w świetle oddziaływania rolnictwa na środowisko. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 476: 281–292.
- Stypiński P., Janicka M., Rataj D. 2001. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotowego na plonowanie wybranych gatunków i odmian traw. *Pam. Puł.* 125: 13–21.
- Szewczuk C., Michałojć Z. 2003. Praktyczne aspekty dolistnego dokarmiania roślin. *Acta Agrophys.* 85: 19–29.
- Wojcieszka-Wyskupajts U. 1996. Efekty dolistnego dokarmiania roślin w świetle referatów wygłoszonych na „Międzynarodowym Sympozjum Dolistnego Nawożenia” w Kairze (10–14.12.1995). *Post. Nauk Rol.* 5: 123–127.
- Wójcik P. 1998. Pobieranie składników mineralnych przez nadziemne części roślin z nawożenia pozakorzeniowego. *Post. Nauk. Rol.* 1: 49–64.

J. JODEŁKA, J. SOSNOWSKI

EVALUATION OF NITROGEN DELIVERY METHODS TO SOME GRASS SPECIES DEPENDING ON THE PHOSPHORUS AND POTASSIUM FERTILIZATION

Summary

In the pot experiment has been evaluated the effectiveness of different methods of nitrogen supply to some species of grasses in the laboratory conditions. It was used a stable form (ammonium nitrate) and urea solution used as foliar spray. These variant were tested on the base of different pre-sowing fertilization, i.e. with phosphorus, potassium and phosphorus and potassium combined. It was estimated the yield and the index of leaf greenness (SPAD).

A lack of effect of nitrogen fertilizer applied in each of the evaluated methods on the yield of smooth-stalked meadow grass was stated. It can be explained by slow growth and development of this species after sowing. In other grass species (timothy grass, orchard grass and westerwoldicum ryegrass) significantly higher yields were harvested after applying phosphorus and potassium fertilization as combined and permanent forms of nitrogen in the post-sowing fertilizer. All tested species of grasses decreased their production potential on the objects fertilized only with potassium pre-sowing. Application of nitrogen in the form of the solution increased the value index of leaf greenness (SPAD), but this value was largely depended on tested grass species. Used a combination of pre-fertilization had no influence on the recorded value of this index in the case of timothy grass, whereas in other species, significant differences were affirmed.