

JOLANTA JANKOWSKA, GRAŻYNA ANNA CIEPIELA, ROMAN KOLCZAREK,
KAZIMIERZ JANKOWSKI

Instytut Agronomii
Akademia Podlaska w Siedlcach

WPLYW RODZAJU NAWOZU MINERALNEGO I DAWKI AZOTU NA PLONOWANIE I WARTOŚĆ POKARMOWĄ RUNI ŁĄKI TRWAŁEJ

The influence of mineral fertilizer type and nitrogen dose on the yielding and nutritive value of sward
from a permanent meadow

ABSTRAKT: Badania prowadzono w latach 1999–2001 na łące trwałej. Celem pracy była próba poszukiwania zasad racjonalnego nawożenia użytków zielonych poprzez stosowanie różnych form nawozów mineralnych i zróżnicowanych dawek azotu. Pierwszy wiosenny odrost w każdym roku badań nawożono polifoską 15 lub mieszaniną nawozów jednoskładnikowych (saletra amonowa + 60% sól potasowa + superfosfat potrójny) wnosząc do gleby po 60 kg·ha⁻¹ N, P i K. Drugi i trzeci odrost nawożono wyłącznie azotem w zróżnicowanych dawkach (N₁ – 27,6; N₂ – 41,4; N₃ – 55,2 kg·ha⁻¹). Roczna dawka azotu wynosiła odpowiednio: 115,2; 142,8 i 170,4 kg·ha⁻¹. W pracy określono skład botaniczny runi pierwszego pokosu we wszystkich latach badań, plon suchej masy roślin oraz zawartość w materiale roślinnym białka ogólnego, włókna surowego i węglowodanów rozpuszczalnych. Szczegółowa analiza botaniczno-wagowa pierwszego pokosu wykazała, że *Dactylis glomerata*, *Arrhenatherum elatius* i rośliny motylkowate lepiej rozwijały się pod wpływem polifoski. Nawóz ten również skuteczniej ograniczał występowanie *Holcus lanatus* oraz gatunków z grupy ziół i chwastów. Pozostałe gatunki traw preferowały nawożenie nawozami jednoskładnikowymi. W warunkach nawożenia pierwszego pokosu polifoską roczny plon suchej masy roślin był istotnie wyższy niż przy nawożeniu nawozami jednoskładnikowymi. Wzrastające dawki azotu stosowane pod drugi i trzeci odrost również zwiększały plonowanie roślin łąkowych. Ruń nawożona nawozami jednoskładnikowymi zawierała istotnie więcej białka ogólnego i mniej włókna surowego niż nawożona polifoską. Najwięcej włókna surowego kumulowały rośliny nawożone polifoską w połączeniu z najniższą dawką azotu. Zastosowane w doświadczeniu czynniki nie miały istotnego wpływu na zawartość węglowodanów rozpuszczalnych w runi łąkowej.

słowa kluczowe – key words:

run łąkowa – meadow sward, dawka azotu – nitrogen dose, pokos – cut, nawóz mineralny – mineral fertilizer, skład botaniczny – botanical composition, białko ogólne – total protein, włókno surowe – raw fibre, węglowodany rozpuszczalne – soluble carbohydrates

WSTĘP

Jednym z podstawowych zabiegów oddziałujących na skład botaniczny runi z łąki trwałej jest nawożenie mineralne. Wpływa ono na wysokość i jakość plonów z tych użytków. Dotychczas intensyfikacja produkcji roślinnej w poważnej mierze

następowała poprzez zwiększenie dawki nawozów mineralnych – azotowych, fosforowych i potasowych. Ze składników pokarmowych azot najsilniej oddziałuje na skład botaniczny runi (14, 21, 27). Jest on najbardziej plonotwórczym składnikiem pokarmowym dostarczonym w nawozach (6, 28). Skutkiem wysokiego nawożenia na trwałych użytkach zielonych jest jednak często pogorszenie się składu chemicznego paszy, rozluźnienie darni i opuszczenie tych siedlisk przez niektóre gatunki zwierząt (4). W związku z tym obecnie zaczyna się obniżać dawki nawozów stosowanych na użytkach zielonych. Zmniejszenie nawożenia ma się przyczynić do utrzymania równowagi ekologicznej poprzez zwiększenie bioróżnorodności naturalnych łąk i pastwisk (18). Istnieje więc konieczność szukania nowych technologii nawożenia ograniczających m.in. skażenie środowiska. Pozwalają one jednocześnie na zwiększenie możliwości łączenia stosowanych składników oraz lepsze wykorzystanie azotu.

Celem pracy była próba określenia zasad racjonalnego nawożenia użytków zielonych poprzez stosowanie różnych form nawozów mineralnych i zróżnicowanych dawek azotu. Efekt działania zastosowanego nawożenia oceniano na podstawie plonu suchej masy roślin oraz zawartości w materiale roślinnym białka ogólnego, włókna surowego i węglowodanów rozpuszczalnych.

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe prowadzono w latach 1999–2001 na łące trwałej. Obiekt doświadczalny położony był na glebie gruntowo-glejowej właściwej wytworzonej z piasku słabo gliniastego na glinie średniej pylastej. Gleba ta charakteryzowała się dość wysoką zawartością N-ogólnego (0,45%), średnią zawartością magnezu (5,1 mg Mg w 100 g gleby), bardzo niską fosforu (3,4 mg P₂O₅ w 100 g gleby) i potasu (3,0 mg K₂O w 100 g gleby) oraz zasadowym odczynem (pH w 1n KCl = 7,15).

Doświadczenie założono wiosną 1999 roku w czterech powtórzeniach w układzie split-plot na poletkach o powierzchni 9 m².

Uwzględniono następujące czynniki badawcze:

- rodzaj nawozu mineralnego stosowanego pod pierwszy pokos :
 - Polifoska 15 – P
 - mieszanina nawozów jednoskładnikowych (saletra amonowa + 60% sól potasowa + superfosfat potrójny) – M
- dawka azotu stosowanego pod drugi i trzeci pokos:
N₁ – 27,6 kg·ha⁻¹; N₂ – 41,4 kg·ha⁻¹; N₃ – 55,2 kg·ha⁻¹

W nawozach stosowanych pod pierwszy pokos dostarczano roślinom 60 kg N·ha⁻¹, 60 kg K·ha⁻¹, 60 kg P·ha⁻¹. Drugi i trzeci odrost nawożono wyłącznie azotem w formie saletry amonowej. Roczna dawka azotu wynosiła: 115,2 kg·ha⁻¹; 142,8 kg·ha⁻¹ i 170,4 kg·ha⁻¹.

W każdym sezonie zbierano trzy pokosy. Bezpośrednio po skoszeniu ważono zielonkę z każdego poletka i pobierano próby po 0,5 kg zielonej masy do określe-

nia współczynnika podsuszenia oraz do wykonania analiz chemicznych. Ponadto z pierwszego pokosu pobierano 1 kg próby zielonki do wykonania analizy botaniczno-wagowej. Oznaczenia zawartości azotu ogólnego, włókna surowego i węglowodanów rozpuszczalnych w materiale roślinnym wykonano metodą bliskiej podcierwieni na aparacie InfrAlizer 450.

Uzyskane wyniki poddano ocenie statystycznej wykorzystując analizę wariancji dla doświadczeń trójczynnikiowych (trzeci czynnik – pokos) wielokrotnych w układzie split-split-plot. W doświadczeniu zastosowano modele matematyczne zaproponowane do tego typu doświadczeń przez Trętowskiego i Wójcika (26). Istotność różnic pomiędzy średnimi charakteryzującymi badane czynniki oszacowano za pomocą testu Tukeya na poziomie istotności $\alpha \leq 0,05$.

W okresie prowadzenia badań warunki pogodowe były zróżnicowane (tab. 1). Okres wegetacyjny 1999 roku generalnie charakteryzował się wyższymi w porównaniu z wieloleciem temperaturami powietrza (średnio o 2°C), jak również znacznie wyższą sumą opadów (o 87,3 mm). Jednakże rozkład opadów w miesiącach IV–IX był bardzo nierównomierny. Podobny układ warunków meteorologicznych w stosunku do średnich z wielolecia zanotowano w 2000 r. W kolejnym zaś roku badawczym 2001 średnie temperatury powietrza w okresie wegetacyjnym były takie same jak średnie z wielolecia, a sumy opadów z tego okresu były wyższe tylko o 46 mm w stosunku do sum z wielolecia. Należy jednak zaznaczyć, że w 2000 roku

Tabela 1

Warunki meteorologiczne w latach 1999–2001 wg stacji meteorologicznej w Siedlcach
Meteorological data in 1999–2001 in Siedlce

Rok Year	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Okres wegetacyjny Growing season (IV–IX)
Średnie miesięczne temperatury powietrza (°C) Mean monthly air temperature (°C)							
1999	9,9	12,9	20,5	21,8	18,7	16,1	16,7
2000	12,9	16,4	19,5	19,0	19,1	11,8	16,3
2001	8,7	15,5	17,1	23,8	20,6	12,1	14,7

Średnia z wielolecia Mean of many years (1987–1999)							
	7,8	12,5	17,2	19,2	18,5	13,1	14,7
Sumy miesięcznych opadów (mm) Monthly precipitation sums (mm)							
1999	87,5	26,4	121,7	21,9	77,4	27,8	362,5
2000	47,5	24,6	17,0	155,9	43,6	61,1	349,7
2001	69,8	28,0	36,0	55,4	24,0	108,0	321,2

Średnia z wielolecia Mean of many years (1987–1999)							
	38,6	44,1	52,4	49,8	43,0	47,3	275,2

rozkład opadów był wyjątkowo niekorzystny dla wzrostu i rozwoju roślin łąkowych, największy niedostatek wody przy dość wysokich temperaturach powietrza zanotowano w maju i czerwcu. Z kolei w lipcu 2000 roku opady trzykrotnie przewyższyły średnią z wielolecia i stanowiły 44,5% sumy opadów w całym sezonie wegetacyjnym. Najmniej opadów w badanym trzyleciu zanotowano w 2001 roku – w maju, czerwcu i sierpniu opady były znacznie niższe od średniej z wielolecia, a temperatury powietrza przewyższały tę średnią w maju i sierpniu.

WYNIKI I DYSKUSJA

Analiza botaniczno-wagowa pierwszego pokosu w 1999 roku wykazała, że udział traw na obiektach nawożonych polifoską wynosił średnio 68,6%, a na nawożonych nawozami jednoskładnikowymi 56% (tab. 2). Pozostałą część zbiorowiska (31,4% i 44,0%) stanowiły rośliny motylkowate oraz zioła i chwasty, przy czym udział tych drugich kształtował się na poziomie 27,4% przy nawożeniu polifoską oraz 41,7% na obiektach nawożonych nawozami jednoskładnikowymi. Szczegółowa analiza

Tabela 2

Skład florystyczny runi łąkowej pierwszego pokosu w 1999 i 2001 roku w zależności od rodzaju nawozu i dawki azotu (%)
Botanical composition of the meadow sward from the first moving in 1999 and 2001 depending on fertilizer type and nitrogen dose (%)

Gatunek i grupa roślin Species and group of plants	1999		2001					
	Rodzaj nawozu Fertilizer type		Rodzaj nawozu Fertilizer type					
	P	M	P			M		
			dawka azotu; nitrogen dose					
		N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃	
<i>Dactylis glomerata</i>	4,3	3,0	13,3	15,8	17,2	8,1	10,2	11,9
<i>Poa pratensis</i>	3,7	4,7	10,2	9,4	13,3	10,9	14,1	10,1
<i>Festuca pratensis</i>	5,3	5,0	13,3	11,7	14,2	17,3	16,7	20,2
<i>Holcus lanatus</i>	33,0	31,7	13,1	12,2	5,9	10,9	10,3	10,3
<i>Arrhenatherum elatius</i>	9,0	4,3	13,9	15,2	15,4	7,3	8,0	8,8
<i>Alopecurus pratensis</i>	3,3	1,3	4,3	4,8	5,1	4,2	4,9	7,1
<i>Phalaris arundinacea</i>	4,3	0,0	5,2	4,8	4,2	0,0	0,0	0,0
Inne trawy Other grasses	5,7	6,0	6,5	6,0	8,0	10,0	11,0	11,2
Motylkowate Legumes	4,0	2,3	7,1	6,8	5,0	6,2	5,0	4,0
Zioła i chwasty Herbs and weeds	27,4	41,7	13,1	13,3	11,7	25,1	19,8	16,4

botaniczno-wagowa runi łąkowej wykazała, że występujące w niej trawy to w większości gatunki o dobrej wartości pastewnej. Wyjątek stanowiła *Holcus lanatus*, której udział w runi był bardzo wysoki (31,7–33,0%). Duże zachwaszczenie roślinami dwuliściennymi i trawą *Holcus lanatus* było spowodowane 20-letnim odłogowaniem badanej łąki.

Zastosowane w kolejnych etapach badań nawożenie znacząco zmieniło skład botaniczny runi. Analiza pierwszego pokosu w trzecim roku badań (2001) wykazała znaczny wzrost procentowego udziału wszystkich wartościowych traw i roślin motylkowatych oraz silną redukcję populacji *Holcus lanatus* oraz grupy ziół i chwastów. Reakcja poszczególnych gatunków i grup roślin na stosowane nawożenie była zróżnicowana. *Dactylis glomerata*, *Arrhenatherum elatius* i rośliny motylkowate lepiej rozwijały się pod wpływem polifoski. Nawóz ten również skuteczniej ograniczał występowanie *Holcus lanatus*. Pozostałe gatunki traw preferowały nawożenie nawozami jednoskładnikowymi. Ponadto udowodniono, że wzrastające dawki azotu niezależnie od rodzaju nawozu powodowały zwiększenie udziału niemal wszystkich gatunków traw wartościowych w badanej runi oraz spadek ilości małowartościowych traw, roślin motylkowatych i chwastów. Uzyskane wyniki znajdują potwierdzenie w wielu pracach z zakresu nawożenia użytków zielonych (7, 9, 10, 27). Zdaniem ich autorów nawożenie azotem runi łąkowej jest głównym czynnikiem poprawiającym jej skład botaniczny.

Podstawowym kryterium służącym do oceny nawożenia runi łąkowej jest plon. Jednakże plonowanie runi łąkowej zależy nie tylko od ilości i formy dostarczanych jej składników w nawozach, ale również od czynników abiotycznych, do których należy temperatura powietrza, opady atmosferyczne i naturalna żyzność gleb (12, 23).

W trzyletnim okresie badań plon suchej masy runi łąkowej kształtował się w zależności od zastosowanych w doświadczeniu czynników (rodzaju nawozu i dawki azotu) w granicach 6,2–8,7 t·ha⁻¹ (tab. 3). W warunkach nawożenia pierwszego pokosu polifoską plon ten w każdym roku był istotnie wyższy niż przy nawożeniu nawozami jednoskładnikowymi. Uzyskane w pracy wyniki wskazują również, że niezależnie od rodzaju nawozu wzrastające dawki azotu stosowanego pod drugi i trzeci pokos zwiększały istotnie statystycznie plonowanie roślin łąkowych.

Najniższy plon suchej masy roślin w poszczególnych latach badań uzyskano w 2000 roku (średnio 6,9 t·ha⁻¹). Istotnie wyższe plonowanie runi w pierwszym roku w porównaniu z rokiem drugim mogło być spowodowane dużym udziałem w zbiorowisku (1999) ziół i chwastów grubołądogowych, które produkują dużo biomasy. Przyczyną spadku plonów w 2000 roku mógł być także wyjątkowo nierównomierny rozkład opadów atmosferycznych w okresie wegetacyjnym.

Analiza poszczególnych pokosów wykazała, że istotnie wyższe plony suchej masy uzyskano w obiektach z nawożeniem polifoską. Ponadto udowodniono, że wzrastające dawki azotu istotnie zwiększały plon roślin i to niezależnie od rodzaju nawozu (tab. 4). Z interakcji lat badań i pokosów wynika, że najwyższy plon z pierwszego pokosu uzyskano w trzecim roku badań. Z kolei w tym samym roku

Tabela 3

Plon suchej masy runi łąkowej w poszczególnych latach ($t \cdot ha^{-1}$) w zależności od rodzaju nawozu i dawki azotu (suma z trzech pokosów)
Yield of dry mater of the meadow sward in individual years ($t \cdot ha^{-1}$) depending on fertilizer type and nitrogen dose (sum from three cuts)

Dawka azotu Nitrogen dose	Rodzaj nawozu Fertilizer type	Rok Year			Średnia Mean
		1999	2000	2001	
N ₁	P	6,8	6,5	7,8	7,0
	M	7,0	6,2	6,6	6,6
	średnia; mean	6,9	6,4	7,2	6,8
N ₂	P	7,1	7,1	8,4	7,5
	M	7,4	6,9	7,7	7,3
	średnia; mean	7,3	7,0	8,1	7,4
N ₃	P	7,3	7,4	8,7	7,8
	M	7,7	7,4	8,6	7,9
	średnia; mean	7,5	7,4	8,7	7,9
Średnia; Mean	P	7,1	7,0	8,3	7,5
	M	7,4	6,8	7,6	7,3
Średnia; Mean		7,2	6,9	8,0	7,4

NIR; LSD ($p \leq 0,05$) dla: for:
rodzaju nawozu; fertilizer type (A) – 0,08; dawki azotu; nitrogen dose (B) – 0,11; lat; year (C) – 0,29
współdziałania; interaction (A × B) – 0,11; (A × C) – 0,05; (B × C) – 0,06; (A × B × C) – 0,26

(2001) plon z drugiego pokosu był najmniejszy w badanym trzyleciu. Taki układ może być wynikiem mniejszej w porównaniu z latami ubiegłymi ilości opadów w okresie wzrostu tego pokosu (suma opadów z czerwca i lipca). Najbardziej wyrównanym plonowaniem w kolejnych latach badań charakteryzował się pokos trzeci.

Kolejnym elementem plonowania runi użytków zielonych jest jego rozkład w pokosach. W prowadzonych badaniach wielkość uzyskanych plonów z poszczególnych odrostów wskazuje na dominację pokosu pierwszego. Biorąc pod uwagę średnią z trzech lat można stwierdzić, że plon z pokosu pierwszego był o 46% wyższy niż z drugiego i ponad dwukrotnie przewyższał pokos trzeci. Spadek plonu w miesiącach letnich, w których następuje wzrost roślin pokosu drugiego i trzeciego, jest uzasadniony, bowiem istnieje ujemna zależność plonu roślin łąkowych od sumy dobowych temperatur powietrza (5, 12, 19).

Zawartość białka ogólnego w suchej masie runi łąkowej wahała się od 115 do 193 $g \cdot kg^{-1}$ (tab. 5). Zastosowane w doświadczeniu kombinacje nawozowe nie zawsze wpływały istotnie na ilość tego składnika w roślinach. W warunkach nawożenia nawozami jednoskładnikowymi koncentracja białka w roślinach kształtowała się średnio na poziomie 172 $g \cdot kg^{-1}$ s.m. i była istotnie wyższa w porównaniu z jego zawartością w roślinach nawożonych polifoską. Podobne zależności udowodniono

Tabela 4

Plon suchej masy runi łąkowej w poszczególnych latach i pokosach (t·ha⁻¹) w zależności od rodzaju nawozu i dawki azotu
Yield of dry mater of the meadow sward in particular years and cuts (t·ha⁻¹) depending on fertilizer type and nitrogen dose

Rok Year	Rodzaj nawozu Fertilizer type	Pokos; Cut									
		I			II			III			
		Dawka azotu Nitrogen dose			Dawka azotu Nitrogen dose			Dawka azotu Nitrogen dose			
	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃	średnia mean	
1999	P	3,2	2,5	2,7	2,7	2,7	2,7	1,2	1,3	1,4	1,3
	M	3,6	2,1	2,4	2,6	2,6	2,6	1,3	1,4	1,5	1,4
	średnia; mean	3,4	2,3	2,6	2,7	2,7	2,7	1,3	1,4	1,5	1,4
2000	P	3,0	2,2	2,5	2,6	2,6	2,6	1,4	1,6	1,8	1,6
	M	3,0	2,2	2,5	2,7	2,7	2,7	1,2	1,4	1,6	1,4
	średnia; mean	3,0	2,2	2,5	2,7	2,7	2,7	1,3	1,5	1,7	1,5
2001	P	4,3	2,2	2,4	2,4	2,4	2,4	1,6	1,8	1,9	1,8
	M	3,8	2,0	2,2	2,4	2,4	2,4	1,4	1,5	1,9	1,6
	średnia; mean	4,1	2,1	2,3	2,4	2,4	2,4	1,3	1,4	1,5	1,4
	P	3,5	2,3	2,5	2,6	2,6	2,6	1,4	1,6	1,7	1,6
	M	3,5	2,1	2,4	2,6	2,6	2,6	1,3	1,4	1,7	1,5
	Średnia; Mean	3,5	2,2	2,5	2,6	2,6	2,6	1,4	1,5	1,7	1,5

NIR; LSD (p≤0,05) dla: for:
pokosu, cut – 0,82
współdziałania – interaction:
lata × pokos, years × cut – 0,12; rodzaj nawozu × pokos, fertilizer type × pokos, nitrogen dose × cut – 0,08
rodzaj nawozu × dawka azotu × pokos, fertilizer type × nitrogen dose × cut – 0,08; rodzaj nawozu × lata × pokos, fertilizer type × years × cut – 0,15
dawka azotu × lata × pokos, nitrogen dose × years × cut – 0,18; rodzaj nawozu × dawka azotu × lata × pokos, fertilizer type × nitrogen dose × years × cut – 0,18

Tabela 5

Zawartość białka ogólnego w runi łąkowej w poszczególnych latach i pokosach ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) w zależności od rodzaju nawozu i dawki azotu
 Content of total protein in meadow sward in particular years and cuts ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ DM) depending on fertilizer type and nitrogen dose

Rok Year	Rodzaj nawozu Fertilizer type	Pokos; Cut											
		I			II			III			Średnia Mean		
		Dawka azotu Nitrogen dose			Dawka azotu Nitrogen dose			Dawka azotu Nitrogen dose			średnia mean		
		N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃
1999	P	162	155	170	130	152	127	151	134	137	146	161	132
	M	172	162	181	193	179	151	145	142	146	163	157	168
	średnia; mean	167	159	176	162	165	139	148	138	142	155	159	161
2000	P	156	133	115	133	127	185	190	188	188	157	166	168
	M	154	141	142	148	144	190	168	188	182	162	154	177
	średnia; mean	155	137	129	141	135	129	179	188	185	160	175	180
2001	P	148	163	168	178	170	143	157	175	159	163	149	150
	M	150	174	172	184	177	176	178	175	176	174	162	164
	średnia; mean	149	169	170	181	173	161	168	175	168	169	165	178
Średnia Mean	P	155	150	151	147	149	152	166	166	161	155	151	159
	M	159	159	165	175	166	172	164	168	168	166	166	172
Średnia; Mean		157	155	158	161	158	158	165	167	165	161	159	164

NIR; LSD ($p \leq 0,05$) dla: for:
 rodzaju nawozu, fertilizer type (A) – 8,8; dawki azotu, nitrogen dose (B) – r.n.; lat, years (C) – 6,0; pokosu, cut (D) – 5,7
 współdziałania, interaction: (A × B) – 4,7; (A × C) – 2,5; (A × D) – 6,2; (B × C) – 5,4; (B × D) – 5,5; (C × D) – 7,7
 współdziałania, interaction (A × B × C) – 15,0; (A × B × D) – 8,0; (A × C × D) – 16,7; (B × C × D) – 9,8; (A × B × C × D) – 20,5
 r.n. – różnica nieistotna; no significant differences

w poszczególnych latach i pokosach niezależnie od nawożenia azotem, jak również przy określonym poziomie tego nawożenia.

Analiza statystyczna uzyskanych wyników przy porównaniu średnich zawartości białka w zależności od dawki azotu nie wykazała istotnego wpływu tego czynnika na badaną cechę (tab. 5). Powszechnie wiadomo, że nawożenie azotem zwiększa zawartość białka w roślinach, ale jednocześnie zmienia skład botaniczny runi łąkowej. W przeprowadzonych badaniach wykazano, że wraz ze wzrostem dawki azotu znacznie zmniejszył się w runi udział gatunku *Holcus lanatus*, który uchodzi za zasobny w związki azotowe (15). Być może dlatego zawartość białka ogólnego w badanej runi w zależności od zastosowanego nawożenia azotem kształtowała się bardzo różnie. Współdziałanie rodzaju nawozu mineralnego i dawki azotu również nie było jednokierunkowe. Zróżnicowanie zawartości omawianego składnika wystąpiło natomiast między pokosami, chociaż nie zawsze było ono statystycznie udowodnione. Najwięcej białka zawierała run z trzeciego odrostu. Uzyskane wyniki znajdują potwierdzenie w badaniach prowadzonych przez Rogalskiego i in. (25). Zdaniem tych autorów zawartość białka ogólnego wzrasta w kolejnych odrostach. Przyczyny niższej zawartości białka w roślinach z pierwszego odrostu można upatrywać także w gorszym w porównaniu z kolejnymi pokosami ulistnieniu traw (13).

Przeprowadzone badania wykazały, że najwięcej białka ogólnego zawierały rośliny w trzecim roku badań (średnio $169 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.). W pozostałych latach run łąkowa nie różniła się istotnie pod względem koncentracji białka.

O wartości pokarmowej pasz objętościowych decyduje zawartość w nich włókna surowego. Zawartość tego składnika w badanym materiale roślinnym wahała się w granicach $222\text{--}324 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. Przedstawione w tabeli 6 dane wskazują, że nie zawsze pasza uzyskana z obiektu doświadczalnego spełniała normy żywieniowe określone dla przeżuwaczy. Jak podaje Pawlak (24) optymalna ilość włókna w paszach objętościowych przeznaczonych dla wysokowydajnych zwierząt przeżuwających wynosi $200\text{--}250 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. i nie powinna przekraczać $280 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.

W prezentowanym doświadczeniu run łąkowa nawożona polifoską zawierała istotnie więcej włókna surowego. Stosowane dawki azotu również różnicowały w sposób statystycznie udowodniony zawartość tego składnika. Średnie wyniki z trzech lat badań wskazują, że najwięcej włókna ($289 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) zawierały rośliny nawożone polifoską w obiektach z najniższą dawką azotu ($27,6 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Zawartość włókna surowego w badanej runi była również bardzo zróżnicowana w zależności od sezonu wegetacyjnego i pokosu. Najmniej włókna w każdym roku badań kumulowały rośliny w trzecim odroście. Natomiast pokos drugi w porównaniu z pierwszym zawierał istotnie mniej tego składnika tylko w 2001 roku.

Najlepszą paszę pod względem zawartości włókna surowego uzyskano z trzeciego pokosu w drugim roku badań. Ilość tego składnika wynosiła średnio $240 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. Niska zawartość włókna w trzecim odroście jest zazwyczaj spowodowana lepszym w porównaniu z pokosem pierwszym i drugim ulistnieniem traw i mniejszą ilością pędów generatywnych, które zawierają znacznie więcej węglowodanów struktural-

Tabela 6

Zawartość włókna surowego w runi łąkowej w poszczególnych latach i pokosach (g·kg⁻¹ s.m.) w zależności od rodzaju nawozu i dawki azotu
 Content of crude fibre in meadow sward in particular years and cuts (g·kg⁻¹ DM) depending on fertilizer type and nitrogen dose

Rok Year	Rodzaj nawozu Fertilizer type	Pokos; Cut												
		I			II			III			Średnio Mena			
		dawka azotu nitrogen dose			dawka azotu nitrogen dose			dawka azotu nitrogen dose			średnio mean			
		N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃	
1999	P	287	299	269	292	287	296	272	273	280	284	298	271	283
	M	266	272	273	270	272	256	265	275	265	268	264	269	273
	średnio; mean	277	286	271	281	279	276	269	274	273	276	281	270	278
2000	P	271	304	324	293	307	242	250	244	245	275	273	287	269
	M	279	290	286	295	290	222	238	243	234	265	256	262	269
	średnio; mean	275	297	305	294	299	232	244	244	240	270	265	275	269
2001	P	286	298	282	276	285	294	263	286	281	284	296	273	281
	M	303	279	289	275	281	282	269	294	282	284	281	279	285
	średnio; mean	295	289	286	276	283	288	266	290	281	284	288	276	283
Średnia Mean	P	281	300	292	287	293	277	262	268	269	281	289	277	277
	M	283	280	283	280	281	253	257	271	260	272	267	270	275
Średnio; Mean		282	290	287	284	287	265	260	269	265	277	278	273	276

NIR; LSD (p ≤ 0,05) dla: for:
 rodzaju nawozu, fertilizer type (A) – 5,1; dawki azotu, nitrogen dose (B) – 1,7; lat, years (C) – 2,8; pokosu; cut (D) – 5,1
 współdziałania, interaction (A × B) – 3,2; (A × C) – 6,4; (A × D) – 4,1; (B × C) – 2,7; (B × D) – 4,9; (C × D) – 2,9
 współdziałania, interaction (A × B × C) – 10,6; (A × B × D) – 6,5; (A × C × D) – 7,9; (B × C × D) – 6,8; (A × B × C × D) – 21,1

Tabela 7

Zawartość węglowodanów rozpuszczalnych w runi łąkowej w poszczególnych latach i pokosach (g·kg⁻¹ s.m.) w zależności od rodzaju nawozu i dawki azotu

Content of soluble carbohydrates in meadow sward in particular years and cuts (g·kg⁻¹ DM) depending on fertilizer type and nitrogen dose

Rok Year	Rodzaj nawozu Fertilizer type	Pokos; Cut												Średnia Mean	Dawka azotu Nitrogen dose		
		I			II			III			Średnia Mean				N ₁	N ₂	N ₃
		dawka azotu nitrogen dose			dawka azotu nitrogen dose			dawka azotu nitrogen dose			średnia mean						
		N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃		N ₁	N ₂	N ₃
1999	P	70,9	48,7	68,7	53,0	56,8	45,7	40,1	39,9	41,9	52,4	47,2	54,4	46,5			
	M	65,8	44,8	43,2	51,9	46,6	41,1	41,8	39,7	40,9	46,9	43,0	42,5	45,8			
	średnia: mean	68,4	46,8	56,0	52,5	51,7	43,4	41,0	39,8	41,4	49,7	45,1	48,5	46,1			
2000	P	63,9	52,0	48,8	51,0	50,6	73,0	73,0	67,0	71,0	61,2	62,5	60,9	59,0			
	M	56,7	55,0	49,4	50,2	51,5	80,0	65,0	70,0	71,7	60,9	67,5	57,2	60,1			
	średnia: mean	60,3	53,5	49,1	50,6	51,1	76,5	69,0	68,5	71,3	61,1	65,0	59,1	59,6			
2001	P	94,7	51,4	73,7	66,8	64,0	66,9	44,0	51,5	54,1	64,1	59,2	58,9	59,2			
	M	102,0	59,9	61,1	56,7	59,2	75,0	57,3	63,7	65,3	68,0	67,5	59,2	60,2			
	średnia: mean	98,4	55,7	67,4	61,8	61,6	71,0	50,7	57,6	59,7	66,1	63,3	59,0	59,7			
Średnia	P	76,5	50,7	63,7	56,9	57,1	61,9	52,4	52,8	55,7	59,3	56,3	58,1	54,9			
Mean	M	74,8	53,2	51,2	52,9	52,5	65,4	54,7	57,8	59,3	58,6	59,3	53,0	55,4			
Średnia; Mean		75,7	52,0	57,5	54,9	54,8	63,6	53,5	55,3	57,5	58,9	57,8	55,5	55,1			

NIR LSD p≤0,05 dla: for:
rodzaju nawozu, fertilizer type (A) – r.n.; dawki azotu, nitrogen dose (B) – r.n.; lat, years (C) – 7,4; pokosu, cut (D) – 4,9
współdziałania, interaction: (A × B) – 2,2; (A × C) – 2,5; (A × D) – 2,4; (B × C) – 4,3; (B × D) – 4,2; (C × D) – 7,3
współdziałania, interaction: (A × B × C) – 5,9; (A × B × D) – 5,3; (A × C × D) – 4,4; (B × C × D) – 6,6; (A × B × C × D) – 11,1
r.n. – różnica nieistotna; no significant differences

nych i ligniny niż liście (16, 20). Należy także podkreślić, że największą zawartością włókna charakteryzowała się ruń w 2001 roku (średnio 281 g·kg⁻¹ s.m.). Przyczyną tego mogła być mniejsza w porównaniu z latami poprzednimi ilość opadów atmosferycznych w tym sezonie przy jednocześnie wyższych temperaturach powietrza w lipcu i sierpniu. Panujące w czasie wzrostu trzeciego odrostu warunki atmosferyczne mogły spowodować większe nagromadzenie włókna w roślinach.

Ocena zawartości węglowodanów rozpuszczalnych w paszy jest nieodłącznym elementem badań łąkarskich (11). Zastosowane w doświadczeniu czynniki nie miały istotnego wpływu na średnie z lat badań zawartości węglowodanów w testowanej paszy (tab. 7). Jednakże szczegółowa analiza uzyskanych wyników w poszczególnych latach i pokosach pozwala zauważyć, że zastosowane nawożenie różnicuje zawartość węglowodanów w roślinach. W 1999 roku istotnie więcej rozpuszczalnych węglowodanów oznaczono w runi nawożonej polifoską, a w 2001 roku wyższą zawartością tych związków (o 3,9 g) charakteryzowała się ruń nawożona nawozami jednoskładnikowymi. Niemniej jednak tylko w nielicznych przypadkach udowodniono istotny wpływ rodzaju nawozu i dawki azotu na zawartość węglowodanów w poszczególnych pokosach. W pokosie drugim ruń nawożona polifoską zawierała istotnie więcej węglowodanów niż nawożona nawozami jednoskładnikowymi. Natomiast w pokosie trzecim relacje te były odwrotne. Współdziałanie dawek azotu i lat również nie było jednokierunkowe. Nie potwierdziły się w prowadzonych badaniach wcześniejsze opinie (1, 2, 19), że wzrastające nawożenie azotem powoduje istotny spadek zawartości cukrów rozpuszczalnych. Wyraźne zmniejszenie poziomu węglowodanów rozpuszczalnych w suchej masie badanej runi w okresie letnim i późnoletnim (II i III pokos) można wytłumaczyć dużym zużyciem tych związków we wzmożonym w warunkach wysokich temperatur powietrza procesie oddychania (3, 22). Podobne sezonowe zmiany w zawartości węglowodanów u traw odnotowali autorzy innych prac (2, 8, 17). Ponadto uzyskane w pracy dane wskazują, że ruń w drugim i trzecim roku badań była bardziej zasobna w cukry niż w roku pierwszym. Prawdopodobnie było to wynikiem zmian w składzie botanicznym runi.

WNIOSKI

1. Stosowane w doświadczeniu nawożenie pierwszego pokosu różnicowało plon suchej masy runi łąki trwałej. Wyższy plon uzyskano po nawożeniu Polifoską 15.
2. Niezależnie od nawożenia pierwszego pokosu plon suchej masy roślin zwiększał się w miarę wzrostu dawki azotu stosowanej na drugi i trzeci odrost.
3. Więcej białka ogólnego i mniej włókna surowego zawierała ruń nawożona nawozami jednoskładnikowymi. Rodzaj stosowanego nawozu nie miał wpływu na zawartość rozpuszczalnych węglowodanów w roślinach.
4. Wzrastające nawożenie azotem runi łąkowej nie zawsze zwiększało ilość białka ogólnego i zmniejszało poziom rozpuszczalnych węglowodanów w roślinach, dlatego średnia zawartość tych związków w zależności od dawki azotu nie różniła się istotnie. Natomiast zawartość włókna surowego w suchej masie roślin istotnie spadała w miarę wzrostu dawki azotu.

LITERATURA

1. Ceglarek F., Ciepela G.A., Jankowski K.: Zawartość węglowodanów rozpuszczalnych i azotu azotanowego w stokłosie obiedkowatej jej mieszkach z koniczyną czerwoną w warunkach różnego nawożenia azotowego. Zesz. Nauk. WSR-P, Siedlce, Rolnictwo, 1995, **37**: 171-177.
2. Ciepela G.A.: Reakcja wybranych gatunków traw na nawożenie azotem stosowanym w roztworze mocznika i w saetrze amonowej. Rozprawa naukowa nr 76, Wyd. AP, Siedlce, 2004.
3. Deinum B., Simba L.: Nitrate content of herbage in relation to nitrogen fertilization and management. Intern. Symp. EGF on „The role of nitrogen in intensive grassland production”, 1980, 95-101.
4. Doboszyński L.: Synteza wieloletnich badań krajowych nad optymalizacją nawożenia mineralnego i organicznego użytków zielonych w różnych warunkach siedliskowych. Kierunki rozwoju łąkarstwa na tle aktualnego poziomu wiedzy w najważniejszych jego działach. Mat. Ogólnopolskiej Konf. Łąk. „Kierunki rozwoju łąkarstwa na tle aktualnego poziomu wiedzy w najważniejszych jego działach”, SGGW, Warszawa 27-28 września, 1994, 25-35.
5. Falkowski M., Kukułka I., Kozłowski S.: Właściwości biologiczne roślin łąkowych. Wyd. AR Poznań, 1994, 25-41.
6. Gąsior J., Kaniuczak J.: Wpływ nawożenia mineralnego na plon i zawartość różnych frakcji azotu w sianie łąki górskiej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1996, **440**: 101-107.
7. Jankowski K., Ciepela G.A.: Zmiany w składzie botanicznym runi łąki odłogowanej pod wpływem stosowania nawozów mineralnych i organicznych. Łąkarstwo w Polsce, 2005, **8**: 255-261.
8. Jodełka J., Jankowski K., Ciepela G.A.: Dolistne dokarmienie jako element ekologicznej gospodarki na łące trwałej. Zesz. Nauk. AR Wrocław, 2000, **361**: 205-212.
9. Jodełka J., Jankowski K., Mateńko M., Ciepela G.A.: Przydatność koniczyny łąkowej i lucerny mieszańcowej do uprawy z kupkówką pospolitą. Łąkarstwo w Polsce, 2006, **9**: 79-86.
10. Kiryluk A.: Wpływ nawożenia mineralnego i poziomu wody gruntowej na plonowanie i skład florystyczny łąk murszowiskowych. Pam. Puł., 2001, **125**: 65-73.
11. Klęczek C.: Zawartość węglowodanów rozpuszczalnych w trawach jako cecha ich wartości pokarmowej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1981, **241**: 61-167.
12. Kochanowska R.: Dynamika rozwoju i plonowania oraz skład chemiczny niektórych gatunków traw w zróżnicowanych warunkach siedliskowych. Roczn. Nauk. AR Poznań, Rozprawy Naukowe, 1981, 3-62.
13. Kochanowska-Bukowska Z.: Ocena odmian kupkówki pospolitej na podstawie plonowania i wskaźników ulistnienia roślin. Biul. Oceny Odm., 1991, **23**: 115-126.
14. Kopeć M.: Dynamika plonowania i jakość runi łąki górskiej w okresie trzydziestu lat trwania doświadczenia nawozowego. Zesz. Nauk. AR Kraków, 2000, 267, Rozprawa Naukowa nr 173.
15. Kozłowski S., Goliński P., Swędryński A.: Trawy w barwnej fotografii i zwięzłym opisie ich specyficznych cech. Wyd. Literackie „PARNAS”, 1998, Inowrocław: 40.
16. Kozłowski S., Swędryński A.: Węglowodany strukturalne i ligniny a wartość użytkowa roślin łąkowych. Pam. Puł., 2001, **125**: 139-146.
17. Kozłowski S., Golińska B., Goliński P.: Cukry a wartość użytkowa roślin łąkowej. Pam. Puł., 2001, **125**: 131-138.
18. Krajcovic V., Cunderlik J.: Wpływ nawożenia organicznego na wydajność łąk i pastwisk. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1997, **453**: 231-237.
19. Lemaire G., Salette J.: The effect of temperature and fertilizer nitrogen on the spring growth of tall fescue cocksfoot. Grass Forage Sci., 1982, **37**: 191-198.
20. Krzywiecki S.: Badania nad wartością pokarmową traw w uprawie polowej. Biul. IHAR, 1987, **132**: 23-35.
21. Łekawska J.: Wpływ zróżnicowanych dawek nawożenia azotem na skład gatunkowy runi łąk położonych na różnych glebach torfowo-murszowych. Wiad. IMUZ, 1989, **XVI(2)**: 43-53.
22. Nowacki E.: Genotyp i nawożenie a jakość paszy dla przeżuwaczy. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1981, **241**: 37-53.

23. Ostrowski R., Daczewska M.: Reakcja mieszanki traw z koniczyną białą w użytkowaniu pastwiskowym na niedobory wody i nawadnianie. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1989, **343**: 239-244.
24. Pawlak T.: Wartość żywieniowa pasz z użytków zielonych na podstawie oceny (analiz) jakości substancji organicznej i mineralnej. Mat. KUR PAN, Sekcja Łąkarstwa, 1990, 8-65.
25. Rogalski M., Kryszak J., Grześkowiak W.: Ocena wybranych odmian kupkówki pospolitej i kostrzewy łąkowej pod względem wartości energetycznej. Biul. Oceny Odm., 1991, **23**: 153-160.
26. Trętowski J., Wójcik A.R.: Metodyka doświadczeń rolniczych. Wyd. WSRP, Siedlce, 1991, 331-334.
27. Wasilewski Z., Sutkowska E.: Kształtowanie się składu botanicznego plonów pod wpływem nawożenia w wieloletnim doświadczeniu pastwiskowym. Pam. Puł., 2001, **125**: 75-84.
28. Winnicka J., Bobrecka-Jamro D.: Wpływ różnych dawek azotu na plon i skład florystyczny runi łąkowej przy wieloletnim użytkowaniu kośnym łąki górskiej. Zesz. Nauk. AR Kraków, 1996, 312, Rolnictwo, **3**: 115-119.

THE INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZER TYPE AND NITROGEN DOSE
ON THE YIELDING AND NUTRITIVE VALUE OF SWARD FROM A PERMANENT MEADOW

Summary

The research was carried out over 1999–2001 on a permanent meadow. The aim of this work was to find the principles optimal fertilization of grasslands in applying the various forms of the mineral fertilizers and different doses of nitrogen. The first spring re-growth in every year of investigations was fertilized with NPK fertilizer (Polifoska 15) or the mixture of one-component fertilizers (ammonium nitrate + 60% the potash salt + double superphosphate) applied to the soil (60 kg P and K). The second and third cut were fertilized only with nitrogen at different doses N1 – 27.6; N2 – 41.4; N3 – 55.2 kg·ha⁻¹). The annual dose of nitrogen carried out at: 115.2, 142.8, and 170.4 kg·ha⁻¹. The botanical composition of the sward of first crop in all years of investigations, the yield of dry matter and content of total protein, raw fibre, and soluble carbohydrates were described in the work. The detailed botanical-weight analysis of first crop showed that *Dactylis glomerata*, *Arrhenatherum elatius*, and legumes better developed under the influence of NPK fertilizer. This fertilizer more effectively limited the occurrence of *Holcus lanatus* species from the group of herbs and weeds. The remaining species of grasses preferred fertilization with one-component fertilizer. The annual crop of dry matter for plants was significantly higher in the conditions of fertilization of the first crop with NPK fertilizer, than with one-component fertilizer. The increasing doses of nitrogen applied under second and third re-growth, increased the yield. Sward fertilized with one-component fertilizer, contained significantly more total protein and less raw fibre than fertilized with NPK fertilizer. The highest level of raw fibre, accumulated in plants that were fertilized with NPK fertilizer, which was also associated with the lowest dose of nitrogen. Factors that were applied in the research did not have significant influence on the level of soluble carbohydrates in meadow sward.

Praca wpłynęła do Redakcji 19 XI 2007 r.