Acta Agrophysica, 2003, 1(2), 301-309

WPŁYW NAWOŻENIA MINERALNEGO NA SKŁAD BOTANICZNY I PLONOWANIE MIESZANEK ŁĄKOWYCH W WARUNKACH ŁĘGU ZGRĄDOWIAŁEGO

Bogusław Sawicki

Katedra Łąkarstwa i Kształtowania Zieleni, Akademia Rolnicza
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin

S t r e s z c z e n i e. W pracy przedstawiono wpływ sześciu dawek nawozów mineralnych na plonowanie i skład botaniczny łąki grądowej położonej na Wysoczyźnie Lubartowskiej w dolinie rzeki Kurówka. Łąkę obsiano dwiema mieszankami traw i roślin motylkowatych o różnym procentowym udziale w mieszance nasion tych samych gatunków. Po dziesięciu latach badań stwierdzono, że na łąkach nie powinno się przekraczać dawki N wynoszącej 150 kg · ha^{-1}. W badanych warunkach *Bromus inermis* charakteryzowała się tak dużą siłą konkurencyjną, że zdominowała nawet *Dactylis glomerata*. Stąd należy zwracać uwagę, ażeby nie przekraczać 8% udziału w mieszance *Bromus inermis*, a nawet starać się wysiewać mniej tego gatunku.

S ł o w a k l u c z o w e: łąka, mieszanki, NPK, plony, skład botaniczny

WSTĘP

Po konferencji ONZ, która odbyła się w Rio de Janeiro w roku 1992 zaczęto zwracać uwagę na potrzebę ekologizacji rolnictwa, a w tym szczególnie na zachowanie bioróżnorodności [5]. Franke i Spatz [1] oraz Hadley [3] twierdzą, że obecnie trzeba uczynić wszystko, ażeby osiągnąć większe niż dotychczas zróżnicowanie gatunkowe runi na użytkach zielonych. Należy więc zwiększyć liczbę gatunków wysiewanych w mieszankach i dążyć do zmniejszenia dawek nawozów mineralnych. Ich zdaniem za nadmierne uproszczenie składu florystycznego odpowiedzialne są zbyt wysokie dawki nawozów azotowych, stąd w pierwszym rzędzie należy ograniczyć ten rodzaj nawozów mineralnych. Wielu autorów [2,12,13] przestrzega jednak, ażeby w dążeniu do ekologizacji gospodarowania na użytkach zielonych nie zapomnieć o utrzymaniu takiej wysokości ich plonowania,

która będzie gwarantowała również opłacalność produkcji paszy i w konsekwencji pozwoli rolnikom prowadzić godne życie. W świetle tych oczekiwań ciągle ważną sprawą jest prowadzenie prac badawczych nad wpływem nawożenia mineralnego oraz składu mieszanek na plonowanie i zmiany florystyczne runi.

Celem pracy jest dobór odpowiednich dawek nawozów azotowych oraz gatunków traw i roślin motylkowatych na dobrze plonujące, ale i bogate florystycznie łąki grądowe w warunkach mezoregionu – Wysoczyzna Lubartowska.

MATERIAŁ I METODY

Badania zrealizowano w latach 1986-1995. Doświadczenie założono na łące trwałej położonej w dolinie rzeki Kurówka (prawy dopływ Wisły). Według podziału typologicznego, łąka była łęgiem zgrądowiałym, gdzie poziom wody gruntowej wahał się od 90 cm w miesiącach wiosennych do 138 cm latem i jesienią. Rok 1986 potraktowano jako wstępny do badań zasadniczych, bowiem łąkę zagospodarowano metodą pełnej uprawy i w trzeciej dekadzie sierpnia wysiano dwie mieszanki (Tab. 1).

Doświadczenie założono w czterech powtórzeniach według metody bloków losowych (poletko – 20 m^2). W badaniach uwzględniono 6 poziomów nawożenia (0, PK, PK+N – 150, PK+N – 250, PK+N – 350, PK+N – 450 $kg \cdot ha^{-1}$). Dawka P_2O_5 – 120 $kg \cdot ha^{-1}$ i K_2O – 140 $kg \cdot ha^{-1}$ była stała (wyżej oznaczono ją jako PK). Nawozy fosforowe wysiano wiosną w jednej dawce, a nawozy azotowe pod pierwszy odrost w ilości 40% dawki rocznej i pod dwa następne odrosty po 30% dawki. W okresie

Tabela 1. Skład gatunkowy mieszanek trawiastych (%)
Table 1. Species composition of grass mixtures (%)

Gatunek Species	Odmiana Varieties	Mieszanka - Mixtures	
		x	y
Bromus inermis Leyss.	Brudzyńska	20	10
Dactylis glomerata L.	Bema	8	20
Festuca rubra L.	Nakielska	-	5
Festuca pratensis Huds.	Skra	20	10
Festuca arundinacea Schreb.	Rachela	-	15
Lolium perenne L.	Argona	5	-
Phleum pratense L.	Skala	10	20
Poa pratensis L.	Skrzeszowicka	17	20
Lotus corniculatus L.	Skrzeszowicka	10	-
Trifolium pratense L.	Astra	10	-

badawczym stosowano następujące nawozy: N – saletra amonowa 34%, P – superfosfat pojedynczy granulowany 19%, K – sól potasowa 56%. W latach 1987-1995 na łące zbierano trzy pokosy: na przełomie maja i czerwca (I), w ostatniej dekadzie sierpnia (II) i w pierwszej dekadzie października (III). Ruń koszono kosiarką czołową MF-70, wykaszając na każdym poletku 7 m^2 powierzchni. Plony z poletek były ważone, następnie z wszystkich 4 powtórzeń pobierano jedną próbkę zielonej masy, która służyła do określania plonu siana i badań botaniczno-wagowych. Plon suchej masy określono susząc próbkę w 105°C do osiągnięcia stałej masy. Badana gleba leży na czarnej ziemi wytworzonej z piasków o pH_{H_2O} 6,8-7,2 oraz średnio zasobnej w składniki pokarmowe (P – 14,2; K – 13,6; Mg – 5,4 mg w 100 g gleby) i w substancję organiczną (3,2%). Obszar ten graniczy z obrzeżem Wyżyny Lubelskiej odznaczającej się specyfiką warunków klimatycznych. Występuje tu bowiem silniejszy wpływ klimatu kontynentalnego niż w innych częściach kraju. Ogólną charakterystykę podstawowych czynników atmosferycznych zawarto w Tabeli 2.

Celem kompleksowej oceny temperatury i opadów, wprowadzono współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa (K), który wyliczono tylko dla współczesnego okresu, zwykle największego niedoboru opadów i zbyt wysokich temperatur, czyli dla lipca i sierpnia. Zastosowano tu następujący wzór:

$$K = \frac{P}{0{,}1\Sigma t}, \tag{1}$$

gdzie: P – suma opadów, Σt – suma temperatur dobowych z badanych dwóch miesięcy.

W niniejszym opracowaniu wprowadzono również wskaźnik wierności plonowania (WP), dobrze charakteryzujący tę cechę w przypadku trwałych użytków zielonych. Wartość, wyrażonego w procentach wskaźnika wyznacza stosunek plonu ocenianego roku (a) do średniego plonu z trzech pierwszych lat po obsiewie łąk mieszankami (b):

$$WP = \frac{a}{b} 100\%, \tag{2}$$

Takiemu podejściu do zagadnienia przyświecał fakt, że w pierwszym roku plony są zwykle albo nader wysokie, albo zbyt niskie i mogą być podstawa do wyliczenia wierności plonowania tylko dla upraw 2-4-letnich. Do obliczeń statystycznych wyników badań zastosowano wieloczynnikową analizę wariancji, wielokrotne przedziały ufności Tukey'a oraz korelacje.

Tabela 2. Temperatura powietrza (°C) i opady atmosferyczne (mm) wg stacji meteorologicznej w Puławach
Table 2. Air temperature (°C) and precipitations (mm) according to meteorological station in Puławy

Lata Years	Temperatura powietrza Air temperature		Opady atmosferyczne Precipitation		Współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa Sielianinov hydrothermal coefficient
	Średnie roczne Annual means (I – XII)	Średnie Means (IV – IX)	Sumy roczne Annual sums (I – XII)	Sumy Total (IV – IX)	
1987	6,7	13,9	528	271	1,02
1988	8,3	15,1	576	340	1,24
1989	9,7	15,2	514	363	1,32
1990	9,4	14,4	597	444	1,66
1991	8,3	14,7	423	273	1,00
1992	9,0	15,7	574	310	0,28
1993	8,7	14,9	421	249	0,94
1994	9,2	15,9	675	391	0,81
1995	7,8	14,7	528	394	1,18
1987-1995	8,6	14,9	537	337	1,05
1931-1990	7,8	14,7	562	367	1,39
Wsp. korelacji z plonami* Correlation coefficient with crops*	-0,0613	0,6734	0,0726	0,4186**	0,8765**

*między średnimi plonami a czynnikami meteorologicznymi, **istotność na poziomie p=0,05
*between mean yields in years and meteorological factors, **significance at level p=0.05

WYNIKI I DYSKUSJA

Porównując średnie roczne plony siana łąkowego z poszczególnych lat z danymi meteorologicznymi nie wykazano ich istotnej zależności od średnich temperatur, natomiast udowodniono istotną korelację z sumami opadów w okresach wegetacyjnych (0,4186). Szczególnie wysoki współczynnik korelacji wyliczono między plonami a wartościami współczynnika hydrotermicznego Sielianinowa (0,8765), który łączy w sobie temperatury powietrza i opady z okresu letniego (Tab. 2, 3).

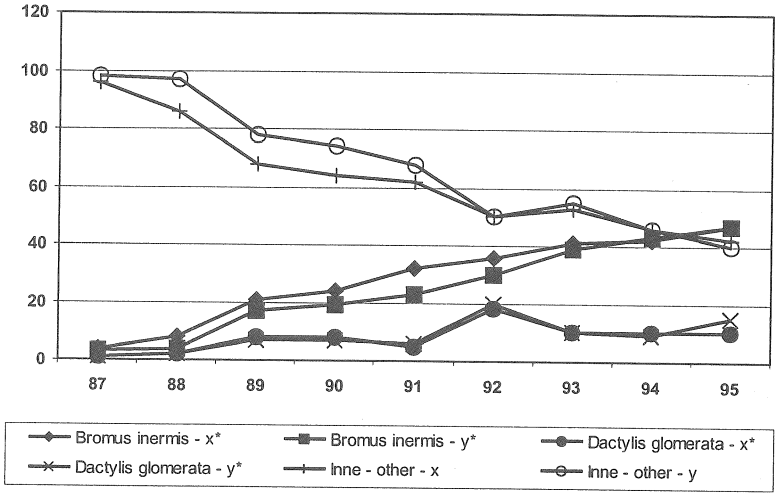
Najwyższe średnie plony siana (12,13 $t \cdot ha^{-1}$) zebrano w roku 1990, kiedy odnotowano najwyższe opady (Tab. 3). Najniżej plonowała łąka (6,56 $\cdot$ t ha^{-1}) w roku 1992, w którym hydrotermiczny współczynnik Sielianinowa obniżył się do 0,28 i oznaczał intensywną posuchę. Zaskakujący jest fakt, że w trzecim roku badań (1989), kiedy współczynnik K wynosił 1,32, zebrano średnie plony siana zbliżone do plonów z roku 1993, który charakteryzował się współczynnikiem K równym 0,94. Można to wyjaśnić gwałtownymi zmianami w składzie botanicznym runi łąkowej. W tym czasie obserwowano ekspansję *Bromus inermis* i *Dactylis glomerata* (Rys. 1, 2). Znajduje to potwierdzenie w badaniach innych autorów [4,6,12].

Biorąc pod uwagę średnie plony siana zależne od poziomów nawożenia stwierdzono, że dawka azotu w ilości 250 $kg \cdot ha^{-1}$ przyczyniła się jeszcze do

Tabela 3. Roczne plony siana łąkowego w latach 1987-1995 ($t \cdot ha^{-1}$ s.m.)
Table 3. Annual meadow hay yields in 1987-1995 (t ha^{-1} d.m.)

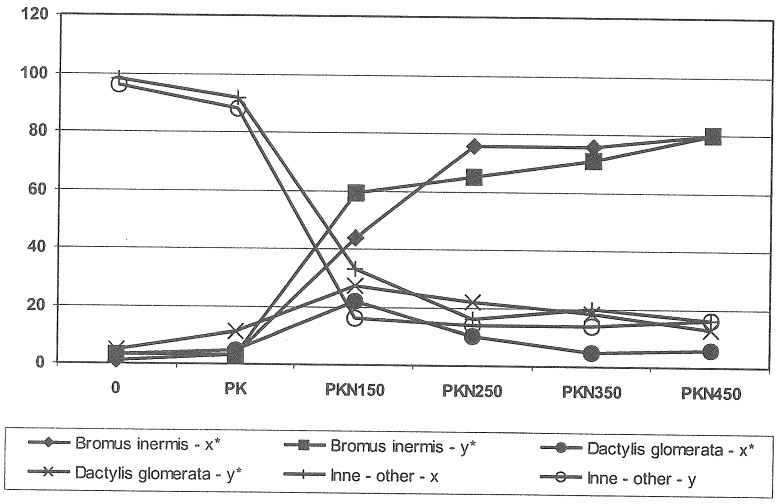
Czynniki badań Study factors		Lata - Years									Średnie Means
		1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	
Poziomy nawożenia ($kg \cdot ha^{-1}$) Fertilization levels (kg ha^{-1})	0	4,47	5,43	3,62	3,95	3,90	2,21	3,25	3,47	3,63	3,76
	PK	5,68	6,07	4,76	5,90	5,50	2,96	6,06	4,67	5,66	5,25
	PK+N150	9,77	12,03	8,41	13,58	9,67	8,00	8,02	7,53	8,06	9,45
	PK+N250	11,13	14,20	9,53	16,09	10,71	8,45	9,65	8,08	9,31	10,79
	PK+N350	12,11	14,74	10,84	16,36	11,29	8,98	10,28	8,34	10,05	11,44
	PK+N450	12,16	15,02	11,32	16,98	11,18	8,77	10,86	8,62	8,87	11,53
Mieszanki Mixtures	X	9,54	11,24	8,08	12,13	8,71	6,56	8,02	6,97	7,60	8,70
	Y	8,90	11,25	7,85	12,07	8,72	6,77	7,96	6,69	7,50	8,63
Średnie Means		9,22	11,25	8,08	12,13	8,71	6,56	8,02	6,79	7,60	8,70
Wskaźnik wierności plonowania Index of yielding fidelity (%)	X	0,98	1,15	0,85	1,25	0,89	0,65	0,83	0,70	0,79	0,90
	Y	0,95	1,21	0,84	1,29	0,93	0,73	0,85	0,72	0,80	0,92

Współczynnik zmienności dla plonów mieszanek w latach (%) X – 22,7; Y – 24,3; NIR: lata – 0,58; poziomy nawożenia – 0,66; mieszanki – 0,71; lata × poziomy nawożenia – 1,54
Variability coefficient for mixture yields in years (%): X – 22.7, Y – 24.3, LSD: years – 0.58; fertilization levels – 0.66, mixtures – 0.71, years × fertilization levels – 1.54



Rys. 1. Średni procentowy udział gatunków traw w runi łąkowej w zależności od mieszanek (x i y) oraz lat badawczych. Skład botaniczny mieszanek nasion x i y podano w Tabeli 1

Fig. 1. Mean percentage of grass species in meadow sward depending on mixtures (x and y) and years of study. Botanical composition of seed mixtures (x and y) was given in Tabele 1



Rys. 2. Średni procentowy udział gatunków traw w runi łąkowej w zależności od mieszanek (x i y) oraz poziomów nawożenia mineralnego (1995 rok). Skład botaniczny mieszanek nasion x i y podano w Tabeli 1.

Fig. 2. Mean percentage of grass species in mead. Botanical composition of seed mixtures (x and y) was given in Table 1.

istotnego wzrostu plonowania łąki, ale produktywność wzrastającej dawki azotu obniżyła się z 28,0 kg suchej masy siana (dawka N 150 kg·ha^{-1}) do 13,4 kg. Należy więc przyjąć dawkę azotu na poziomie 150 kg·ha^{-1} jako najbardziej uzasadnioną ze względów gospodarczych (Tab. 3, 4).

Zbliżone wyniki otrzymał autor tej pracy [7,8] w innych badaniach (duży udział *Arhenatherum elatius* (L.) P.B.) przeprowadzonych w tym samym regionie. W doświadczeniach z rejonu Mazowsza stwierdzono natomiast isotne przyrosty siana łąkowego tylko pod wpływem dawki azotu wynoszącej 150 kg·ha^{-1}, zaś dawka 210 kg·ha^{-1} nie wpłynęła już na istotne przyrosty plonów [9]. Warto podkreślić, że w Holandii zaleca się dawkę N 200 kg·ha^{-1} jako ekonomicznie uzasadnioną [11,13].

Analizując plonowanie łąki obsianej dwiema różnymi mieszankami nie stwierdzono istotnych różnic między nimi. Podobnie nie było widocznych różnic we wskaźniku wierności plonowania wyliczonym dla każdej z mieszanek (Tab. 3). Podobne wyniki otrzymali Szoszkiewicz i in. [10].

Wyniki analiz botanicznych runi łąkowej przedstawiono na Rys. 1 i 2. Wynika z nich, że w drugim roku badań rozpoczęła swoją ekspansję *Bromus inermis* i *Dactylis glomerata*. W trzecim roku badań gwałtownie zmalała w runi ilość takich traw jak *Festuca pratensis*, *Lolium perenne* i *Phleum pratense*. *Festuca rubra* i *Poa pratensis* rozwijały się bardzo dobrze, bowiem po kilku latach praktycznie zdominowały inne gatunki, ale tylko na poletkach bez nawożenia oraz nawożonych fosforem i potasem. Dawka N 150 kg·ha^{-1} skutecznie eliminowała z runi kostrzewę czerwoną (*Festuca*

Tabela 4. Produktywność 1 kg, PK, NPK i N wniesionych z nawozami mineralnymi wyrażone w kg suchej masy (niezależnie od mieszanek) – średnie z lat 1987-1995
Table 4. Productivity of 1 kg, PK, NPK and N introduced with mineral fertilizers expressed in kg d.m. (regardless the mixtures) means for 1987-1995

Poziomy nawożenia (kg·ha^{-1}) Fertilization levels (kg ha^{-1})	Średnie Means PK, NPK	Wahania Range PK, NPK	Średnie dla pełnej dawki N Means for full N rate	Wahania dla pełnej dawki N Range for full N rate	Średnie dla wzrastającej dawki N Means for increasing N rate
PK	5,7	2,9 – 10,8	–	–	–
PK+N150	13,9	4,8 – 18,7	28,0	19,1 – 51,2	28,0
PK+N250	13,8	9,0 – 24,0	22,2	13,6 – 40,8	13,4
PK+N350	12,6	8,0 – 20,5	17,7	10,5 – 29,9	6,5
PK+N450	10,9	9,2 – 18,5	14,0	7,1 – 24,6	0,9

rubra) i w mniejszym stopniu wiechlinę łąkową (*Poa pratensis*). W innych badaniach [4,9,11] powszechnie stwierdza się duży wpływ azotu na siłę konkurencyjną wiechliny łąkowej (*Poa pratensis*). Z niniejszych badań wynika, że w odpowiednich warunkach siedliskowych pod wpływem 150 $kg \cdot ha^{-1}$ azotu stokłosa bezostna (*Bromus inermis*) może zdecydowanie wyprzeć z runi tak agresywny gatunek jak kupkówka pospolita (*Dactylis glomerata*) i to niezależnie od zastosowanych w wysiewanych mieszankach proporcji nasion (Rys. 1, 2, Tab. 1).

WNIOSKI

1. Ze względu na wysokość plonowania łąki, produktywność składników nawozowych oraz z uwagi na uproszczenie składu botanicznego runi jako maksymalną dawkę azotu w warunkach Wysoczyzny Lubartowskiej należy przyjąć 150 $kg \cdot ha^{-1}$.

2. W warunkach wysokiego nawożenia azotem, gatunkami bardzo agresywnymi okazały się *Bromus inermis* i *Dactylis glomerata*. Na poletkach nienawożonych oraz nawożonych fosforem i potasem dominowała *Festuca rubra* i *Poa pratensis*.

3. W badanym siedlisku *Bromus inermis* nawożona azotem odznaczała się tak dużą siłą konkurencyjną, że ilość jej wysiewu w mieszance (20 i 10%) nie wpłynęła na zdolność zdominowania *Dactylis glomerata* i to niezależnie, czy tej ostatniej wysiano w mieszance 8 czy 20%.

PIŚMIENNICTWO

1. **Franke C., Spatz G.:** Floodplain grass meeting the aims of biodiversity and the needs of farmers. Grassland Science in Europe, 6, 137-140, 2001.
2. **Grzegorczyk S.:** Kierunki rozwoju gospodarki łąkowej. Pamiętnik Puławski, 125, 123-128, 2001.
3. **Hadley M.:** Grasslands for sustainable ecosystems. Proc. XVII Int. Grassland Congress, New Zealand, 21-28, 1993.
4. **Kasperczyk M., Filipek J.:** Zmienność plonowania i składu chemicznego runi łąki trwałej oraz mieszanek pochodzących z zasiewu w dwunastoletnim statycznym nawożeniu. Zesz. Nauk AR, Kraków, 37, 187-195, 1993.
5. **Paczuski R.:** Prawo ochrony środowiska. Ofic. Wyd. Branta, Bydgoszcz, 27-40, 2000.
6. **Sawicki B.:** Influence of dactylis glomerata varieties on the botanical composition of a meadow sward in two different habitats. Grassland Science in Europe, 3, 123-126, 2000.
7. **Sawicki B.:** Oddziaływanie nawożenia Cu i Co na ilość i jakość siana z łąki grądowej w kontekście zróznicowanych dawek NPK. Annales UMCS, E, 54, 12, 97-104, 1999.
8. **Sawicki B.:** Zmienność plonowania i składu florystycznego runi łąk w aspekcie wieloletniego systematycznego nawożenia mineralnego. Łąkarstwo w Polsce, 4, 161-169, 2001.
9. **Stypiński P., Janicka M., Rataj D.:** Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotowego na plonowanie wybranych gatunków i odmian traw. Pamiętnik Puławski, 125, 13-20. 2001.

10. **Szoszkiewicz J., Zbierska J., Madziar Z., Biniaś J., Śmiłowski J.:** Produktywność i trwałość wybranych odmian traw pastewnych w warunkach klimatycznych Wielkopolski. Roczniki AR, Poznań, 232, 17-24, 1992.
11. **Taube F., Wulfes R., Kornher A.:** Effect of nitrogen fertilization level and growth period on nitrogen uptake of grass swards. Grassland Science in Europe, 1, 313-316, 1996.
12. **Unvin J., Vellinga T.A.:** Fertilizer recommendation for intensively managed grassland. Proc. 15th Gen. Meeting of the EGF, Wageningen, Netherlands, 590-600, 1994.
13. **Wauters A.P., Vellinga T.V.:** Development of System of Adjusted Nitrogen Supply for grassland. Workshop Proc. 15th Gen. Meeting of EGF, Wageningen, Netherlands, 258-262, 1994.

INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZATION ON BOTANICAL COMPOSITION AND YIELDING OF MEADOW MIXTURES UNDER MARSH CONDITION

Bogusław Sawicki

Department of Grassland and Green Area Management, University of Agriculture
Akademicka str. 15, 20-950 Lublin

S u m m a r y. The influence of six doses of mineral fertilizers on yielding and botanical structure of meadow situated on Wysoczyzna Lubartowska in Kurówka river valley was presented in paper. The meadow was sown with two mixtures consisting of grasses and papilionaceous plants of various compositions. After nine years of study it was found that dose of 150 kg N ha^{-1} *Bromus inermis* was characterized with such great competition force that it dominated even *Dactylis glomerata*. Therefore, one should pay atention not to exceed 8% share of *Bromus inermis* in a mixture and even less.

K e y w o r d s: meadow, mixtures, NPK, yields, botanical composition