

# WPLYW ZRÓŻNICOWANEGO WIELOLETNIEGO NAWOŻENIA MINERALNEGO NA ZBIOROWISKA ŁĄKOWE NA GLEBIE TORFOWO-MURSZOWEJ

Jan KAMIŃSKI

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Zakład Doświadczalny Melioracji i Użytków Zielonych  
w Biebrzy

*Słowa kluczowe: łąka na glebie torfowo-murszowej, nawożenie mineralne, plony, skład botaniczny  
runi, warunki wilgotnościowe i stosunki socjologiczne zbiorowisk*

## Streszczenie

W latach 1994–1997 na podstawie doświadczenia polowego, realizowanego metodą losowanych bloków w sześciu powtórzeniach, przeprowadzono ocenę wpływu wieloletniego nawożenia mineralnego na zbiorowiska łąki trwałej 2-kośnej położonej na posusznej glebie torfowo-murszowej. Oceniano plonowanie, skład florystyczny oraz stosunki socjologiczne z określeniem kierunków rozwoju i warunków wilgotnościowych fitocenoz. W doświadczeniu tym, od 1957 r., stosowano następujące kombinacje nawozowe: 0, K, PK, NPK.

Brak nawożenia powodował bardzo silną degradację łąki, zanikanie darni oraz liczne występowanie mszaków charakterystycznych dla siedlisk suchych, głównie z rodzaju *Brachytecium* i *Ceratodon*. Nawożenie potasem (K) sprzyjało kształtowaniu się zbiorowisk bogatych florystycznie, o złożonej strukturze fitosocjologicznej, z udziałem cennych przyrodniczo gatunków charakterystycznych dla łąk naturalnych i półnaturalnych. Największy wpływ na plony miało nawożenie fosforem i potasem (PK), które decydowało o rozwoju traw wysokich, głównie stokłosa bezostnej (*Bromus inermis* Leyss.) oraz sprzyjało wzbogacaniu zbiorowisk w nitrofilne gatunki zielne. Działanie azotu nawozowego na plony było nieznaczne, nasilało natomiast synantropizację fitocenoz.

Niezależnie od zaznaczonych różnic w składzie florystycznym i strukturze fitosocjologicznej fitocenoz, rodzaj nawożenia nie różnicował wartości liczbowych średnich wskaźników wilgotnościowych, określanych w skali 10-stopniowej, stanowiących podstawę oceny uwilgotnienia siedlisk łąkowych na podstawie występującej flory.

---

Adres do korespondencji: mgr inż. J. Kamiński, Zakład Doświadczalny Melioracji i Użytków Zielonych w Biebrzy, 19-200 Grajewo; tel. +48 (86) 273 40 51

## WSTĘP

Wcześniejsze wyniki badań [OKRUSZKO, 1991; OŚWIT, 1977; 1992; PACOWSKI, 1970; 1977; PACOWSKI, OŚWIT, 1974] wykazują, że szczególne znaczenie w kształtowaniu siedlisk i fitocenoz ma woda. Wpływa ona na najistotniejsze dla roślinności warunki środowiska przyrodniczego, między innymi na procesy mikrobiologiczne [GOTKIEWICZ, 1990; GOTKIEWICZ, KOWALCZYK, 1977] oraz na trofizm i właściwości fizyczne gleb [GOTKIEWICZ, 1987; GOTKIEWICZ, SZUNIEWICZ, 1987a; SZUNIEWICZ, 1977].

Nawożenie mineralne jest jednym z najważniejszych zabiegów pratotechnicznych kształtujących potencjał produkcyjny użytków zielonych [DOBOSZYŃSKI, 1996]. Jego efekty w postaci zwyczajki plonów widoczne są już w pierwszym roku po zastosowaniu. Oddziaływanie nawożenia na skład gatunkowy zbiorowisk jest natomiast znacznie powolniejsze [GOTKIEWICZ, GOTKIEWICZ, 1987; JANKOWSKA-HUFLEJT, NICZYPORUK, 1996; ŁĘKAWSKA, 1977; 1989]. Zmiany składu gatunkowego użytków zielonych są stopniowe z uwagi na powolną sukcesję zbiorowisk roślinnych w wyniku zwiększenia zasobności gleb na skutek stosowanego nawożenia lub też ubożenia gleb ze składników pokarmowych przy niepełnym, a w szczególności całkowitym jego zaniechaniu. Stąd też wpływ nawożenia na skład gatunkowy łąk i kierunki rozwoju fitocenoz należy oceniać na podstawie wyników wieloletnich badań [BARYŁA, 1992; PACOWSKI, 1987].

Celem pracy jest określenie wpływu wieloletniego nawożenia mineralnego na zbiorowiska łąkowe z uwzględnieniem plonowania i struktury plonu, stosunków socjologicznych i warunków wilgotnościowych fitocenoz na posusznej glebie torfowo-murszowej.

## METODY I ZAKRES BADAŃ

Badania przeprowadzono na podstawie pierwszej serii wieloletniego doświadczenia polowego założonego w ZDMUZ Biebrza w 1957 r., na wieloletniej łące trwałej użytkowanej 2-kośnie. Obiektami nawozowymi tej łąki były:

- 0 – bez nawożenia,
- K – 100 kg  $K_2O \cdot ha^{-1}$  (w dwóch dawkach),
- PK – 100 kg  $K_2O \cdot ha^{-1}$ , 50 kg  $P_2O_5 \cdot ha^{-1}$  (potas w dwóch dawkach, fosfor w jednej),
- NPK – 100 kg  $K_2O \cdot ha^{-1}$ , 50 kg  $P_2O_5 \cdot ha^{-1}$ , 60 kg  $N \cdot ha^{-1}$  (azot i potas w dwóch dawkach, fosfor w jednej).

Doświadczenie prowadzono metodą losowanych bloków, w sześciu powtórzeniach.

Szczegółowe informacje dotyczące sposobu założenia doświadczenia, składu mieszanek zastosowanych do obsiewu łąki, jak również wyniki badań uzyskane

w latach wcześniejszych zamieszczone są w pracach GOTKIEWICZA [1987], GOTKIEWICZA, GOTKIEWICZ [1987].

W badaniach oceniano wpływ wieloletniego nawożenia na zbiorowiska roślinne w zakresie:

- a) plonowania łąki (lata 1994–1997),
- b) struktury plonu z podziałem na grupy roślin i ważniejszych gatunków z zastosowaniem metody analizy botaniczno-wagowej (1995–1996),
- c) składu florystycznego zbiorowisk (1996) z zastosowaniem metody fitosocjologicznej Brauna-Blanqueta (na każdym poletku o powierzchni 50 m<sup>2</sup> wykonano jedno zdjęcie fitosocjologiczne). Na podstawie danych fitosocjologicznych określono:
  - stosunki socjologiczne i zróżnicowanie tendencji rozwojowych fitocenoz według zaleceń MATUSZKIEWICZA [1984; 2001],
  - warunki wilgotnościowe i liczbowe parametry średnich wskaźników wilgotnościowych według założeń metody fitoindykacji [OŚWIT, 1992].

Charakterystykę warunków siedliskowych przeprowadzono na podstawie oznaczeń laboratoryjnych, pomiarów i obserwacji terenowych według metod przyjętych w IMUZ Falenty.

### WARUNKI SIEDLISKOWE

Doświadczenie założono na średnio zmurszałej glebie torfowo-murszowej, powstałej na silnie rozłożonym torfie olesowym (MtIcc). Gleba ta jest zaliczana do prognostycznego kompleksu wilgotnościowo-glebowego posusznego (C).

Poziom wody gruntowej w okresie realizacji doświadczenia był na ogół niski – przeciętnie kształtował się w granicach 70–90 cm, czasami spadał poniżej 100 cm (tab. 1). Przy większym obniżaniu się zwierciadła wody gruntowej następowało intensywne przesychnanie wierzchnich warstw gleby. W dłuższych okresach bez-

**Tabela 1.** Średnie miesięczne poziomy wody gruntowej w latach 1990–1996, w cm

**Table 1.** Monthly mean levels of ground water in the years 1990–1996, in cm

Rok Year	Miesiąc Month						Średnio IV–IX Mean IV–IX
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
1990	92	90	103	101	93	85	94
1991	82	75	82	105	99	107	92
1992	87	74	87	108	67	74	83
1993	57	50	64	60	77	75	64
1994	36	51	82	77	57	70	62
1995	86	63	77	83	71	96	79
1996	37	46	87	67	59	88	64

opadowych zawartość wody w glebie zmniejszała się nawet do zawartości wody niedostępnej dla roślin [GOTKIEWICZ, SZUNIEWICZ, 1987b].

Charakterystykę podstawowych właściwości fizyczno-wodnych gleb, z uwzględnieniem przeciętnego stanu stosunków powietrzno-wodnych w warstwie korzeniowej, określonych w latach 1994–1996 na podstawie 12 pomiarów wilgotności chwilowej gleb, przedstawiono w tabeli 2., a podstawowe właściwości chemiczne gleb w tabeli 3.

**Tabela 2.** Podstawowe właściwości fizyczno-wodne oraz średnia wilgotność i zawartość powietrza w warstwie korzeniowej gleby (0–30 cm) w latach 1994–1996

**Table 2.** Basic physical and water properties of soils, mean moisture and air content in the root zone (0–30 cm) measured in the years 1994–1996

Składnik nawozowy Nutrient	Warstwa Layer cm	Gęstość objętościowa Bulk density g·cm <sup>-3</sup>	Popiel- ność □ Ash % asm	Porowatość ogólna Total porosity	Wilgotność Moisture	Zawartość powietrza Air content
				% obj. % vol.		
0	5–10	0,246	12,99	85,2	41,9	43,4
	15–20	0,192	12,78	85,8	57,1	28,7
	25–30	0,179	12,46	87,2	69,3	17,9
Średnio Mean	0–30	0,206	11,12	86,1	56,1	30,0
PK	5–10	0,266	12,72	83,0	60,6	22,4
	15–20	0,228	11,56	86,2	58,3	27,9
	25–30	0,214	12,97	87,4	60,4	27,0
Średnio Mean	0–30	0,236	11,41	85,5	59,8	25,7

**Tabela 3.** Procentowa zawartość fosforu ogólnego, potasu i odczyn gleby (pH) w zależności od składnika nawozowego w 1996 r.

**Table 3.** Phosphorus and potassium content (%) in soil and soil pH in relation to fertilisation in 1996

Nawożenie Fertilization	Zawartość, % Content, %		pH w HCl pH in HCl
	P ogólny Total P	K w wyciągu 0,5n HCl K in the 0.5 N HCl extract	
0	0,170 b	0,036 a	4,1
K	0,146 a	0,097 b	4,4
PK	0,193 c	0,041 a	4,8
NPK	0,195 c	0,040 a	4,7
NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>	0,011	0,008	–

Objaśnienia: a, b, c – średnie w wierszach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie między sobą wg testu Studenta-Neuwmana-Keulsa.

Explanations: mean values marked with the same letter did not differ significantly acc. to Student-Neuwman-Keuls test

## OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

### WPLYW NAWOŻENIA NA PLONOWANIE ŁĄK I STRUKTURĘ PLONU

W czasie trwania doświadczenia stwierdzono statystycznie udowodnione działanie nawożenia potasem oraz potasem i fosforem w każdym roku. Wpływ nawożenia azotem na plony był istotny tylko w latach obfitujących w opady atmosferyczne [GOTKIEWICZ, GOTKIEWICZ, 1987]. Brak działania azotu nawozowego na plony w większości sezonów wynikał z intensywnie zachodzących procesów mineralizacji substancji organicznej gleb. Uwalniane w trakcie rozkładu materii organicznej związki azotowe pokrywały zapotrzebowanie roślin na azot [GOTKIEWICZ, 1987]. Procesom mineralizacji sprzyjały zarówno właściwości utworu glebowego, jak i kształtowane stosunki powietrzno-wodne tych gleb (tab. 2). Wysoka zawartość powietrza w glebie, często powyżej 20% objętości, stwarzała dobre warunki do nityfikacji [GOTKIEWICZ, SZUNIEWICZ, 1987b].

Różnice w plonach wynikające ze sposobu nawożenia były nieco większe w latach 1994–1997 niż w okresie wcześniejszym (tab. 4), co było spowodowane:

- pogłębiającym się deficytem związków fosforowych i potasowych w glebie łąki nienawożonej (obiekt 0) oraz związków fosforowych w kombinacji nawozowej K (tab. 3 i wcześniejsze dane [CHOROMAŃSKA, GOTKIEWICZ, SAPEK, 1987]),
- większą reakcją na nawożenie azotem przy nieco wyższym poziomie wody gruntowej w tym okresie.

**Tabela 4.** Średnie plony siana z wieloletniego doświadczenia polowego

**Table 4.** Mean hay yields in the long-term field experiment

Nawożenie Fertilisation	Plon siana wg GOTKIEWICZA, GOTKIEWICZ [1987] w latach 1960–1982 Yield in the years 1960–1982 after GOTKIEWICZ, GOTKIEWICZ [1987]		Plon siana w latach 1994–1997 Yield in the years 1994–1997	
	t·ha <sup>-1</sup>	plon względny, % relative yield, %	t·ha <sup>-1</sup>	plon względny, % relative yield, %
0	1,6 a	17,0	1,2 a	16,0
K	5,2 b	55,3	3,2 b	42,7
PK	9,4 c	100,0	7,5 c	100,0
NPK	9,9 c	105,3	8,3 c	110,7
NIR <sub>0,05</sub> LSD <sub>0,05</sub>	1,1		1,2	

Objaśnienia: a, b, c – średnie w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie między sobą wg testu Studenta-Neuwmana-Keulsa.

Explanations: mean values marked with the same letter did not differ significantly acc. to Student-Neuwman-Keuls test

Wpływ nawożenia na plony przejawiał się głównie za pośrednictwem ustalonego w okresie wielu lat składu florystycznego i stanu zadarnienia łąki. Brak nawożenia powodował silną degradację runi łąkowej, prowadzącą do zaniku trwałego zadarnienia. Skąpą, fragmentaryczną okrywą roślinną, dającą plony nieprzekraczające  $2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  s.m. stanowiły głównie dwie niskie trawy – kostrzewa czerwona (*Festuca rubra* L.) i wiechlina łąkowa (*Poa pratensis* L.) z udziałem wielu niskich, głównie rozetowych gatunków zielnych, jak: gęsiówka piaskowa (*Cardaminopsis arenosa* (L.) Hayek), brodawnik jesienny (*Leontodon autumnalis* L.), szczaw zwyczajny (*Rumex acetosa* L.), rogownica pospolita (*Cerastium holosteoides* L.) i domieszka turzycowatych (tab. 5). Puste miejsca w większości opanowane zostały przez mchy suchych siedlisk, głównie z rodzaju *Brachytecium* i *Ceratodon*.

**Tabela 5.** Struktura plonu I pokosu według analiz botaniczno-wagowych w %, średnie z lat 1995–1996

**Table 5.** Structure of the yield from the first cut according to botanical-gravimetric analyses, means from the years 1995–1996

Grupa roślin, gatunek Group of plants, species	Struktura plonu w zależności od kombinacji nawozowej Structure of the yield in relation to treatment			
	0	K	PK	NPK
Trawy ogółem Total grasses	68,3	60,7	77,3	89,8
w tym: <i>Poa pratensis</i> L.	26,5	1,5	15,3	15,1
<i>Festuca rubra</i> L.	40,6	11,9	1,0	–
<i>Bromus inermis</i> Leyss.	–	16,1	50,1	64,2
Motylkowate Legumes	–	–	0,8	0,1
Ziola i chwasty Herbs and weeds	27,2	28,8	21,9	10,1
w tym: <i>Rumex acetosa</i> L.	12,1	–	1,5	0,5
<i>Plantago lanceolata</i> L.	–	7,2	1,2	–
<i>Leontodon autumnalis</i> L.	7,4	6,3	2,0	–
<i>Urtica dioica</i> L.	–	–	8,3	9,0
Turzycowate, sitowate Sedges, bulrushes	4,5	10,5	–	–

Nawożenie samym potasem (K) wpływało też na rozluźnienie darni, chociaż w mniejszym stopniu niż na obiekcie kontrolnym (0) oraz na zwiększenie udziału roślinności zielnej. W większych ilościach pojawiły się również turzyce, głównie turzyca prosowata (*Carex panicea* L.).

Na łące nawożonej fosforem i potasem (PK) oraz azotem, fosforem i potasem (NPK), gdzie plony były największe, gatunkiem plonotwórczym była głównie stokłosa bezostna (*Bromus inermis* Leyss.). Jej udział w plonach wynosił najczęściej około 60%, a w niektórych latach zwiększał się nawet do 90% [GOTKIEWICZ,

GOTKIEWICZ, 1987]. Wyjątkowa trwałość i dominujący udział w runi bujnie rozwijającej się stokłosa wynikał zarówno z korzystnego dla tej azotolubnej, głęboko korzeniującej się trawy dość intensywnego odwodnienia gleb i związanych z tym dużą koncentracją azotu uwalnianego w procesach mineralizacji, dostępnością nawozowych związków fosforu i potasu [ŁĘKAWSKA, 1989], jak i sprzyjającego 2-kośnego użytkowania łąki [KAMIŃSKI, 1991].

#### WPŁYW NAWOŻENIA NA STRUKTURĘ ZBIOROWISK ŁĄKOWYCH

Fitosocjologiczna metoda Brauna-Blanqueta, w przeciwieństwie do analiz botaniczno-wagowych, daje podstawę pełnego rozpoznania składu florystycznego i możliwość określenia kierunków rozwoju fitocenozy. Wyniki badań fitosocjologicznych ujawniły dużą różnorodność florystyczną i złożone stosunki socjologiczne zbiorowisk łąkowych. Dominujący udział w budowie zbiorowisk miały gatunki charakterystyczne dla łąk świeżych i zmiennowilgotnych klasy *Molinio-Arrhenatheretea*. Stanowiły one, niezależnie od nawożenia, trzon fitocenozy, podobnie jak na większości łąk na zmeliorowanych torfowiskach [KAMIŃSKI, 2000; PACOWSKI, 1970; 1987; PACOWSKI, OŚWIT, 1974]. Nawożenie modyfikowało strukturę zbiorowisk, głównie w zakresie pojawiania się gatunków charakterystycznych dla pozostałych kilku wyższych jednostek systemu Brauna-Blanqueta [MATUSZKIEWICZ, 1984; 2001].

Brak lub ograniczone tylko do jednego składnika (K) nawożenie powoduje rozwój zbiorowisk z kostrzewą czerwoną i turzycą prosowatą (*Festuca rubra* – *Carex panicea*), typowych dla siedlisk zubożałych. W składzie botanicznym tych łąk wyraźnie zaznacza się obecność, a często także dość obfity udział w pokrywaniu powierzchni, niektórych gatunków charakterystycznych dla zbiorowisk bliźniczkowych z klasy *Nardo-Callunetea*, kserotermicznych muraw napiaskowych z klasy *Koelerio-Corynephoretea* oraz domieszka gatunków bagiennych z klasy *Scheuchzerio-Caricetea nigrae* (tab. 6).

Szczególną rolę w kształtowaniu fitocenozy, przypominających z wyglądu półnaturalne zbiorowiska spełnia nawożenie pojedynczym składnikiem – potasem (K). Pod jego wpływem ustala się dość specyficzny, bogaty zestaw gatunkowy, z udziałem między innymi gatunków charakterystycznych dla świeżych łąk rajgrasowych związku *Arrhenatherion elatioris* Br.-Bl. i niektórych gatunków typowych dla łąk zmiennie uwilgotnionych związku *Molinion caeruleae* Koch 1926. W warunkach dość intensywnego odwodnienia siedlisk większe znaczenie diagnostyczne w ustaleniu tendencji rozwoju fitocenozy mają gatunki charakterystyczne dla *Arrhenatherion elatioris*. Fitocenozy te ze względu na dość liczny zestaw takich gatunków jak rajgras wyniosły (*Arrhenatherum elatius* J. et C. Presl.), przytulia pospolita (*Galium mollugo* L.), komonica zwyczajna (*Lotus corniculatus* L.), złocień właściwy (*Chrysanthemum leucanthemum* L.), dzwonek rozpierschły

**Tabela 6.** Zróżnicowanie składu florystycznego różnie nawożonych zbiorowisk łąkowych w 1996 r.**Table 6.** Differences in floral composition of differently fertilised meadow communities in 1996

Nawożenie Fertilisation	0	K	PK	NPK
Zbiorowisko Community	<i>Festuca rubra</i> – – <i>Carex panicea</i>		<i>Poa pratensis</i> – – <i>Bromus inermis</i>	
Liczba gatunków w zbiorowisku Number of species	41	43	46	42
w tym: roślin naczyniowych including: vascular plants	36	42	44	41
mszaków mosses	5	1	2	1
1	2	3	4	5

Gatunki charakterystyczne dla zbiorowisk

Species characteristics for the community

<i>Festuca rubra</i> L.	V 2	V 2	I +	–
<i>Carex panicea</i> L.	V 1	V 2	–	–
<i>Luzula campestris</i> (L.) DC.	V 1	V 1	–	–
<i>Ceratodon purpureus</i>	V 3	–	I +	–
<i>Polytrichum</i> sp.	V +	–	–	–
<i>Prunella vulgaris</i> L.	–	V 1	–	–
<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	–	V +	I +	–
<i>Lythrum salicaria</i> L.	–	IV +	II +	I +
<i>Bromus inermis</i> Leys.	I +	V 1	V 4	V 4
<i>Poa pratensis</i> L.	V +	V +	V 2	V 2
<i>Arrhenatherum elatius</i> J. et C. Presl.	–	I +	IV +	III +

Gatunki charakterystyczne dla rzędu *Arrhenatheretalia*Species characteristics for the order *Arrhenatheretalia*

<i>Taraxacum officinale</i> Web.	V +	V 1	V 1	V +
<i>Leontodon autumnalis</i> L.	V 1	V 2	V +	V +
<i>Galium mollugo</i> L.	V +	V +	V 2	V +
<i>Achillea millefolium</i> L.	III +	V 1	III +	I +
<i>Trifolium repens</i> L.	V +	I +	III +	–
<i>Dactylis glomerata</i> L.	–	V +	IV +	I +
<i>Campanula patula</i> L.	–	II +	–	I +
<i>Lotus corniculatus</i> L.	I +	III +	–	–
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i> L.	–	II +	–	–
<i>Tragopogon pratensis</i> L.	–	I +	–	–
<i>Heracleum sphondylium</i> L.	–	–	I +	–

Gatunki charakterystyczne dla rzędu *Molinietalia*Species characteristics for the order *Molinietalia*

<i>Deschampsia caespitosa</i> L.	I +	II +	–	–
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	–	II +	–	–
<i>Angelica sylvestris</i> L.	–	I +	–	–



cd. tab. 6				
1	2	3	4	5
<i>Geum rivale</i> L.	I +	–	–	–
<i>Climacium dendroides</i>	V +	–	–	–
Gatunki charakterystyczne dla rzędu <i>Trifolio fragiferae-Agrostietalia stoloniferae</i>				
Species characteristics for the order <i>Trifolio fragiferae-Agrostietalia stoloniferae</i>				
<i>Ranunculus repens</i> L.	V +	–	II +	I +
<i>Potentilla anserina</i> L.	IV +	V 1	I +	–
<i>Agropyron repens</i> (L.) P.B.	–	III +	–	–
<i>Carex hirta</i> L.	I +	–	–	–
<i>Rumex crispus</i> L.	–	–	–	I +
Gatunki charakterystyczne dla klasy <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>				
Species characteristics for the class <i>Molinio-Arrhenatheretea</i>				
<i>Rumex acetosa</i> L.	V 1	V +	V +	IV +
<i>Cerastium holosteoides</i> Fr.	V 1	V +	V +	V +
<i>Plantago lanceolata</i> L.	IV +	V 1	I +	II +
<i>Vicia cracca</i> L.	IV +	I +	III +	I +
<i>Ranunculus acris</i> L.	IV +	III +	II +	–
<i>Phleum pratense</i> L.	–	IV +	–	II +
<i>Agrostis gigantea</i> L.	–	I +	I +	–
<i>Poa trivialis</i> L.	–	–	II +	–
Gatunki charakterystyczne dla klasy <i>Koelerio-Corynephretea, Nardo-Callunetea</i>				
Species characteristics for the class <i>Koelerio-Corynephretea, Nardo-Callunetea</i>				
<i>Rumex acetosella</i> L.	V +	V 1	II +	I +
<i>Viola canina</i> L.	V 1	V 2	–	–
<i>Rhacomitrum canescens</i>	II 1	–	–	–
<i>Hieracium pilosella</i> L.	–	I +	–	–
Gatunki charakterystyczne dla klasy <i>Scheuchzerio-Caricetea nigrae</i>				
Species characteristics for the class <i>Scheuchzerio-Caricetea nigrae</i>				
<i>Carex nigra</i> (L.) Reichard	V 1	–	–	–
<i>Ranunculus flammula</i> L.	I +	–	–	–
<i>Carex flava</i> L.	–	III +	–	–
Gatunki charakterystyczne dla klasy <i>Phragmitetea</i>				
Species characteristics for the class <i>Phragmitetea</i>				
<i>Poa palustris</i> L.	–	–	V +	V +
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	–	I +	II +	II +

cd. tab. 6

1	2	3	4	5
Gatunki charakterystyczne dla klasy <i>Artemisietea vulgaris</i>				
Species characteristics for the class <i>Artemisietea vulgaris</i>				
<i>Urtica dioica</i> L.	–	–	V 2	V 2
<i>Onopordum acanthium</i> L.	–	–	III +	III +
<i>Myosoton aquaticum</i> (L.) Moench	–	–	I +	III +
<i>Melandrium album</i> (Mill.) Garcke	–	–	I +	II +
<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	–	–	I +	I +
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	–	–	–	II +
<i>Galium aparine</i> L.	–	–	I +	I +
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	–	IV +	I +	II +
Gatunki charakterystyczne dla klasy <i>Stellarietea mediae</i>				
Species characteristics for the class <i>Stellarietea mediae</i>				
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Med.	–	–	III +	IV +
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	–	–	III +	III +
<i>Viola arvensis</i> Murr.	–	–	II +	III +
<i>Polygonum persicaria</i> L.	–	–	III +	II +
<i>Erigeron canadensis</i> L.	–	–	–	III +
<i>Sonchus arvensis</i> L.	–	IV +	–	I +
<i>Galeopsis tetrahit</i> L.	–	–	II +	I +
<i>Lamium purpureum</i> L.	–	–	–	I +
Pozostałe Other				
<i>Cardaminopsis arenosa</i> (L.) Hayek	V 1	V +	V +	V +
<i>Stellaria graminea</i> L.	V +	V 1	III +	I +
<i>Brachytecium</i> sp.	V 2	V +	V +	III +
<i>Potentilla norvegica</i> L.	V +	–	V +	V +
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	III +	–	I +	I +
<i>Veronica arvensis</i> L.	I +	–	V +	V +
<i>Linaria vulgaris</i> Mill.	IV +	–	II +	–
<i>Sagina nodosa</i> (L.) Fenzl	IV +	–	–	–
<i>Fragaria vesca</i> L.	–	II +	–	–
<i>Betula pubescens</i> (d) Ehrh.	II +	I +	I +	–
<i>Euphorbia esula</i> L.	I +	–	–	–
<i>Carex leporina</i> L.	I +	–	–	–
<i>Rhamnus catharticus</i> (d) L.	I +	–	–	–

Objaśnienia: I, II, III, IV, V – stopnie stałości gatunków; +, 1, 2, 3, 4, 5 – średnie dla kombinacji nawozowej współczynniki pokrycia gatunków; (d) – gatunek występujący w warstwie przyziemnej, stadium siewki, w ramce – gatunki charakterystyczne zbiorowisk.

Explanations: I, II, III, IV, V – degrees of the species stability; +, 1, 2, 3, 4, 5 – coefficients of the species cover, means for the fertiliser combination; (d) – species in the near-ground layer, seedling, in frames – species characteristic for the community

(*Campanula patula* L.) i kozibród łąkowy (*Tragopogon pratensis* L.) wyraźnie przypominają łąki rajgrasowe związku *Arrhenatherion elatioris* Br.-Bl. Określone warunki wodne panujące w zbiorowisku łąkowym nie są głównym czynnikiem wpływającym na udział w runi niektórych gatunków charakterystycznych i typowych dla łąk zmiennie uwilgotnionych związku *Molinion coeruleae* Koch 1926, takich jak: turzyca prosowata (*Carex panicea* L.), tojeść pospolita (*Lysimachia vulgaris* L.), turzyca żółta (*Carex flava* L.), krwawnica zwyczajna (*Lythrum salicaria* L.) i śmiałek darniowy (*Deschampsia caespitosa* L.). Świadczy to raczej o zmniejszeniu ilości związków fosforowych w glebie na skutek systematycznego wynoszenia z plonem. W związku z tym, zmiany w zbiorowiskach w pewnym stopniu nabierają cech recesji [FALIŃSKA, 1997]. W warunkach intensywniejszego uwilgotnienia gleb, półnaturalne zbiorowiska związków *Molinion coeruleae* Koch 1926 i *Arrhenatherion elatioris* Br.-Bl stanowią często kolejne ogniwa w sukcesji roślinnej [GRYNIA, 1967]. Nierzadko też kształtują się mniej wyraziste formy pośrednie z elementami zbiorowisk trzęślicowych i zbiorowisk rajgrasowych.

Intensyfikacja nawożenia (PK, NPK) w warunkach dość silnego odwodnienia gleb torfowo-murszowych powoduje rozwój zbiorowisk trawiastych z wiechlina łąkową (*Poa pratensis* L.) i stokłosą bezostną (*Bromus inermis* Leyss.). Sprzyja też synantropizacji fitocenoz [PACOWSKI, 1970; 1987]. Częstymi komponentami są nitrofilne gatunki zielne charakterystyczne dla zbiorowisk klasy *Artemisietea*, z których najliczniej pojawia się pokrzywa zwyczajna (*Urtica dioica* L.) oraz gatunki charakterystyczne dla zbiorowisk upraw polowych klasy *Stellarietea mediae* i inne segetalne z grupy towarzyszących. Dostępność podstawowych składników pokarmowych, zwłaszcza azotu, sprzyja pojawianiu się niektórych hydrofilnych traw takich jak wiechlina błotna (*Poa palustris* L.) i mozga trzcinowata (*Phalaris arundinaceae* L.), co jest zgodne z wcześniejszymi spostrzeżeniami ŁĘKAWSKIEJ [1977; 1989].

#### WPLYW NAWOŻENIA NA WARUNKI WILGOTNOŚCIOWE ZBIOROWISK ŁĄKOWYCH

Dobrze wykształcone i w miarę stabilne zbiorowiska łąkowe na glebach torfowo-murszowych cechuje duża różnorodność komponentów w zależności od ich zapotrzebowania na wodę [PACOWSKI, 1970; 1977]. W warunkach dość intensywnego odwodnienia gleb najliczniejszą grupę stanowią zazwyczaj gatunki mezotroficzne, o umiarkowanych wymaganiach wodnych, określanymi liczbami 4–6 w 10-stopniowej skali Klappa. W zbiorowisku łąki nienawożonej ich udział wynosił 53,2% wszystkich zanotowanych roślin (tab. 7). W miarę wzbogacania nawożenia o kolejny składnik nawozowy wyraźnie zwiększał się udział gatunków mezotroficznych, a zmniejszał roślinności o małym (liczby wilgotnościowe 1–3) i dużym (liczby wilgotnościowe 7–9) zapotrzebowaniu na wodę. Prawidłowości te

należy tłumaczyć między innymi różnicami w rozkładzie uwilgotnienia wierzchnich warstw profili glebowych. Na łące nienawożonej, w znacznym stopniu pozbawionej właściwej okrywy roślinnej, bardzo silnie przesychała wierzchnia warstwa gleby (0–10 cm), podczas gdy głębsze warstwy dłużej utrzymywały wilgoć (tab. 2). Na łące nawożonej PK i NPK, zdominowanej przez głęboko korzeniącą się stokłosę bezostną (*Bromus inermis* Leyss.), przesychanie było w miarę równomierne w warstwie gleby do 30 cm.

Niezależnie od różnic w warunkach wilgotnościowych fitocenoz, nawożenie nie różnicowało średnich wskaźników wilgotnościowych, obliczonych dla poszczególnych zdjęć fitosocjologicznych (tab. 7). Wskaźniki te miały wartość 5,3 w 10-stopniowej skali i zgodnie z ustalonymi przez OŚWITA [1992] przedziałami granicznymi średnich liczb wilgotnościowych identyfikowały siedliska jako suche, okresowo silnie nawilżane. Zmienność składu florystycznego łąk wynikająca z nawożenia nie utrudnia więc identyfikacji uwilgotnienia siedlisk metodą wskaźnikową na podstawie występującej flory. Potwierdza tym samym przydatność metody fitoindykacji do oceny warunków wilgotnościowych różnych ekosystemów łąkowych, w tym zagospodarowanych torfowisk, niezależnie od natężenia antropopresji [KAMIŃSKI, 2000].

**Tabela 7.** Średnie liczby wilgotnościowe i struktura wilgotnościowa różnie nawożonych zbiorowisk łąkowych

**Table 7.** Mean moisture numbers and moisture structure of differently fertilised meadow communities

Nawożenie Fertilization	Rozkład występowania gatunków, % Species distribution, %			Średnia liczba wilgotnościowa dla zdjęć fitosocjologicznych Mean moisture number for phytosociological survey
	1–3 <sup>1)</sup>	4–6 <sup>1)</sup>	7–9 <sup>1)</sup>	
0	18,9	53,2	27,9	5,3
K	10,9	68,7	20,4	5,3
PK	10,3	71,5	18,2	5,3
NPK	9,9	73,0	17,1	5,3

<sup>1)</sup> Przedziały liczb wilgotnościowych wg Klappa.

<sup>1)</sup> Ranges of moisture numbers acc. Klapp.

## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Badania potwierdziły bardzo duże znaczenie nawożenia w kształtowaniu warunków troficznych i zbiorowisk łąkowych na posusznej glebie torfowo-murszowej. Wpływ nawożenia zaznaczył się zarówno w aspekcie produkcyjnym wieloletniej łąki 2-kośnej, jak i w aspekcie przyrodniczym.

Całkowity brak nawożenia w okresie wielu lat powoduje silną degradację łąki, a nawet zanikanie darni. Brak nawożenia ogranicza rozwój wartościowej roślinności łąkowej – zbiorowiska należą do silnie zdegradowanych z dominacją kostrzewy czerwonej (*Festuca rubra* L.) z niskimi gatunkami zielnymi w wariacie mszystym z *Brachytecium* sp. i *Ceratodon purpureus*.

Nawożenie tylko jednym składnikiem – potasem – również nie zatrzymuje degradacji. Jest też niewystarczające dla zapewnienia co najmniej przeciętnych plonów. Nawożenie potasem zwiększa przede wszystkim różnorodność florystyczną łąk i wzbogaca je w bardziej cenne przyrodniczo gatunki charakterystyczne dla zbiorowisk naturalnych i półnaturalnych. Sukcesja prowadzi w kierunku zubożonego wariantu łąk rajgrasowych związku *Arrhenatherion elatioris* Br.-Bl. 1952, wzbogaconych gatunkami typowymi dla łąk trzęślicowych związku *Molinion caeruleae* Koch 1926.

Potencjał produkcyjny łąki zależy od nawożenia potasowo-fosforowego. Działanie azotu w warunkach dość intensywnego odwodnienia gleby torfowo-murszowej jest nieznaczne. Nawożenie potasowo-fosforowe sprzyja rozwojowi wysokich traw. Dominującym komponentem runi łąkowej jest stokłosa bezostna (*Bromus inermis* Leyss.), w dużym stopniu wpływająca na plonowanie łąki. Fosfor i potas, w warunkach intensywnego odwodnienia gleb, wzbogaca trawiaste zbiorowiska w nitrofilne gatunki zielne, zarówno jedno-, jak i wieloletnie. Azot nawozowy nieznacznie zwiększa synantropizację fitocenoz.

Rodzaj nawożenia modyfikuje warunki wilgotnościowe zbiorowisk roślinnych, jednak nie różnicuje średnich liczb wilgotnościowych obliczanych dla zdjęć fitosocjologicznych, stanowiących podstawę oceny uwilgotnienia siedlisk łąkowych metodą wskaźnikową w skali 10-stopniowej.

## LITERATURA

- BARYŁA R., 1992. Zmienność plonowania łąk na glebach organicznych w warunkach zróżnicowanego wieloletniego nawożenia azotem. Wiad. IMUZ t. 17 z. 2 s. 297–308.
- CHOROMAŃSKA D., GOTKIEWICZ J., SAPEK A., 1987. Zawartość składników pokarmowych w wierzchniej warstwie gleby torfowo-murszowej wieloletnich doświadczeń. Bibl. Wiad. IMUZ 68.
- DOBOSZYŃSKI L., 1996. Nawożenie użytków zielonych w świetle prac polskich. Bibl. Wiad. IMUZ 88.
- FALIŃSKA K., 1997. Ekologia roślin. Warszawa: Wydaw. Nauk. PWN.
- GOTKIEWICZ J., GOTKIEWICZ M., 1987. Dynamika plonowania oraz jakość plonów z łąk wieloletnich doświadczeń. Bibl. Wiad. IMUZ 68.
- GOTKIEWICZ J., 1987. Mineralizacja organicznych związków azotowych w glebach torfowo-murszowych wieloletnich doświadczeń. Bibl. Wiad. IMUZ 68.
- GOTKIEWICZ J., 1990. Wpływ zróżnicowanego uwilgotnienia na intensywność przemian biologicznych i plonowanie łąki na glebie torfowej. Wiad. IMUZ t. 16 z. 3 s. 239–256.

- GOTKIEWICZ J., KOWALCZYK Z., 1977. Zróżnicowanie procesów biologicznych w glebach podstawowych rodzajów siedlisk pobagiennych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 186 s. 97–117.
- GOTKIEWICZ J., SZUNIEWICZ J., 1987a. Przeobrażenie się siedlisk i gleb w rejonie doświadczenia agrotechnicznego. Bibl. Wiad. IMUZ nr 68.
- GOTKIEWICZ J., SZUNIEWICZ J., 1987b. Kształtowanie się stosunków powietrzno-wodnych w wierzchniej warstwie gleb torfowo-murszowych wieloletnich doświadczeń. Bibl. Wiad. IMUZ 68.
- GRYNIA M., 1967. Zmiany w szacie roślinnej terenów zmeliorowanych w zależności od uwilgotnienia i właściwości glebowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 72 s. 182–205.
- JANKOWSKA-HUFLEJT H., NICZYPORUK A., 1996. Wpływ wieloletniego nawożenia mineralnego i przemiennego (NPK-obornik) na plonowanie i zawartość podstawowych składników pokarmowych w runi łąkowej. Wiad. IMUZ t. 18 z. 4 s. 7–20.
- KAMIŃSKI J., 1991. Plonowanie i zdolność utrzymywania się w darni na glebie torfowo-murszowej gatunków i odmian traw zależnie od częstości koszenia. W: Ekologiczne i pratotechniczne uwarunkowania produkcji łąkowo-pastwiskowej na glebach torfowych. Mater. Semin. 31. Falenty: Wydaw. IMUZ.
- KAMIŃSKI J., 2000. Identyfikacja warunków wilgotnościowych na podstawie zbiorowisk roślinnych na obszarach dawno zmeliorowanych torfowisk. Wiad. IMUZ t. 20 z. 4 s. 39–52.
- ŁĘKAWSKA I., 1977. Zmiany w runi łąkowej przy różnych sposobach nawożenia azotem. Wiad. IMUZ t. 13 z. 1 s. 145–161.
- ŁĘKAWSKA I., 1989. Wpływ zróżnicowanych dawek nawożenia azotem na skład gatunkowy runi łąk położonych na różnych glebach torfowo-murszowych. Wiad. IMUZ t. 16 z. 2 s. 43–56.
- MATUSZKIEWICZ W., 1984. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Warszawa: PWN.
- MATUSZKIEWICZ W., 2001. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Vademecum Geobotanicum. Warszawa: Wydaw. Nauk. PWN.
- OKRUSZKO H., 1991. Przeobrażanie się mokradeł pod wpływem odwodnienia. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 372.
- OŚWIT J., 1977. Charakterystyka dolinowych siedlisk glebotwórczych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 186 s. 37–48.
- OŚWIT J., 1992. Identyfikacja warunków wilgotnościowych w siedliskach łąkowych za pomocą wskaźników roślinnych. W: Hydrogeniczne siedliska wilgotnościowe. Bibl. Wiad. IMUZ 79.
- PACOWSKI R., 1970. Badania florystyczno-ekologiczne zbiorowisk roślinnych na zmeliorowanym obiekcie torfowym. Bibl. Wiad. IMUZ nr 33.
- PACOWSKI R., 1977. Możliwości bioindykacji warunków powietrzno-wodnych na zmeliorowanych terenach pobagiennych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 186 s. 81–96.
- PACOWSKI R., 1987. Kierunki kształtowania się siedlisk i fitocenz na doświadczeniu agrotechnicznym i łąkarskim w Zakładzie Doświadczalnym Biebrza. Bibl. Wiad. IMUZ nr 68.
- PACOWSKI R., OŚWIT J., 1974. Tendencje rozwojowe zbiorowisk łąkowych na torfowiskach kuwaskich. W: Wyniki dwudziestoletnich badań prowadzonych na torfowiskach kuwaskich. Bibl. Wiad. IMUZ nr 47.
- SZUNIEWICZ J., 1977. Zróżnicowanie stosunków powietrzno-wodnych podstawowych rodzajów siedlisk pobagiennych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 186 s. 67–80.

*Jan KAMIŃSKI***THE INFLUENCE OF DIFFERENT LONG-TERM MINERAL FERTILISATION  
ON MEADOW COMMUNITIES ON THE PEAT-MOORSH SOIL**

*Key words: meadow on the peat-moorsh soil, mineral fertilisation, crop, botanical composition of the sward, moisture and social structure of communities*

**S u m m a r y**

The influence of the long-term mineral fertilisation on plant communities of a permanent 2 cut meadow situated on semi-dry peat-moorsh soil was assessed during the field experiment carried out in the years 1994–1997 with the random block method in 6 repetitions. Yielding, floral composition, water conditions and sociological relationships were evaluated and potential development was estimated. The following fertiliser combinations were used in this experiment since 1957: 0, K, PK and NPK.

A lack of fertilization resulted in meadow degradation, disappearance of sward and in the massive appearance of mosses (mostly of the genera *Brachytecium* and *Ceratodon*) typical for dry habitats. Potassium fertilization favoured rich communities of a complex phytosociological structure with valuable species characteristic for natural and semi-natural meadows. Yielding was most affected by PK fertilisation, which was decisive for the growth of tall grasses, mainly brome grasses (*Bromus inermis* Leyss.), and enriched meadow communities in nitrophilous herb species. Nitrogen fertilisers did not significantly affect the yield but enhanced synanthropisation of phytocoenoses.

Regardless of the differences in the floral composition and structure, fertilisation did not differentiate mean values of moisture indices estimated in a 10-grade scale, which serve for the assessment of water conditions in meadow habitats upon the existing flora.

---

**Recenzenci:***prof. dr hab. Maria Grynia**doc. dr hab. Jan Oświt*

Praca wpłynęła do Redakcji 12.04.2002 r.

