

## WPŁYW ZRÓŻNICOWANYCH FORM NAWOŻENIA AZOTEM NA PŁONOWANIE ŻYCICY TRWAŁEJ (*Lolium perenne* L.) ORAZ ZAWARTOŚĆ W NIEJ WĘGLOWODANÓW I NIEKTÓRYCH FORM AZOTU

Grażyna Anna Ciepela, Kazimierz Jankowski, Joanna Jodełka

**Streszczenie.** Obiektem badań była życica trwała odmiany Argona uprawiana w latach 1997-2000 w siewie czystym, w warunkach zróżnicowanego nawożenia. Pierwszy odrost nawożono  $450 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  Polifoski 15, a drugi i trzeci pokos – dolistnie roztworami mocznika (20, 25, 30%), stosując 2-krotnie  $300 \text{ dm}^3$  cieczy na hektar, lub pogłównie saletrą amonową w formie stałej. Dla porównania efektów działania nawozów azotowych w zależności od ich formy fizycznej zbilansowano ilość azotu stosowanego w saletrze amonowej z ilością stosowaną w roztworach mocznika. W pracy określono plon suchej masy życicy oraz zawartość węglowodanów rozpuszczalnych i niektórych form azotu w suchej masie roślin. Badania wykazały dodatni wpływ dolistnego nawożenia roztworami mocznika na plon i zawartość w roślinach azotu ogólnego, białkowego, niebiałkowego i azotanowego. Dolistne nawożenie obniżało zawartość węglowodanów w suchej masie roślin. Zawartość węglowodanów i związków azotowych istotnie malała po pierwszym pokosie, przy czym najmniej cukrów było w pokosie trzecim, a związków azotowych – w drugim.

**Słowa kluczowe:** *Lolium perenne*, nawożenie dolistne, nawożenie pogłównie, roztwór mocznika, węglowodany rozpuszczalnych, związki azotowe

### WSTĘP

Czynnikiem w najwyższym stopniu decydującym o wielkości i jakości plonów traw pastewnych jest nawożenie mineralne, szczególnie azotowe. Wykorzystuje się w nim głównie nawozy stałe. W piśmiennictwie naukowym brak wyników badań nad dolistnym nawożeniem traw pastewnych azotem, co zachęca do eksperymentalnego sprawdzenia skuteczności tej metody. Podstawowym kryterium oceny wpływu nawożenia azotowego na trawy łąkowe jest wielkość plonu suchej masy oraz zawartość związków azotowych i węglowodanów. Zdaniem Presia i Fritz [1981] węglowodany rozpuszczalne poprawiają smakowitość paszy i przyspieszają jej trawienie oraz mają wpływ na lepsze wykorzystanie azotu białkowego i niebiałkowego przez przeżuwaczy.

Azot w roślinach zawsze występuje w różnych formach. W kwalifikowaniu jakości paszy pochodzącej z użytków zielonych bierze się pod uwagę zawartość azotu związa-

nego w białkach oraz zawartość azotu azotanowego. Nadmiar tej drugiej formy (N-NO<sub>3</sub>) może być dla zwierząt szkodliwy, a nawet toksyczny [Falkowski i in. 2000].

W opinii wielu autorów życica trwała należy do najcenniejszych gatunków traw pastewnych [Gašior i Kaniuczak 1996, Łyszczarz i in. 1997, Janicka i in. 2001, Krzywicki i Kozłowski 2002]. Gatunek ten jest wszechstronnie wykorzystywany w produkcji pasz objętościowych. Stanowi podstawowy składnik mieszanek na trwałe użytki zielone, uprawia się go również na gruntach ornym w siewie czystym lub w mieszankach z roślinami motylkowatymi.

Celem podjętych badań była ocena życicy trwałej pod względem plonowania oraz zawartości węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie i niektórych form azotu w zależności od dawki azotu i formy fizycznej nawozu azotowego stosowanego do jej nawożenia.

## MATERIAŁ I METODY

Za podstawę do poniższego opracowania posłużyły wyniki doświadczenia polowego prowadzonego w latach 1997-2000 na terenie Rolniczego Zakładu Doświadczalnego Zawady należącego do Akademii Podlaskiej w Siedlcach. Doświadczenie założono na poletkach o powierzchni 15 m<sup>2</sup> (3 x 5 m), w 4 powtórzeniach, w układzie losowanych podbloków (split-plot). Poletka oddzielono w podblokach ścieżkami o szerokości 0,5 m, między podblokami wydzielono ścieżki o szerokości 1 m, natomiast między blokami pasy szerokości 2 m. Pasy i ścieżki oraz obrzeża doświadczenia pozostawiono w czarnym ugorze. Obiektem badań była *Lolium perenne* odmiana Argona uprawiana w siewie czystym na glebie typu czarna ziemia właściwa, klasy bonitacyjnej IVb, kompleksu zbożowo-pastewnego mocnego. W latach pełnego użytkowania (1998-2000) życicę koszone trzykrotnie w sezonie wegetacyjnym. Nawożenie mineralne trawy było zróżnicowane (tab. 1).

Tabela 1. Schemat nawożenia życicy trwałej azotem  
Table 1. Perennial ryegrass nitrogen fertilisation scheme

Numer kombinacji nawozowej Number of fertiliser combination	Całkowita roczna dawka N Total annual dose of N kg·ha <sup>-1</sup>	Nawożenie drugiego i trzeciego pokosu Fertilisation of the second and third cut				Forma nawozu Form of fertiliser
		Dawka N stosowana w nawozie stałym Dose of N applied as a solid fertiliser kg·ha <sup>-1</sup>	Dawka N stosowana w roztworze mocznika Dose of N applied as urea solution kg·ha <sup>-1</sup>	Stężenie roztworu mocznika Concentration of urea solution %		
1	177,9	0	55,2	20	stała solid	
2	177,9	55,2	0	0	stała solid	
3	205,5	0	69,0	25	stała solid	
4	205,5	69,0	0	0	stała solid	
5	233,1	0	82,8	30	stała solid	
6	233,1	82,8	0	0	stała solid	

Pierwszy odrost na wszystkich poletkach doświadczalnych nawożono  $450 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  Polifoski 15, co dostarczało roślinom po  $67,5 \text{ kg N}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ , i  $\text{K}_2\text{O}$ . Drugi i trzeci odrost nawożono dwoma sposobami: dolistnie, stosując dwukrotnie odpowiedni roztwór mocznika w ilości  $300 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ , lub pogłównie saletrą amonową w formie stałej. Opryski wykonywano opryskiwaczem ręcznym firmy Marolex. Dla porównania efektów działania nawozów azotowych w zależności od ich formy fizycznej zbilansowano ilość azotu w zastosowanych dawkach saletry amonowej z ilością zawartą w odpowiednich roztworach mocznika. Dodatkowo objekty nawożone pogłównie nawozem stałym opryskiwano wodą w objętości równej stosowanym roztworom mocznika. Przy zbiorach zielonej masy z każdego poletka pobierano  $0,5 \text{ kg}$  próby, która posłużyła do określenia współczynnika wysuszenia i wykonania analiz chemicznych. W badaniach analitycznych do oznaczania rozpuszczalnych w wodzie węglowodanów zastosowano metodę Dubois, a azotu ogólnego i białkowego – metodę Kjeldahla. Azot azotanowy oznaczano kolorymetrycznie z wykorzystaniem reakcji barwnej z odczynnikiem Griessa, a azot niebiałkowy wyliczono z różnicy pomiędzy azotem ogólnym i białkowym.

Do statystycznego opracowania wyników badań zastosowano analizę wariancji dla doświadczeń trójczynnikiowych wielokrotnych w układzie split-split-plot, z wykorzystaniem modelu matematycznego zaproponowanego do tego typu doświadczeń przez Trętowskiego i Wójcika [1991]. Istotność różnic pomiędzy średnimi charakteryzującymi badane czynniki oszacowano za pomocą testu Tukeya przy poziomie istotności  $\alpha \leq 0,05$ .

## WYNIKI

Plon suchej masy życicy trwałej był wyraźnie uzależniony od zastosowanego nawożenia azotowego. Dane dotyczące plonowania zamieszczono w tabelach 2 i 3. Najwyższy średni plon wynoszący  $11,58 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  uzyskano z obiektów nawożonych 30% roztworem mocznika (tab. 2).

Tabela 2. Plon suchej masy życicy trwałej w zależności od formy nawozu azotowego i dawki azotu,  $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (średnia z lat 1998-2000)

Table 2. Perennial ryegrass dry matter yield depending on the nitrogen fertiliser form and nitrogen dose,  $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$  (mean for 1998-2000)

Forma nawozu azotowego Nitrogen fertiliser form	Dawka N – Dose of N $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$			Średnia Mean
	177,9	205,5	233,1	
Płynna – Liquid	10,18	11,33	11,58	11,03
Stała – Solid	8,71	10,13	10,26	9,70
Średnia – Mean	9,44	10,73	10,92	10,36
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> dla – for:				
dawki – dose (A)				0,73
formy – form (B)				0,63
interakcji – interaction A x B				0,50

Warto również odnotować lepszą reakcję roślin na dolistne nawożenie azotem w każdym badanym sezonie niezależnie od dawki tego składnika (tab. 3). Życica nawo-

żona roztworami mocznika dała plon średnio o 14,4% wyższy w porównaniu z nawożoną nawozem stałym (tab. 2). Na szczególną uwagę zasługuje to, że plon roślin nawożonych 177,9 kg N·ha<sup>-1</sup> w formie 20% roztworu mocznika (forma płynna) nie różnił się lub był wyższy od plonu uzyskanego przy nawożeniu saletrą amonową w ilości 205,5 kg, jak i 233,1 kg N·ha<sup>-1</sup> (tab. 2). Istotne różnice w plonach suchej masy niezależnie od dawki i formy nawozu notowano między poszczególnymi sezonami badawczymi. Największy średni plon (13,39 t·ha<sup>-1</sup>) uzyskano w pierwszym roku, a najmniejszy (8,69 t·ha<sup>-1</sup>) w drugim roku użytkowania. Plon w roku 2000 był o 3,6% wyższy od plonu z poprzedniego sezonu (tab. 3).

Tabela 3. Plon suchej masy życicy trwałej w poszczególnych latach w zależności od dawki azotu oraz formy nawozu azotowego, t·ha<sup>-1</sup> (suma z trzech pokosów)

Table 3. Perennial ryegrass dry matter yield over respective years depending on the nitrogen dose and of nitrogen fertiliser form, t·ha<sup>-1</sup> (three-cuts sum)

Badany czynnik Research factor		Rok – Year		
		1998	1999	2000
Dawka N, kg·ha <sup>-1</sup> Dose of N	177,9	12,26	8,18	7,87
	205,5	13,78	8,88	9,52
	233,1	14,15	9,01	9,61
Forma nawozu azotowego Nitrogen fertiliser form	płynna – liquid	14,29	9,38	9,41
	stała – solid	12,51	8,00	8,59
Średnia – Mean		13,39	8,69	9,00
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> dla – for:				
lat – years		0,42		
interakcji – interaction				
dawka x lata – dose x years		0,45		
forma x lata – form x years		0,51		

Poziom i sposób nawożenia azotem istotnie wpływał na zróżnicowanie zawartości węglowodanów rozpuszczalnych i oznaczanych form azotu w suchej masie *L. perenne* (tab. 4 i 5). Rośliny nawożone wyższymi dawkami zawierały więcej azotu oraz mniej węglowodanów. Płynna forma nawozu azotowego w porównaniu z nawozem w formie stałej zwiększała w roślinach zawartość azotu ogólnego średnio o 6,1%, białkowego – 2,9%, niebiałkowego – 13,6%, azotanowego – 83,7% oraz zmniejszała o 10,8% koncentrację cukrów (tab. 4). Dolistne nawożenie wpływało także na zmniejszenie w roślinach udziału azotu białkowego w ogólnej ilości azotu, zwiększając tym samym zawartość azotu niebiałkowego. Dość stabilna, chociaż istotnie zróżnicowana była zawartość N-ogólnego, N-białkowego i N-niebiałkowego między pokosami. Zawartość węglowodanów i N-NO<sub>3</sub> znacznie malała po pierwszym pokosie, przy czym najmniej cukrów było w pokosie trzecim, a N-NO<sub>3</sub> i pozostałych związków azotowych – w pokosie drugim (tab. 5).

Tabela 4. Procentowa zawartość węglowodanów rozpuszczalnych i różnych form azotu w suchej masie życicy trwałej w zależności od formy nawozu azotowego i dawki azotu (średnia z lat 1998-2000 i z pokosów)

Table 4. Percentage of soluble carbohydrates and different nitrogen forms in perennial ryegrass dry matter depending on the nitrogen fertiliser form and nitrogen dose (mean for 1998-2000 and from cuts)

Dawka N Dose of N kg·ha <sup>-1</sup>	Węglowodany rozpuszczalne Soluble carbohydrates		N-ogólny Total N		N-białkowy Protein N		N-niebiałkowy Non-protein N		N- NO <sub>3</sub>	
	Forma nawozu azotowego – Form of nitrogen fertiliser									
	plynna liquid	stała solid	plynna liquid	stała solid	plynna liquid	stała solid	plynna liquid	stała solid	plynna liquid	stała solid
177,9	9,43	10,36	1,78	1,63	1,34	1,29	0,44	0,36	0,061	0,036
205,5	8,90	9,91	1,89	1,83	1,40	1,37	0,49	0,46	0,087	0,050
233,1	8,54	9,52	2,02	1,91	1,46	1,41	0,56	0,50	0,123	0,060
Średnia – Mean	8,96	9,93	1,90	1,79	1,40	1,36	0,50	0,44	0,090	0,049
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> dla – for:										
interakcji – interaction										
forma x dawka										
form x dose										
		0,41		0,04		0,04		0,04		0,024

Tabela 5. Procentowa zawartość węglowodanów rozpuszczalnych i różnych form azotu w suchej masie życicy trwałej w zależności od dawki azotu, formy nawozu azotowego oraz pokosu (średnia z lat 1998-2000 i z pokosów)

Table 5. Percentage of soluble carbohydrates and different nitrogen forms in perennial ryegrass dry matter depending on the nitrogen dose, nitrogen fertiliser form and cut (mean for 1998-2000 and from cuts)

Badany czynnik Research factor	Składnik – Component					
	Węglowodany rozpuszczalne Soluble carbohydrates	N-ogólny Total N	N-białkowy Protein N	N-niebiałkowy Non-protein N	N- NO <sub>3</sub>	
Dawka N, kg·ha <sup>-1</sup>	177,9	9,90	1,70	1,31	0,39	0,049
Dose of N	205,5	9,40	1,86	1,38	0,48	0,069
	233,1	9,03	1,97	1,44	0,53	0,091
Forma nawozu azotowego Form of nitrogen fertiliser	plynna liquid	8,96	1,90	1,40	0,50	0,090
	stała solid	9,93	1,79	1,35	0,44	0,049
Pokos – Cut	I	13,17	1,97	1,47	0,50	0,092
	II	8,07	1,71	1,25	0,46	0,032
	III	7,10	1,85	1,42	0,43	0,084
NIR <sub>0,05</sub> – LSD <sub>0,05</sub> dla – for:						
dawki – dose						
formy – form						
pokosu – cut						
		0,30	0,10	0,05	0,04	0,015
		0,71	0,09	0,04	0,04	0,045
		0,43	0,07	0,08	0,05	0,006

## DYSKUSJA

Życica trwała (*L. perenne*) należy do traw o dużej wartości pokarmowej i w związku z tym ma wysoką rangę gospodarczą [Krzywiecki i Kozłowski 2002]. Równie ważnym miernikiem w ocenie przydatności użytkowej gatunków traw jest ich plonowanie, które w dużej mierze zależy od nawożenia. W przedstawionych badaniach największy przyrost plonu suchej masy życicy nastąpił pod wpływem nawożenia roślin 30% roztworem mocznika. Odnotowano także wzrost plonu roślin pod wpływem dolistnego nawożenia azotem, niezależnie od dawki tego składnika. Należy zaznaczyć, że podobne wyniki badań nad dolistnym dokarmianiem lub nawożeniem runi łąkowej uzyskali Jankowski i Nowak [2001] oraz Jodelka i in. [1999, 2000a].

Ocena zawartości węglowodanów i związków azotowych w paszy jest nieodłącznym elementem badań łąkarskich. Spadek zawartości węglowodanów rozpuszczalnych w trawach pod wpływem wstającego nawożenia azotowego udowodniono już wcześniej [Grabowski i in. 1990, Krauze i in. 1990, Jodelka i in. 2000b, Ciepiela i in. 2001]. Według Krzywieckiego [1987], przyczyną takich reakcji jest zwiększone nagromadzenie w roślinach substancji azotowych, w powstawaniu których używane są przede wszystkim węglowodany. W związku z powyższym można przypuszczać, że te same mechanizmy powodowały istotny spadek ilości cukrów w życicy nawożonej dolistnie mocznikiem. Wyraźne zmniejszenie poziomu oznaczanych węglowodanów w suchej masie badanej trawy w okresie letnim i późnoletnim (pokos II i III) można wytłumaczyć wzmożonym procesem oddychania roślin w warunkach wysokich temperatur, w którym zużywane są cukry [Koter 1973 i Nowacki 1981]. Podobne sezonowe zmiany zawartości węglowodanów zanotowano także u innych gatunków traw i w runi łąkowej [Krauze i in. 1990, Jodelka i in. 2000b, Ciepiela i in. 2001, Kozłowski i in. 2001].

Większa ilość związków azotowych w suchej masie życicy nawożonej dolistnie azotem może mieć związek z lepszym pobieraniem tego składnika przez rośliny, podobnie jak u kukurydzy dokarmianej dolistnie roztworem mocznika [Kruczek i Szulc 2000]. Znany jest także dodatni wpływ dolistnego dokarmiania runi łąkowej azotem na zawartość N-ogólnego [Jodelka i in. 1999, Jankowski i Nowak 2001]. Należy także podkreślić, że mniejszy wzrost zawartości azotu białkowego w roślinach pod wpływem nawożenia azotowego w porównaniu ze wzrostem azotu ogólnego był zgodny z wynikami badań wcześniejszych [Gąsior i Kaniuczuk 1996]. Prowadzi to do niekorzystnych zmian w składzie chemicznym roślin, polegających na zwiększeniu ilości azotu niebiałkowego. Według Treli i in. [1975], wzrost powyżej 30% udziału azotu niebiałkowego w azocie ogólnym obniża wartość odżywczą paszy. Uzyskane w przeprowadzonych badaniach wartości liczbowe wykazały, że udział azotu niebiałkowego w życicy ulegał istotnym wahaniom w zależności od dawki i sposobu nawożenia, lecz nie przekraczał wymienionej normy.

Pełna ocena wartości paszowej siana powinna uwzględniać zawartość w niej składników żywieniowych oraz substancji antyżywniowych, do których między innymi zaliczany jest azot azotanowy. Dotychczas nie została określona ścisła granica zawartości azotanów w sianie i ich szkodliwości dla zwierząt. Wiadomo, że szkodliwość ta zależy nie tylko od zawartości azotu azotanowego w paszy, ale także od intensywności jego redukcji w przewodzie pokarmowym, zawartości innych składników, zwłaszcza białka i węglowodanów w paszy, oraz kondycji zwierzęcia. Kolejne wartości 0,22 i 0,35% s.m., uznawane za toksyczne, były weryfikowane przez praktykę rolniczą [Pilarz i in. 1984, Krzywy i in. 1985, Falkowski i in. 2000]. Poziom N-NO<sub>3</sub> w analizowa-

nym materiale roślinnym rzadko przekraczał 0,1% s.m.. W związku z tym badane siano miało odpowiednią wartość żywieniową pod względem zawartości azotanów. Niska koncentracja N-NO<sub>3</sub> w życicy wiąże się niewątpliwie z podziałem całkowitej dawki azotu na trzy części stosowane pod każdy odrost. Z drugiej strony ze znaczącym wzrostem zawartości azotanów w suchej masie roślin należy się liczyć dopiero po zastosowaniu ponad 300 kg N·ha<sup>-1</sup> [Krzywy i in. 1996]. Wzrost ilości N-NO<sub>3</sub> w życicy nawożonej roztworami mocznika może być spowodowany większą przyswajalnością tego nawozu przez rośliny, które zdaniem Czuby [1996] może być podwyższone o 50, a nawet o 100% w porównaniu z przyswajalnością nawozów azotowych w formie stałej. Wpływ dużej liczby czynników abiotycznych i edaficznych na zawartość azotanów w trawach jest przyczyną znacznych rozbieżności w pracach różnych autorów przedstawiających poziom N-NO<sub>3</sub> w sianie pochodzącym z różnych zbiorów w sezonie wegetacyjnym [Falkowski i in. 1993, Kopeć i in. 1996, Krzywy i in. 1996, Wiatr 1996]. Z badań własnych wynika, że życica kumulowała najmniej azotanów w pokosie drugim, a najwięcej w pokosie pierwszym. Być może zmienność ta spowodowana była także różną formą chemiczną i fizyczną nawozów stosowanych pod pierwszy i drugi odrost.

## PODSUMOWANIE

Prezentowane w pracy wyniki badań własnych wskazują na zasadność stosowania dolistnego nawożenia życicy trwałej roztworami mocznika, ponieważ ten sposób zwiększa plon suchej masy i zawartość w roślinach związków azotowych w porównaniu z nawożeniem pogłównym saletrą amonową. Dolistne dostarczanie azotu daje zatem możliwość zmniejszenia dawki tego składnika, a uzyskanie tej samej ilości plonu o zbliżonych parametrach jakościowych. Podkreślić również należy, że zastosowane w doświadczeniu roztwory mocznika nie powodują gromadzenia w roślinach azotu azotanowego w ilości przekraczającej 0,2% s.m., uznawanej w żywieniu zwierząt za wartość graniczną.

Odnotowane fluktuacje zawartości węglowodanów w suchej masie życicy trwałej są wynikiem działania różnych form i dawek nawozów azotowych. Daje to podstawę do stwierdzenia, że chociaż dolistne nawożenie życicy roztworami mocznika w porównaniu z saletrą amonową stosowaną w formie stałej zmniejsza zawartość tych cukrowców w tkankach roślinnych, to jednak ich ilość we wszystkich kombinacjach jest odpowiednia do żywienia przeżuwaczy.

## PIŚMIENNICTWO

- Ciepiela G.A., Jankowski K., Jodełka J., 2001. Potencjał produkcyjny kupkówki pospolitej nawożonej dolistnie azotem i mikroelementami. *Pam. Puł.* 125, 103-110.
- Czuba R., 1996. Technika nawożenia mineralnego a zawartość azotu w roślinach. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 440, 65-73.
- Falkowski M., Kukułka I., Kozłowski S., 1993. Występowanie azotu azotanowego w środowisku łąkowym w świetle literatury i badań własnych. *Rocz. AR w Poznaniu, Rolnictwo CCLI*, 19-35.
- Falkowski M., Kukułka I., Kozłowski S., 2000. Właściwości chemiczne roślin łąkowych. *Wyd. AR Poznań*, 43-48.
- Gąsior J., Kaniuczak J., 1996. Wpływ nawożenia mineralnego na plon i zawartość różnych frakcji azotu w sianie z łąki górskiej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 440, 101-107.

- Grabowski K., Benedycki S., Grzegorzczak S., 1990. Wpływ nawożenia i liczby pokosów na zawartość w runi łąkowej związków azotu, rozpuszczalnych węglowodanów i włókna surowego. *Acta Acad. Agric. Tech. Olst., Agricultura* 51, 53-60.
- Janicka M., Stypiński P., Ilavska I., 2001. Tempo wzrostu i rozwoju dwóch tetraploidalnych odmian *Lolium multiflorum* i jednej odmiany *Lolium perenne*. *Pam. Puł.* 125, 233-252.
- Jankowski K., Nowak M., 2001. Wpływ zróżnicowanych dawek azotu stosowanych dolistnie i doglebowo na wysokość plonowania łąki oraz zawartość składników organicznych. *Pam. Puł.* 125, 97-101.
- Jodelka J., Jankowski K., Ciepela G.A., 1999. Dolistne dokarmianie jako element ekologicznej gospodarki na łące trwałej. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rolnictwo* 361, 206-116.
- Jodelka J., Jankowski K., Ciepela G.A., Kolczarek R., 2000a. Zawartość węglowodanów rozpuszczalnych w trawach pastwiskowych dokarmianych dolistnie. *Zesz. Nauk AR w Krakowie, Rolnictwo* 41, 107-116.
- Jodelka J., Jankowski K., Starczewski J., 2000b. Sposób dostarczenia azotu roślinom łąkowym a ich plonowanie. *Fragm. Agronom.* 4, 61-67.
- Kopeć M., Mazur K., Filipek-Mazur B., 1996. Zmiany zawartości N-NO<sub>3</sub> w runi łąkowej w 10-letnim okresie zróżnicowanego nawożenia i wapnowania w doświadczeniu statycznym (Czarny Potok). *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 440, 185-190.
- Koter Z., 1973. Wpływ nawożenia azotem na zawartość substancji azotowych i węglowodanów w kilku gatunkach traw. *Pam. Puł.* 58, 131-154.
- Kozłowski S., Golińska B., Goliński P., 2001. Cukry a wartość użytkowa roślin łąkowych. *Pam. Puł.* 125, 132-137.
- Krauze A., Bardzicka B., Domańska D., 1990. Współzależność między zawartością węglowodanów rozpuszczalnych w wodzie i związków azotowych w runi pastwiska a poziomem nawożenia mineralnego. *Acta Acad. Agric. Tech. Olst., Agricultura* 51, 81-88.
- Kruczek A., Szulc P., 2000. Wpływ dolistnego stosowania mocznika na pobieranie i wykorzystanie azotu przez kukurydzę. *Fragm. Agron.* 3, 18-29.
- Krzywiecki S., 1987. Badania nad wartością pokarmową traw w uprawie polowej. *Biul. IHAR* 132, 23-35.
- Krzywiecki S., Kozłowski S., 2002. Właściwości chemiczne *Lolium perenne* determinujące wykorzystanie w żywieniu zwierząt. *Mat. Ogólnopolskiej Konf. Nauk. Perspektywy *Lolium perenne* w Polsce*, 21-22.
- Krzywy E., Rabińska H., Janukowicz H., 1985. Wpływ wzrastającego nawożenia azotowego na plony, zawartość azotu ogólnego i azotanów w runi łąkowej. *Zesz. Nauk. AR w Szczecinie, Agrotechnika* 115, 77-89.
- Krzywy E., Wołoszyk Cz., Nowak W., 1996. Wpływ zróżnicowanych dawek azotu i potasu na wysokość plonu i zawartość niektórych form azotu w kupkówce pospolitej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. Roln.* 440, 210-206.
- Łyszczarz R., Dembek R., Sikorra J., Zimmer-Grajewska M., 1997. Zróżnicowanie cech użytkowych odmian *Lolium perenne* L., *Lolium multiflorum* Lam. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 451, 213-219.
- Nowacki E., 1981. Genotyp i nawożenie a jakość paszy dla przeżuwaczy. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 241, 37-53.
- Pilarek B., Minakowska O., Rydzik W., 1984. Wpływ nawożenia azotowego na skład chemiczny i strawność składników pokarmowych siana. *Owczarstwo* 4, 10-14.
- Preś J., Fritz Z., 1981. Rola węglowodanów w żywieniu przeżuwaczy i procesach konserwacji pasz. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 241, 55-72.
- Trela S.A., Urasińska F., Borowiec K., Furgał K., 1975. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotowego i terminu zbioru na zawartość i formy związków azotowych w runi łąkowej. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Zootechnika* 15, 17-33.
- Trętowski J., Wójcik A.R., 1991. *Metodyka doświadczeń rolniczych*. Wyd. WSR-P Siedlce, 332-335.
- Wiatr J., 1996. Wpływ nawożenia NPK na zawartość różnych form azotu w sianie. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 440, 396-401.



**EFFECT OF VARIOUS NITROGEN FERTILISATION FORMS  
ON PERENNIAL RYEGRASS (*Lolium perenne* L.) YIELDING  
AND CONTENT OF CARBOHYDRATES AND SOME NITROGEN FORMS**

**Abstract.** The research investigated *Lolium perenne*, 'Argona', cultivated over 1997-2000 in pure stand, exposed to various fertilisation. The first cut was fertilised with 450 kg·ha<sup>-1</sup> of Polifoska 15, while the second and third cuts were exposed to foliar fertilisation with urea solutions (20, 25, 30%), twice 300 dm<sup>3</sup> of spray liquid per hectare or as top dressing with solid ammonium nitrate. To compare the effects of nitrogen fertilisers depending on their physical properties, the quantity of nitrogen in ammonium nitrate with the quantity applied in urea solutions were balanced. There were estimated perennial ryegrass dry-matter yield and the content of soluble carbohydrates as well as some nitrogen forms in plant dry matter. The research showed a positive effect of foliar fertilisation with urea solutions on the yield and content of total nitrogen, protein nitrogen, non-protein nitrogen and nitrate nitrogen in plants. Foliar fertilisation decreased the content of carbohydrates in dry matter of plants. The content of carbohydrates and nitrogen compounds significantly decreased after the first cut, while the lowest content of carbohydrates was recorded in the third cut and nitrogen compounds in the second one.

**Key words:** *Lolium perenne*, foliar fertilisation, top dressing, urea solution, soluble carbohydrates, nitrogen compounds

*Grażyna Anna Ciepiela, Zakład Łąkarstwa Akademii Podlaskiej w Siedlcach, ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce, e-mail: laki@ap.siedlce.pl*

*Kazimierz Jankowski, Zakład Łąkarstwa Akademii Podlaskiej w Siedlcach, ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce, e-mail: laki@ap.siedlce.pl*

*Joanna Jodelka, Zakład Łąkarstwa Akademii Podlaskiej w Siedlcach, ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce, e-mail: laki@ap.siedlce.pl*