

Z Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi UMCS
Zakład Metabolizmu Roślin
Kierownik: doc. dr Tadeusz Baszyński
Zakład Ekologii Roślin
Kierownik: doc. dr Krystyn Izdebski
Katedra Systematyki i Geografii Roślin
Kierownik: prof. dr Józef Motyka
Katedra Gleboznawstwa
Kierownik: doc. dr Stanisław Uziak

Tadeusz BASZYŃSKI, Krystyn IZDEBSKI,
Jacek MALICKI, Stanisław UZIAK

**Wstępne badania nad produktywnością wybranych ekosystemów
łąkowych w okolicy Sobieszyna nad Wieprzem**

Preliminary Studies of the Yield of Selected Meadow Ecosystems in the Environs
of Sobieszyn on the Wieprz

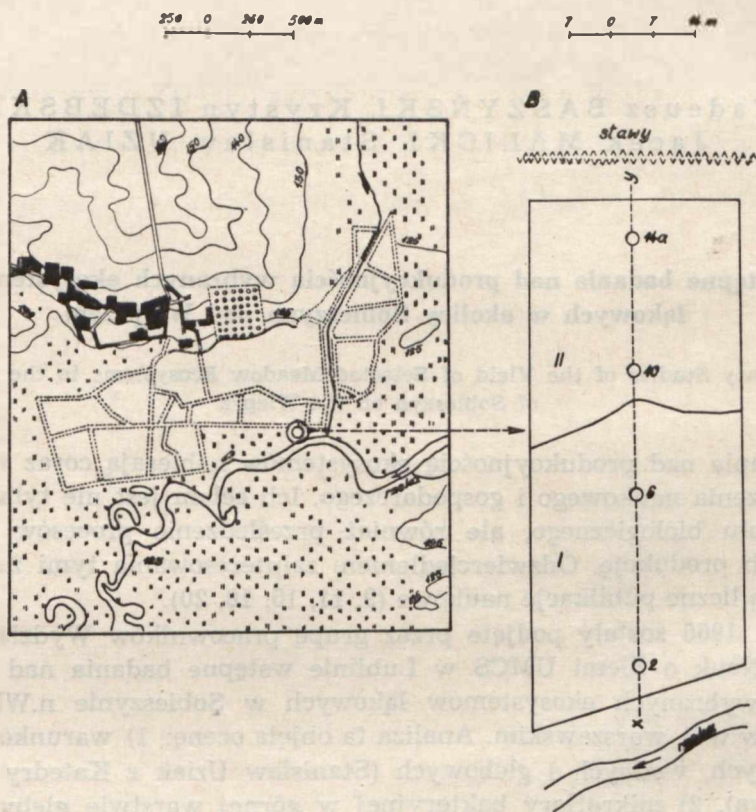
Badania nad produktywnością ekosystemów nabierają coraz większego znaczenia naukowego i gospodarczego. Ich celem jest nie tylko ocena potencjału biologicznego, ale również prześledzenie procesów warunkujących produkcję. Odzwierciedleniem zainteresowania tymi zagadnieniami są liczne publikacje naukowe (9, 11, 15, 18, 20).

W r. 1966 zostały podjęte przez grupę pracowników Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi UMCS w Lublinie wstępne badania nad analizą dwóch wybranych ekosystemów łąkowych w Sobieszynie n. Wieprzem k. Ryk w woj. warszawskim. Analiza ta objęła ocenę: 1) warunków topograficznych, wodnych i glebowych (Stanisław Uziak z Katedry Gleboznawstwa), 2) mikroflory bakteryjnej w górnej warstwie gleby (Jacek Malicki z Katedry Systematyki i Geografii Roślin), 3) jakościową i ilościową siana (Krystyn Izdebski z Zakładu Ekologii Roślin), 4) wartości odżywczej siana (Tadeusz Baszyński z Zakładu Metabolizmu Roślin). Podjęte prace miały na celu wypracowanie metody badań.

Badania podjęte zostały w ramach Międzynarodowego Programu Biologicznego (MPB) i finansowane były przez Polski Komitet Międzynarodowego Programu Biologicznego za pośrednictwem II Wydziału Nauk Biologicznych PAN.

TEREN BADAŃ

Badania przeprowadzono na łąkach położonych w dolinie dolnego biegu Wieprza, który tworzy na tym odcinku dość rozległą (kilka kilometrów szerokości) dolinę. Rzeka nie jest uregulowana i niemal co wiosnę wylewa. Tworzy ona wiele zakoli i zmienia często koryto, czego dowodem są liczne starorzecza. Dolina, choć pozornie płaska, obfituje w liczne nieznaczne zagłębienia i wypukłości. Krajobraz urozmaica też kilka dużych stawów, położonych bądź w samej dolinie, bądź w jej sąsiedztwie, co sprzyja dość znacznemu zabagnieniu. Tereny otaczające



Ryc. 1. Położenie pola doświadczalnego w Sobieszynie; A — teren badań, B — pole doświadczalne, x — y — kierunek przekroju niwelacyjno-glebowego, I — zbiorowisko z *Festuca rubra* i *Deschampsia caespitosa*, II — zespół *Caricetum gracilis* odm. z *Carex vesicaria*, 2 — 14a — numery profili glebowych
Experimental plot at Sobieszyn; A — area of investigations, B — an experimental plot, x — y — direction of soil cross section, I — community with *Festuca rubra* and *Deschampsia caespitosa*, II — association of *Caricetum gracilis*, var. with *Carex vesicaria*, 2 — 14a — Nos. of soil profiles

Tab. 1. Niektóre dane klimatyczne ze stacji Sobieszyn
Climatic data from the station at Sobieszyn

I. Średnie dekadowe i miesięczne temperatury powietrza w °C Mean decade and monthly air temperatures in °C													
Dekada Decade	1965 rok — miesiące year — months						1966 rok — miesiące year — months						
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
I	16,4	10,2	4,3	1,5	-3,4	-4,9	3,3	7,5	14,7	15,8	17,4	17,1	13,5
II	12,7	6,3	-6,3	-2,2	-7,8	1,1	0,9	7,0	15,3	18,7	19,3	18,8	13,0
III	14,3	4,9	-1,8	-0,2	-4,1	5,9	2,9	12,3	11,2	15,7	18,0	14,8	9,2
Średnia miesięczna Monthly mean	14,5	7,0	-1,3	-0,3	-5,1	-0,4	2,4	8,9	13,7	16,7	18,2	16,8	11,9
II. Dekadowe i miesięczne sumy opadów w mm słupa wody Decade and monthly precipitation sums in mm of water column													
I	7,3	0,5	10,2	16,2	17,0	25,7	11,8	18,7	6,4	1,0	43,2	62,9	29,8
II	6,7	2,2	17,1	20,0	22,7	6,3	10,5	54,5	0,3	2,8	15,3	3,1	1,4
III	9,2	0,7	13,4	7,3	4,4	7,7	16,3	30,0	83,3	85,5	37,1	11,1	2,9
Średnia miesięczna Monthly mean	23,2	3,4	40,7	43,5	44,1	39,7	38,6	103,2	90,0	89,3	95,6	77,1	34,1

wznoszą się ponad dno doliny ok. 20—40 m i pokryte są utworami piaszczystymi i gliniastymi zwałowymi, a niekiedy pyłowymi.

Dolina jest wypełniona rzecznyymi osadami mineralnymi, a w niektórych miejscach również utworami organicznymi lub mineralno-organicznymi. Gleby wykształcone z tych utworów to mady, przeważnie średnie i ciężkie lub bagienne. Użytkowane są przeważnie pod łąkami, ponadto jako stawy rybne lub pola uprawne.

Wybrany do badań fragment łąki położony jest między rzeką a stawem rybnym (na wysokości ok. 123 m n.p.m.) i zajmuje powierzchnię 0,3 ha. Położenie obiektu oraz jego plan ilustruje ryc. 1. Badany teren jest nierówny, przy czym deniwelacje dochodzą do 60 cm na odcinku długości 90 m (ryc. 2, I, opracowana w oparciu o szczegółowe pomiary niwelacyjne). Z rzeźbą terenu związane są zmiany w stosunkach glebowych, wodnych i roślinnych.

Uzupełnieniem wiadomości o środowisku ekologicznym badanego terenu są dane meteorologiczne, dotyczące opadów i temperatury w okresie od września 1965 do września 1966 r., a więc w okresie wegetacyjnym i poprzedzającym go okresie jesienno-zimowym (tab. 1). Dane te pochodzą ze stacji Sobieszyn, oddalonej o kilka km od miejsca badań i leżącej na wysokości 150 m n.p.m. (36 m różnicy między stacją a łąką).

Należy podkreślić, że r. 1966 był rokiem wyjątkowo obfitującym w opady atmosferyczne, zwłaszcza w okresie wiosenno-letnim (IV—VIII), wówczas bowiem były one dwukrotnie wyższe w porównaniu ze średnimi wieloletnimi z lat 1920—1937, zanotowanymi w tej stacji (8).

MATERIAŁ I METODY

Badania gleboznawcze przeprowadzono w oparciu o prace terenowe i laboratoryjne. Podczas prac polowych zbadano cechy morfologiczne gleb i ich właściwości wodno-powietrzne. Wykonano również przekrój niwelacyjny i geologiczno-glebowy wraz z pomiarem poziomu wody gruntowej. Z wybranych 4 profilów glebowych pobrano dwukrotnie (10 VI 1966 r. i 6 IX 1966 r.) próbki glebowe. Miejsca odkrywek glebowych zaznaczono na ryc. 1 B. Badania glebowe były skoordynowane z botanicznymi.

Pobrane próbki glebowe poddano badaniom laboratoryjnym. Wykonano następujące oznaczenia: skład mechaniczny gleb — metodą areometryczną Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego, zawartość CaCO_3 — aparatem Scheiblera, zawartość próchnicy — metodą nadmanganianową (tzw. dublańską), zawartość substancji organicznej — przez żarzenie, odczyn gleb w wodzie i w 1 n KCl — metodą elektrometryczną,

zasobność w łatwo przyswajalny dla roślin fosfor i potas — metodą Egnera w modyfikacji Riehma (21) oraz właściwości sorpcyjne metodą Mehlich (16), używając do wypierania zaadsorbowanych kationów trójetyloaminę i BaCl_2 .

Poszczególne kationy oznaczono następująco: wapń i magnez — przy użyciu kompleksonu III, potas i sód — fotometrem płomieniowym. Stopień nasycenia kompleksu sorpcyjnego gleb kationami o charakterze zasadowym obliczono według wzoru: $V = \frac{S}{T} \times 100\%$.

Skład mechaniczny, CaCO_3 i próchnicę określono w próbkach pobranych w czerwcu, pozostałe oznaczenia wykonano w próbkach z obu terminów.

Przeprowadzone na wybranym terenie badania mikrobiologiczne objęły określenie: ogólnej liczby bakterii, liczby bakterii nitryfikujących I fazy i energii rozkładu celulozy. Próby pobierano wzdłuż transektu przecinającego teren badań. Miejsce pobieranych prób zaznaczono na ryc. 3—5. Ryciny podano w tej samej skali co przekrój niwelacyjny (ryc. 2-I).

Wysiewy i określenie ogólnej liczby bakterii wykonano w dniu pobrania próbek. Ogólną liczbę bakterii obliczono z rozcieńczenia 1/100 metodą bezpośrednią, posługując się siatką komory Bürkera. Liczbę bakterii nitryfikujących określono metodą Winogradskiego (22), wysiewając na płytkę o średnicy 10 cm $0,1 \text{ cm}^3$ gleby (dla każdego stanowiska 10 płytek). Liczbę komórek przeliczano za Kuźniarem (12) na 1 cm^3 gleby o nienaruszonej strukturze. Energię rozkładu celulozy określano metodą wagową, zakopując w glebie zważone i wyjałowione uprzednio paski bibuły chromatograficznej Whatman nr 1, zawierającej 99% celulozy (6).

Celem badań botanicznych było zebranie materiału roślinnego w czasie pierwszego i drugiego koszenia łąk w celu określenia stanu biomasy siana dwóch sąsiadujących ze sobą ekosystemów łąkowych. W każdym zbiorowisku (ekosystemie) wykonano w czerwcu po 1 zdjęciu fitosocjologicznym według metody Braun-Blanqueta (5). Pokrycie gatunków określono w skali 10-stopniowej. Dla oceny stanu biomasy (razem części żywych i obumarłych) siana pobrano losowo z każdego zbiorowiska po 30 prób roślinnych. Każda próba zawierała nisko ścięty przy ziemi materiał roślinny z koła o średnicy 36,7 cm, czyli o powierzchni $0,1 \text{ m}^2$; w sumie ogólna powierzchnia 30 prób wyniosła $3,0 \text{ m}^2$. Pobrany materiał roślinny płukano w wodzie, a następnie dzielono go na gatunki, suszono do stałej masy w temp. 60°C i ważono. W ten sposób uzyskano ocenę jakościową i ilościową (wagową) siana dla dwóch okresów koszenia w obu ekosystemach łąkowych. Ocenę ilościową uzu-

pełnia dodatkowo podany w tab. 5 i 7 stopień pokrycia gatunków określony przy wykonywaniu zdjęć fitosocjologicznych.

Celem określenia wartości odżywczej obu zbiorowisk roślinnych pobierano materiał w okresie dojrzałości kośnej runi łąkowej (w czerwcu i wrześniu). W każdym zbiorowisku pobierano próbki traw z dwóch kwadratów o powierzchni 1 m^2 (ryc. 1 — pow. 2, 6, 10, 14a). Z powierzchni tych pobierane były równocześnie próbki gleb.

Średnie ilości składników mineralnych w kg/ha obu badanych ekosystemów ustalono na podstawie analizy materiału roślinnego, pobranego losowo w każdym zbiorowisku z 30 prób o łącznej powierzchni 3 m^2 . Podobnie przeanalizowano niektóre z dominujących gatunków pobranych w czerwcu z obu zbiorowisk.

Wartość odżywczą roślinności (z punktu widzenia przydatności jej jako paszy) określono na podstawie oznaczeń: suchej masy, zawartości popiołu, błonnika surowego metodą Henneberga i Stohmanna, karotenu wg metody Workera (23), chlorofilu wg metody Arnona (1), witaminy E (jako α -tokoferolu) wg Bootha (4). Oznaczono również następujące składniki mineralne: azot ogólny metodą Kjeldahla, P_2O_5 metodą Lorentza, K_2O i CaO płomieniometrycznie, Fe metodą kolorymetryczną z rodankiem amonu oraz Cu dwuetylodwutiokarbaminianem wg Malugi (14). Materiał roślinny do oznaczeń składników mineralnych spalano na mokro. Przed oznaczeniem Cu usuwano jony żelaza, manganu i inne kwasem rubeanowodorowym w roztworze słabo alkalicznym, a następnie wytworzony osad rubeanianów spalano w piecu muflowym w temp. 450°C .

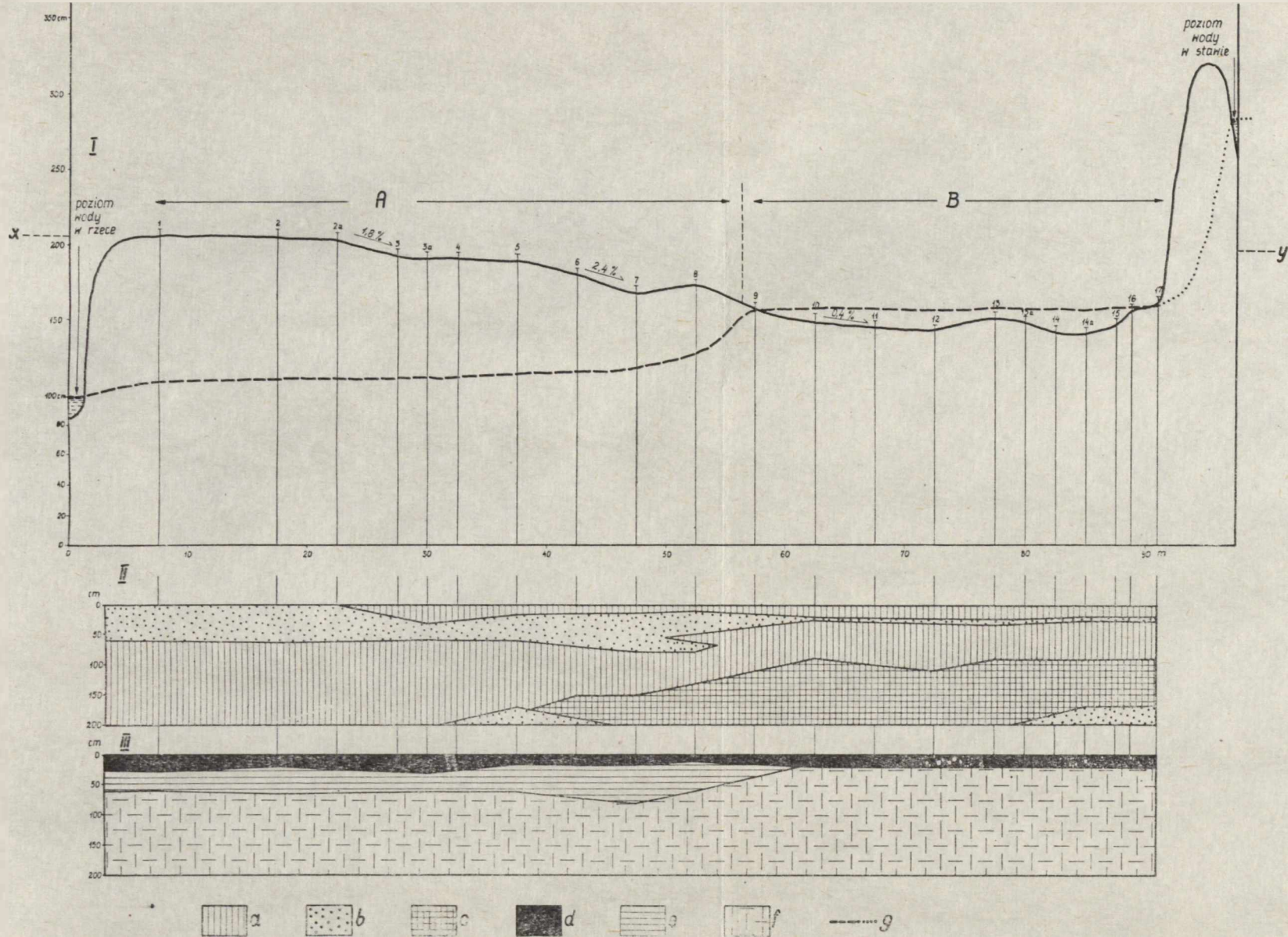
Zawartość chlorofilu, karotenu i witaminy E oznaczano w świeżym materiale bezpośrednio po zbiorze, pozostałe składniki po wysuszeniu w temp. 105°C .

Uzyskane wyniki wyrażono w $\text{mg\%}$ i $\text{\%}$ oraz w kg/ha .

WYNIKI

Na podstawie przeprowadzonych w terenie badań nad glebami stwierdzono występowanie 2 zasadniczych jednostek glebowych, których rozmieszczenie jest ściśle związane z ukształtowaniem powierzchni i poziomu wody gruntowej (ryc. 2-I). Wykładnikami tych zróżnicowanych warunków ekologicznych są odmienne zbiorowiska łąkowe.

Pierwsza jednostka glebowa to mady lekkie o składzie mechanicznym piasków gliniastych, pylastych lub utworów pyłowych, podścielonych piaskami luźnymi i utworami ilastymi bądź pyłowymi. Reprezentuje je profil 2 i 6. Zalegają one w nieznacznie wyniesionej części pola



Ryc. 2. Przekrój niwelacyjno-glebowy w Sobieszynie; I — przekrój niwelacyjny, II — geologiczny, III — glebowy, 1—17 punkty badań, a — utwory pyłowe, b — utwory piaszczyste, c — utwory mineralno-organiczne, d — poziom darniowo-próchniczny A₁, e — poziom warstwowany C, f — poziom warstwowany oglejony CG, g — poziom wody gruntowej,

A — zbiorowisko z *Festuca rubra* i *Deschampsia caespitosa*, B — zespół *Caricetum gracilis* var. z *Carex vesicaria*
 A soil cross section at Sobieszyn, I — cross section, II — geological cross section, III — soil cross section, 1—17 — sites of investigations, a — soil deposits, b — sandy deposits, c — mineral and organic deposits, d — turf-humus horizon A₁, e — interstratified horizon C, f — interstratified gley horizon CG, g — ground water level, A — community with *Festuca rubra* and *Deschampsia caespitosa*, B — association of *Caricetum gracilis* var. with *Carex vesicaria*.

Tab. 2. Skład mechaniczny gleb oraz zawartość CaCO_3 i próchnicy
Mechanical composition of soils and the content of CaCO_3 and humus

Nr profilu No of profile	Głębokość w cm Depth in cm	Skład mechaniczny Mechanical composition							CaCO ₃ %	Próchnica (sub. org.) Humus (organic matter) %
		Średnica cząstek ziemistych w mm Diameter of particles<1 mm						Cząstki Particles <0,02 mm %		
		1—0,1 %	0,1— 0,06 %	0,05— 0,02 %	0,02— 0,006 %	0,006— 0,002 %	<0,002 %			
2	5—15	54	16	18	5	2	5	12	0	3,37
	30—40	61	15	14	4	3	3	10	0	0,80
	45—55	71	18	6	2	1	2	5	0	0,33
	70—80	3	16	18	26	13	24	63	0	3,84
	100—120	28	17	25	13	7	10	30	0	4,33
6	5—15	35	17	35	6	4	3	13	0,7	5,09
	15—25	56	16	16	5	4	3	12	0	1,09
	30—45	80	11	4	3	0	2	5	0	0,31
	80—90	5	18	31	22	10	14	46	0	3,97
10	5—15	23	17	35	12	7	6	25	0	5,29
	30—45	21	23	33	9	8	6	23	0	1,80
	60—80	10	14	21	22	14	19	53	0	5,95
	100—150	13	37	20	11	5	14	30	0	(28,57)
14a	5—15	19	17	35	14	7	8	29	0	4,56
	30—40	17	21	37	11	6	8	25	0	2,30
	60—80	5	18	18	23	15	21	59	0	7,54
	100—150	13	38	18	15	5	11	31	0	(29,30)

Tab. 3. Odczyn gleb oraz zasobność w łatwo przyswajalny dla roślin fosfor i potas
pH of the soil and the content of available phosphorus and potassium

Nr profilu No of profile	Głębokość w cm Depth in cm	Czerwiec — June						Wrzesień — September						
		pH		mg/100 g gleby of soil		Zasobność Available		Głębokość w cm Depth in cm	pH		mg/100 g gleby of soil		Zasobność Available	
		1 n KCl	H ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O		1 n KCl	H ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
2	5—15	6,4	7,0	23,6	6,6	dobra	zła	5—15	6,4	7,0	26,5	3,5	dobra	zła
	30—40	6,6	7,3	9,5	2,9	średnia	zła	25—35	6,1	7,0	9,4	1,6	dobra	zła
	45—55	6,7	7,4	8,1	2,0	średnia	zła	40—55	6,2	7,4	8,3	1,8	średnia	zła
	70—80	6,5	7,5	33,8	6,0	dobra	zła	70—80	6,4	7,5	30,0	3,4	dobra	zła
	100—120	6,5	7,3	37,5	4,4	dobra	zła	100—110	6,5	7,6	33,7	3,2	dobra	zła
6	5—15	7,0	7,6	24,1	6,0	dobra	zła	5—15	7,3	7,6	33,8	4,0	dobra	zła
	15—25	6,7	7,3	12,2	2,2	dobra	zła	15—25	6,3	7,3	12,1	1,6	dobra	zła
	30—45	6,5	7,3	9,2	2,0	średnia	zła	40—55	6,1	7,3	7,0	1,0	średnia	zła
	80—90	5,3	6,4	36,5	5,9	dobra	zła	80—90	4,8	6,6	14,1	6,3	dobra	zła
10	5—15	5,4	6,2	17,9	4,0	dobra	zła	5—15	5,6	6,5	17,8	2,6	dobra	zła
	30—45	4,3	5,2	32,5	2,7	dobra	zła	30—40	4,1	5,5	29,0	2,6	dobra	zła
	60—80	4,2	5,0	18,4	4,8	dobra	zła	60—70	4,3	5,7	6,4	6,4	dobra	zła
	100—150	4,8	5,5	37,4	4,2	dobra	zła	90—100	4,9	6,3	31,3	5,0	dobra	zła
14a	5—15	4,4	5,2	13,7	3,5	dobra	zła	5—15	4,7	6,0	15,5	4,8	dobra	zła
	30—40	4,1	5,1	31,1	2,9	dobra	zła	30—40	4,3	5,5	12,5	6,8	dobra	zła
	60—80	4,3	5,1	27,5	6,1	dobra	zła	60—70	4,4	5,7	23,0	7,3	dobra	zła
	100—150	5,1	5,8	35,0	4,2	dobra	zła	—	—	—	—	—	—	—

doświadczalnego, bliżej koryta rzecznego. Poziom wody gruntowej zarówno w czerwcu, jak i we wrześniu znajdował się na głębokości ok. 90—100 cm, zaś w miejscach usytuowanych na pograniczu z drugą jednostką glebową — na głębokości ok. 50 cm. Omawiane gleby porasta zbiorowisko z *Festuca rubra* i *Deschampsia caespitosa*.

Drugą jednostkę stanowią gleby należące do grupy hydrogenicznych, glejowych. Zalegają one w obniżeniu terenu i przez większą część roku są zatopione wodą, co wiąże się z niższym położeniem, a przede wszystkim z przesiąkaniem bocznym wody z sąsiadującego stawu, w którym poziom wody znajduje się ok. 120 cm wyżej niż na badanej łące. W warunkach nadmiernego uwilgotnienia wykształciły się gleby glejowe o składzie mechanicznym pyłowym, podścielone ilastym, a następnie torfiasto-mineralnym namulem (profil nr 10 i 14a). Gleby te porasta roślinność odmiany zespołu *Caricetum gracilis* z *Carex vesicaria* (ryc. 2-II, III).

Na podstawie badań laboratoryjnych ustalono, że są to gleby bezwęglanowe i różnią się między sobą odczynem. Mady mają odczyn (pHw) na ogół obojętny, a gleby glejowe — kwaśny. Cechą wspólną wszystkich gleb jest dobra zasobność w łatwo przyswajalny dla roślin fosfor, a zła — w potas. Wysoka zawartość fosforu jest szczególnie widoczna w poziomach zasobnych w substancję organiczną bądź we frakcję ilastą mineralnego pochodzenia. Mady są bardziej zasobne w fosfor niż gleby glejowe, podobnie przedstawia się kwestia zawartości w nich potasu (tab. 2 i 3).

Pojemność kompleksu sorpcyjnego jest uzależniona od ilości kolidów organiczno-mineralnych. Udział kationów wymiennych jest w badanych glebach różny, przy czym kationy o charakterze zasadowym przeważają nawet w glebach kwaśnych, tj. glejowych. Stopień wysycenia gleb kationami zasadowymi jest wysoki w madach, natomiast znacznie niższy w kwaśnych glebach glejowych (tab. 4).

Z kationów zasadowych zwraca uwagę zawartość wapnia, który zdecydowanie dominuje w kompleksie sorpcyjnym. Najmniejsze ilości przypadają na potas, nieco większe na magnez i sód. Zła zasobność w potas ma zatem swoje uzasadnienie w niedoborach tego kationu w kompleksie sorpcyjnym. Wydaje się, że związane jest to ze znacznym zapotrzebowaniem roślin trawiastych na wymieniony składnik.

Nie stwierdzono większych różnic we właściwościach chemicznych badanych gleb między dwoma terminami badań (VI i IX).

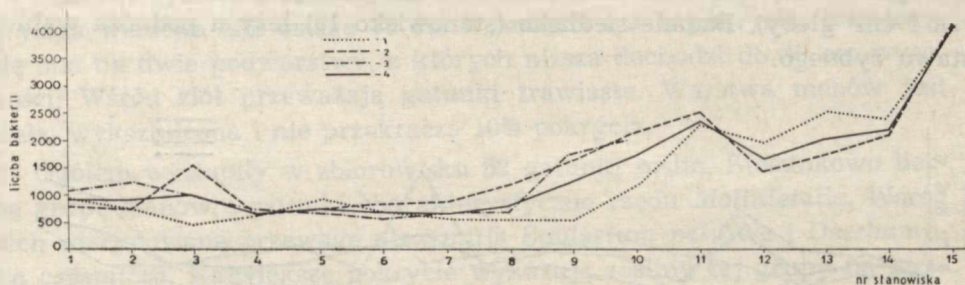
Zawarte w wykresach wyniki badań mikrobiologicznych pozwalają wyróżnić na badanym terenie 3 siedliska. Pierwsze to stanowiska od 1 do 8, drugie od 10 do 14, trzecie dotyczy stanowisk 9 i 15.

W siedlisku pierwszym (zbiorowisko z *Festuca rubra* i *Deschampsia caespitosa*) ogólna liczba bakterii wahała się w granicach od 500×10^6

Tab. 4. Właściwości sorpcyjne gleb
Sorption properties of the soils

Czerwiec — June					Wrzesień — September													
Nr pro- filu	Głębokość w cm Depth in cm	m.e./100 g gleby of soil		Stopień nasy- cenia Degree of satu- ration V %	m.e./100 g gleby of soil			Stopień nasy- cenia Degree of satu- ration V %	m.e./100 g gleby of soil									
		S	H		T	S	H		T	S	H	T						
2	5—15	11,59	0,83	12,42	93,32	10,38	0,58	0,22	0,41	5—15	9,79	1,00	10,79	90,73	8,21	1,06	0,17	0,35
	30—40	6,59	0,20	6,79	97,05	5,17	0,94	0,13	0,35	25—35	7,45	0,48	7,93	93,95	5,27	1,67	0,13	0,38
	45—55	3,45	0,10	3,55	97,18	2,84	0,37	0,08	0,16	40—55	5,89	0,34	6,23	94,54	5,01	0,56	0,09	0,23
	70—80	41,84	3,14	44,98	93,02	37,76	3,17	0,27	0,64	70—80	42,90	4,18	47,08	91,12	40,91	1,10	0,21	0,68
	100—110	44,41	11,34	55,75	79,66	43,42	0,06	0,21	0,72	100—110	46,90	10,76	57,66	81,34	44,40	1,63	0,18	0,69
6	5—15	21,56	0	21,56	100,00	20,77	0,14	0,18	0,47	5—15	24,31	0	24,31	100,00	22,12	1,56	0,16	0,47
	15—25	7,86	0,20	8,07	97,52	6,80	0,55	0,15	0,37	15—25	7,81	0,39	8,20	95,24	6,20	1,15	0,12	0,34
	30—45	2,90	0,25	3,15	92,06	2,22	0,42	0,08	0,18	40—55	2,39	0,19	2,58	92,63	1,67	0,49	0,07	0,16
	80—90	25,63	9,34	34,97	73,29	24,55	0,33	0,25	0,50	80—90	30,56	14,60	45,16	67,67	28,30	1,54	0,23	0,49
	5—15	16,63	5,65	22,28	74,64	15,20	0,85	0,19	0,39	5—15	11,48	3,76	15,24	75,33	9,96	0,97	0,16	0,39
10	30—45	8,21	5,01	13,22	62,10	6,85	0,84	0,16	0,36	30—40	8,01	6,48	14,49	55,28	6,72	0,78	0,15	0,36
	60—80	21,45	20,36	41,81	51,30	19,34	1,06	0,32	0,73	60—70	20,69	22,17	42,86	48,27	17,36	2,22	0,33	0,78
	100—150	46,24	24,32	70,56	65,53	40,74	4,32	0,32	0,86	90—100	32,81	24,84	57,65	56,91	28,47	3,18	0,31	0,85
	5—15	11,36	10,06	21,42	53,03	9,80	1,03	0,16	0,37	5—15	15,48	14,64	30,12	51,39	13,40	1,45	0,20	0,43
	30—40	9,75	7,05	16,80	58,03	6,81	2,40	0,18	0,36	30—40	22,12	17,96	40,08	55,19	19,82	1,56	0,23	0,51
14a	60—80	25,11	21,12	46,23	54,31	26,37	0,99	0,25	0,50	60—70	26,82	22,42	49,24	54,47	24,54	1,49	0,26	0,53
	100—150	46,22	26,93	73,15	63,18	44,81	0,28	0,30	0,83	—	—	—	—	—	—	—	—	—

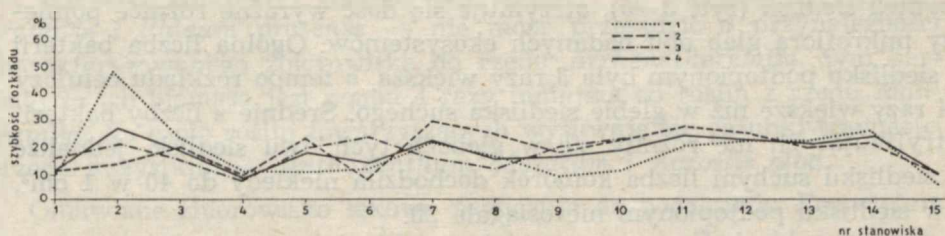
do $1\,550 \times 10^6$ komórek w 1 cm^3 gleby (ryc. 3). W większości przypadków nie przekraczała wartości $1\,000 \times 10^6$. Tempo rozkładu celulozy było szybkie (ryc. 4) i wahało się w granicach od 10 do 40%, a tylko sporadycznie do 50% w ciągu miesiąca. Liczba bakterii nitryfikujących dochodziła do 40 komórek w 1 cm^3 gleby w stanowisku 4 i jedynie



Ryc. 3. Ogólna liczba bakterii w milionach/ cm^3 gleby; 1 — w próbkach pobranych 28 VII 1966 r., 2 — 6 IX 1966 r., 3 — 2 X 1966 r., 4 — średnia

General amount of bacteria in million/ cm^3 of soil in samples taken; 1 — on July 28, 1966, 2 — on September 6, 1966, 3 — on October 2, 1966, 4 — mean

w 3 i 5 nie osiągała nawet 5 komórek (ryc. 5). Bardzo znaczne różnice w liczbie bakterii nitryfikujących poszczególnych stanowisk tego siedliska, jak się wydaje, wynikają z działania czynników o bardzo ograniczonym zasięgu (np. stanowisko 5 od sierpnia opanowane było przez mrówki).

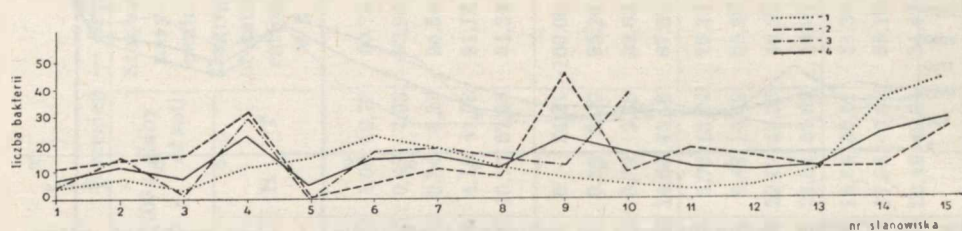


Ryc. 4. Szybkość rozkładu celulozy w ciągu miesiąca; oznaczenia patrz ryc. 3
Monthly rates of cellulose decomposition; dates of sampling as in Fig. 3

W siedlisku drugim (odmiana zespołu *Caricetum gracilis* z *Carex vesicaria*) ogólna liczba bakterii wahała się od $2\,000 \times 10^6$ do $2\,550 \times 10^6$ komórek w 1 cm^3 gleby i w większości przypadków wynosiła ponad $2\,000 \times 10^6$ (ryc. 3). Liczby komórek w poszczególnych stanowiskach były do siebie zbliżone, a różnice ich nie przekroczyły 300×10^6 . Tempo

rozkładu celulozy było dość duże i wynosiło w ciągu miesiąca od 25 do 35%. Liczba bakterii nitryfikujących była w poszczególnych stanowiskach bardzo wyrównana.

Siedlisko trzecie charakteryzowała: bardzo wysoka liczba bakterii w 1 cm³ gleby ($4\,500 \times 10^6$), średnie tempo rozkładu celulozy (10–15% w ciągu miesiąca) i duża liczba bakterii nitryfikujących (20–40 komórek/1 cm³ gleby). Badane siedlisko (stanowisko 15) leży u podnóża wału stawu rybnego.



Ryc. 5. Liczba komórek bakterii nitryfikujących w 1 cm³ gleby; oznaczenia patrz ryc. 3

Number of nitrifying bacteria in 1 cm³ of soil; dates of sampling as in Fig. 3

Na podkreślenie zasługuje fakt braku zależności pomiędzy liczebnością bakterii i tempem rozkładu celulozy a terminami pobierania prób.

Na podstawie uzyskanych wyników można sądzić, że w okresie przeprowadzania badań liczebność bakterii oraz tempo rozkładu celulozy było ściśle uzależnione od siedliska, a szczególnie od poziomu wody gruntowej. Sumując średnie wyniki z całego okresu badań dla stanowisk obydwu siedlisk (ryc. 3–5), otrzymuje się dość wyraźne różnice pomiędzy mikroflorą gleb obu badanych ekosystemów. Ogólna liczba bakterii w siedlisku podtopionym była 3 razy większa, a tempo rozkładu celulozy 1,4 razy większe niż w glebie siedliska suchego. Średnie z liczby bakterii nitryfikujących nie różniły się w glebach tych dwu siedlisk, jednakże w siedlisku suchym liczba komórek dochodziła niekiedy do 40 w 1 cm³, a w siedlisku podtopionym nie osiągała 20.

Warto zaznaczyć, że obszary przejściowe pomiędzy obu ekosystemami posiadały najbujniejszą mikroflorę glebową, na co wskazuje przebieg krzywych dla stanowisk 8, 9 i 10 (ryc. 3–5).

Badania botaniczne oparto na kryteriach fitytosocjologicznych. Na podstawie gatunków charakterystycznych wyróżniono odpowiednio w obu ekosystemach łąkowych dwie jednostki systematyczne: zespół *Caricetum gracilis* oraz zbiorowisko z *Festuca rubra* i *Deschampsia caespitosa*. Zbiorowiska te oddziela wąska, kilkumetrowa strefa przejściowa z roślinnością mieszaną obu ekosystemów.

Zbiorowisko z *Festuca rubra* i *Deschampsia caespitosa*. Jego przynależność systematyczna jest następująca:

Klasa *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937

Rząd *Molinietalia* Koch 1926

Związek *Calthion* Tx. 1936.

Charakteryzowane zbiorowisko roślinne ma strukturę 2-warstwową. Wyższa warstwa ziół osiąga 70 cm wysokości i 90% pokrycia. Różnicuje się ona na dwie podwarstwy, z których niższa dochodzi do 40 cm wysokości. Wśród ziół przeważają gatunki trawiaste. Warstwa mchów jest słabo wykształcona i nie przekracza 10% pokrycia.

Ogółem wystąpiły w zbiorowisku 62 gatunki roślin. Stosunkowo liczną grupę stanowią gatunki charakterystyczne rzędu *Molinietalia*. Wśród nich zdecydowaną przewagę utrzymują *Equisetum palustre* i *Deschampsia caespitosa*. Największe pokrycie wykazują rośliny tej grupy na terenie bardziej obniżonym i wilgotnym, w bliskim sąsiedztwie *Caricetum gracilis*. Obecność ich jest wskaźnikiem okresowych oscylacji poziomu wód gruntowych, prowadzących do czasowego przesuszenia górnych warstw gleby. Obok nich pojawiają się pojedynczo gatunki szuwarowe z rzędu *Phragmitetalia*. Przenikają one z sąsiedniego zespołu. Zrąb roślinności stanowią gatunki łąk świeżych z klasy *Molinio-Arrhenatheretea* (4 grupa w tab. 5 i ryc. 6). Wśród nich czołową rolę pełnią: *Festuca rubra*, *Lathyrus pratensis*, *Festuca pratensis* i *Centaurea jacea*. O wiele mniejsze znaczenie mają gatunki związków *Cynosurion* (5 gatunków) i *Arrhenatherion* (4 gatunki) oraz rzędu *Arrhenatheretalia* (3 gatunki). Rośliny te występują częściej w suchszych partiach łąk, położonych bliżej Wieprza. Ich raczej sporadyczny udział — z wyjątkiem *Trifolium pratense* i *Phleum pratense* — nie może przesądzić o przynależności charakteryzowanego zbiorowiska do rzędu *Arrhenatheretalia*, tym bardziej że ich biomasa jest ponad 4 razy mniejsza od roślin z rzędu *Molinietalia*. Na czoło roślin towarzyszących wysuwają się gatunki trawiaste, przede wszystkim — *Anthoxanthum odoratum* i *Agrostis alba*.

Omawiane zbiorowisko łąkowe nawiązuje do podzespołu *Festucetum rubrae poetosum pratensis* (17), opisanego przez Fijałkowskiego (10) i innych jako zbiorowisko *Poa-Festucetum rubrae* z woj. lubelskiego.

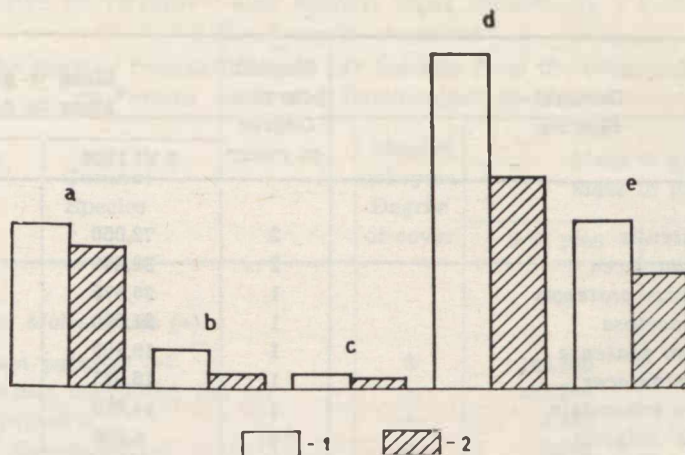
W pierwszym czerwcowym terminie pobierania prób otrzymano z powierzchni 3,0 m² 1 257,715 g siana, we wrześniu zaś 854,070 g, czyli o 403,645 g mniej. Po przeliczeniu 1 ha tego typu łąki dostarczył w czerwcu ok. 4 193 kg, we wrześniu zaś ok. 2 847 kg, czyli o 1 344 kg mniej. Roczna produkcja siana przy 2 koszeniach wyniosła 7 040 kg/ha; jest to wydajność, jak na ten typ łąki, duża. Udział poszczególnych grup syste-

Tab. 5. Skład florystyczny i stan biomasy siana zbiorowiska z *Festuca rubra* i *Deschampsia caespitosa* zThe floristic composition and hay biomass from the community of *Festuca rubra* and *Deschampsia caespitosa*

Gatunki Species	Stopień pokrycia Degree of cover	Masa w g/3m ² Mass in g/3m ²	
		5 VI 1966	6 IX 1966
1. <i>Calthion</i> , <i>Molinietalia</i> (+):			
<i>Equisetum palustre</i> (+)	3	143,300	108,700
<i>Deschampsia caespitosa</i> (w) (+)	3	133,250	129,700
<i>Caltha palustris</i>	+	4,350	.
<i>Lychnis flos-cuculi</i> (+)	+	3,205	1,500
<i>Carex panicea</i> (w) (+)	+	2,050	0,500
<i>Symphytum officinale</i> (+)	+	1,520	.
<i>Galium uliginosum</i> (+)	+	1,400	0,100
<i>Linum catharticum</i> (+)	+	.	0,080
		289,075	240,580
2. <i>Cynosurion</i> , <i>Arrhenatherion</i> (+), <i>Arrhenatheretalia</i> (++):			
<i>Trifolium repens</i>	1	17,800	2,980
<i>Bromus mollis</i> (w) (+)	+	9,400	2,200
<i>Phleum pratense</i>	1	13,700	9,620
<i>Taraxacum officinale</i>	+	8,500	0,750
<i>Achillea millefolium</i> (++)	+	4,600	2,960
<i>Daucus carota</i> (w) (+)	+	4,150	3,220
<i>Cynosurus cristatus</i>	+	2,050	1,100
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i> (+)	+	2,050	0,140
<i>Veronica chamaedris</i> (++)	+	0,090	1,550
<i>Campanula patula</i> (+)	+	0,080	.
<i>Leontodon autumnalis</i>	+	.	0,180
<i>Trifolium dubium</i> (w) (+)	+	.	0,100
		62,420	24,800
3. <i>Phragmitetalia</i> :			
<i>Carex gracilis</i>	+	10,610	6,100
<i>Poa palustris</i>	+	8,700	6,400
<i>Galium palustre</i>	+	0,700	.
<i>Mentha aquatica</i>	+	0,900	1,450
		20,910	13,950
4. <i>Molinio-Arrhenatheretea</i> :			
<i>Festuca rubra</i>	4	184,200	181,200
<i>Lathyrus pratensis</i>	2	95,500	14,550
<i>Festuca pratensis</i>	2	95,075	55,300

Gatunki Species	Stopień pokrycia Degree of cover	Masa w g/3m ² Mass in g/3m ²	
		5 VI 1966	6 IX 1966
<i>Poa pratensis</i>	2	72,050	30,400
<i>Centaurea jacea</i>	2	32,450	28,600
<i>Alopecurus pratensis</i>	1	25,675	7,040
<i>Rumex acetosa</i>	1	21,500	7,000
<i>Trifolium pratense</i>	1	19,100	2,200
<i>Ranunculus acer</i>	1	16,025	8,100
<i>Plantago lanceolata</i>	1	14,670	28,600
<i>Prunella vulgaris</i>	+	5,950	3,790
<i>Poa trivialis</i>	+	5,880	3,100
<i>Vicia cracca</i>	+	3,200	1,450
<i>Climacium dendroides</i>	+	0,915	0,240
<i>Alectorolophus glaber</i>	+	0,650	.
<i>Cardamine pratensis</i>	+	0,060	.
		592,900	371,570
5. Towarzyszące (Accompanying):			
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	3	157,400	64,750
<i>Agrostis alba</i>	2	71,910	102,500
<i>Rumex crispus</i>	+	10,550	6,000
<i>Carex hirta</i>	+	9,780	8,790
<i>Ranunculus repens</i>	+	8,150	4,650
<i>Lysimachia nummularia</i>	+	8,020	4,540
<i>Triticum repens</i>	+	5,575	3,050
<i>Calistega sepium</i>	+	4,400	0,350
<i>Glechoma hederacea</i>	+	3,000	3,040
<i>Betonica officinalis</i>	+	2,500	.
<i>Calliergion cuspidatum</i>	+	2,250	1,160
<i>Juncus articulatus</i>	+	1,950	1,170
<i>Pimpinella saxifraga</i>	+	1,570	1,270
<i>Cerastium vulgatum</i>	+	1,510	0,480
<i>Rorippa silvestris</i>	+	1,490	0,210
<i>Senecio jacobaea</i>	+	1,020	.
<i>Medicago lupulina</i>	+	1,010	0,480
<i>Polygonum amphibium</i> var. <i>terrestre</i>	+	0,250	.
<i>Stellaria palustris</i>	+	0,075	.
<i>Convolvulus arvensis</i>	+	.	0,400
<i>Luzula multiflora</i>	+	.	0,080
<i>Stellaria uliginosa</i>	+	.	0,250
		292,410	203,170
1 — 5		1 257,715	854,070

(w) — gatunek wyróżniający — differential species



Ryc. 6. Udział wagowy poszczególnych grup fitosocjologicznych w sianie zbiorowiska z *Festuca rubra* i *Deschampsia caespitosa*; a — *Calthion* i *Molinietalia*, b — *Cynosurion*, *Arrhenatherion* i *Arrhenatheretalia*, c — *Phragmitetalia*, d — *Molinio-Arrhenatheretea*, e — towarzyszące, 1 — pierwsze koszenie, 2 — drugie koszenie
 The weight of separate phytosociological groups in hay from *Festuca rubra* and *Deschampsia caespitosa*; a — *Calthion* and *Molinietalia*, b — *Cynosurion*, *Arrhenatherion* and *Arrhenatheretalia*, c — *Phragmitetalia*, d — *Molinio-Arrhenatheretea*, e — accompanying species, 1 — first mowing, 2 — second mowing

Tab. 6. Wartość użytkowa siana zbiorowiska z *Festuca rubra* i *Deschampsia caespitosa*

The value of hay from the community of *Festuca rubra* and *Deschampsia caespitosa*

Grupa roślin Group of plants	Liczba gatunków Number of species	Masa w g/3 m ² Mass in g/3 m ²	
		5 VI 1966	5 IX 1966
Turzyce, sity	4	24,390	16,560
Trawy słodkie I klasy	8	286,465	196,410
Trawy słodkie II klasy	3	333,550	240,050
Trawy słodkie III klasy	2	164,850	168,900
Motylkowe	6	136,610	21,760
Skrzypy	1	143,300	108,700
Inne	38	168,550	101,590
Razem	62	1 257,715	854,070

matycznych w produkcji siana ilustrują tab. 5 i ryc. 6. Opierając się na klasyfikacji *Langethala* (7), siano i potraw tego zbiorowiska mają wartość poślednią (III gatunek). Jego wartość podnosi przewaga traw słodkich i dość duża domieszka roślin motylkowych (tab. 6).

Zespół *Caricetum gracilis* Tx. 1937. Przynależność tego zespołu jest następująca:

Klasa *Phragmitetea* Tx. et Preis. 1942

Rząd *Phragmitetalia* Koch 1926

Związek *Magnocaricion* Koch 1926.

Caricetum gracilis wykazuje strukturę 2-warstwową. W warstwie ziół, osiągającej 60 cm wysokości i 90% pokrycia, zdecydowanie przeważają wielkie turzycy: *Carex gracilis*, *C. vesicaria* i *C. acutiformis*. Słabo rozwiniętą warstwę mchów (ogólne pokrycie 30%) buduje *Calliergon cuspidatum*.

W sumie wystąpiło w zespole 49 gatunków roślin. Z gatunków charakterystycznych zespołu przeważa zdecydowanie *Carex gracilis*. Drugi gatunek, *Carex acutiformis*, wystąpił w mniejszej ilości. Duży udział turzycy pęcherzykowatej pozwala uznać to zbiorowisko za odmianę zespołu *Caricetum gracilis* z *Carex vesicaria*. Obie dominujące tu, a wykluczające się normalnie siedliskowo turzycy *Carex gracilis* i *C. vesicaria*, nie tworzą oddzielnych skupień, lecz są dość równomiernie wymieszane ze sobą. Duży udział wykazują gatunki szuwarowe z rzędu *Phragmitetalia* i klasy *Phragmitetea* (tab. 7, ryc. 7); zajmują one najbardziej obniżone i najsilniej podtopione miejsca w zespole. Rząd *Molinietalia* reprezentowany jest przez 12 gatunków. Wśród nich dominują *Equisetum palustre* i *Caltha palustris*. Przedstawiciele tej grupy roślin lokują się w suchszych partiach zespołu, bliżej zbiorowiska z *Festuca rubra* i *Deschampsia caespitosa*. Obecność ich jest wskaźnikiem sezonowych wahań wód gruntowych, powodujących krótkotrwale w ciągu roku przesuszenie górnych warstw gleby. Na pograniczu z drugim zbiorowiskiem pojawiły się pojedynczo gatunki z klasy *Molinio-Arrhenatheretea*. Słabo zaznaczająca się stagnacja wody nie sprzyja roślinom z klasy *Scheuchzerio-Caricetea fuscae*. Wśród roślin towarzyszących największy udział wykazują *Agrostis alba* (razem z *A. stolonifera*) oraz *Ranunculus repens* i *Calliergon cuspidatum*.

Omawiany zespół nawiązuje do asocjacji *Caricetum rostrato-vesicariae*.

Z powierzchni 3,0 m² otrzymano w czerwcu (pierwszy termin koszenia) 1 130,895 g siana, czyli po przeliczeniu na 1 ha — ok. 3 770 kg. W drugim terminie koszenia (wrzesień) uzyskano odpowiednio 759,565 g/3,0 m² i ok. 2 533 kg potrawu/ha. Różnica stanu biomasy siana w obu koszeniach wynosi 371,330 g/3,0 m² i ok. 1 237 kg/ha. Roczna produkcja

Tab. 7. Skład florystyczny i stan biomasy siana zespołu *Caricetum gracilis*
 The floristic composition and hay biomass from the association *Caricetum gracilis*

Gatunki Species	Stopień pokrycia Degree of cover	Masa w g/3 m ² Mass in g/3 m ²	
		5 VI 1966	6 IX 1966
1. <i>Caricetum gracilis</i> , <i>Magnocaricion</i> :			
<i>Carex gracilis</i> + <i>C. acutiformis</i>	4	240,015	} 453,100
<i>Carex vesicaria</i>	4	236,790	
<i>Galium palustre</i>	2	39,980	21,700
<i>Scutellaria galericulata</i>	+	0,770	0,210
		517.555	475,010
2. <i>Phragmitetalia</i> , <i>Phragmitetea</i> :			
<i>Poa palustris</i>	3	123,950	15,600
<i>Equisetum limosum</i>	1	24,400	4,080
<i>Glyceria fluitans</i>	1	24,300	12,250
<i>Glyceria aquatica</i>	1	10,600	47,000
<i>Mentha aquatica</i>	+	8,920	1,850
<i>Rumex hydrolapathum</i>	+	3,350	1,650
<i>Iris pseudoacorus</i>	+	2,550	13,850
<i>Heleocharis palustris</i>	+	1,570	0,250
<i>Phragmites communis</i>	+	0,820	.
<i>Ranunculus lingua</i>	+	0,420	.
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	+	0,380	.
		201,260	96,530
3. <i>Molinietalia</i> :			
<i>Equisetum palustre</i>	2	88,970	40,300
<i>Caltha palustris</i>	2	45,700	2,500
<i>Trifolium hybridum</i>	+	5,500	0,250
<i>Scirpus silvaticus</i>	+	3,520	0,510
<i>Lythrum salicaria</i>	+	2,180	0,900
<i>Deschampsia caespitosa</i> (w)	+	2,020	1,530
<i>Galium uliginosum</i>	+	1,050	0,320
<i>Taraxacum palustre</i>	+	0,650	0,150
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	+	0,650	0,180
<i>Juncus effusus</i>	+	0,550	7,900
<i>Lysimachia vulgaris</i> (w)	+	0,502	.
<i>Myosotis palustris</i>	+	0,350	0,230
		151,642	53,770

c.d. tab. 7

Gatunki Species	Stopień pokrycia Degree of cover	Masa w g/3 m ² Mass in g/3 m ²	
		5 VI 1966	6 IX 1966
4. <i>Arrhenatheretalia</i> , <i>Molinio-Arrhenatheretea</i> :			
<i>Lathyrus pratensis</i>	1	10,080	.
<i>Poa trivialis</i>	+	4,210	0,512
<i>Trifolium repens</i>	+	3,020	0,210
<i>Cardamine pratensis</i>	+	1,200	0,970
<i>Poa pratensis</i>	+	0,900	0,420
<i>Festuca rubra</i>	+	0,800	0,415
<i>Rumex acetosa</i>	+	0,590	0,152
		20,800	2,679
5. <i>Scheuchzerio-Caricetea fuscae</i> :			
<i>Stellaria palustris</i>	1	9,800	14,400
<i>Ranunculus flamula</i>	+	0,750	0,185
<i>Eriophorum angustifolium</i>	+	0,710	.
		11,260	14,585
6. Towarzyszące — Accompanying:			
<i>Agrostis alba</i> + <i>A. stolonifera</i>	3	134,751	92,600
<i>Ranunculus repens</i>	2	44,700	1,850
<i>Calliergon cuspidatum</i>	2	25,902	15,421
<i>Alopecurus geniculatus</i> + <i>A. pratensis</i>	1	11,700	2,050
<i>Rorippa silvestris</i>	+	3,750	1,230
<i>Polygonum amphibium</i> var. <i>terrestre</i>	+	2,935	0,450
<i>Lysimachia nummularia</i>	+	1,650	1,500
<i>Juncus articulatus</i>	+	1,570	1,450
<i>Veronica scutellata</i>	+	0,650	.
<i>Stellaria uliginosa</i>	+	0,420	0,050
<i>Potentilla anserina</i>	+	0,350	0,390
		228,378	116,991
1 — 6		1 130,895	759,565

(w) — gatunek wyróżniający — differential species

siana przy dwóch koszeniach wynosi 1 890,460 g/3,0 m² i ok. 6 303 kg/ha. Udział poszczególnych grup systematycznych w produkcji siana ilustruje tab. 7 i ryc. 7. Zatem wydajność tego typu łąki jest średnia wobec faktu, że w optymalnych warunkach siedliskowych może dochodzić do 10 000 kg/ha (17). Przyjmując klasyfikację *Langenthala* (7) siano tego zespołu można uważać za złe (IV gatunek). Jego wartość użytkową podnosi tutaj dość duża domieszka traw słodkich i niewielka — roślin motylkowych. Ponadto o jakości siana decyduje termin zbioru; wczesne koszenie i zbiór podnoszą jego wartość, późne — obniżają; takie siano nadaje się tylko na ściółkę.

Tab. 8. Wartość użytkowa siana zespołu *Caricetum gracilis*
The value of hay from *Caricetum gracilis*

Grupa roślin Group of plants	Liczba gatu- ków Number of species	Masa w g/3m ² Mass in g/3m ²	
		5 VI 1966	6 IX 1966
Turzyce, sity, sitowia, welnianki	8	484,725	463,210
Trawy słodkie I klasy	6	298,711	168,382
Trawy słodkie II klasy	1	0,800	0,415
Trawy słodkie III klasy	2	2,840	1,530
Motylkowe	3	18,600	0,460
Skrzypy	2	70,100	6,580
Inne	27	255,119	118,988
Razem	49	1 130,895	759,565

Przy rozpatrywaniu wartości odżywczej siana należy zwrócić uwagę na fakt, że łąka nie była nawożona, a jedynie okresowe zalewy dostarczały składników pokarmowych. Mimo to ilość składników mineralnych należy uznać za zadowalającą (tab. 9). Na podkreślenie zasługuje szczególnie wysoka zawartość K₂O w zbiorowisku z *Festuca rubra* i *Deschampsia caespitosa* i to zarówno w sianie pochodzącym z pierwszego, jak i drugiego sprzętu, podczas gdy zasobność gleby w ten składnik była niska. Nagromadzenie mineralnych składników w analizowanych trawach zgadza się dość dobrze z zasobnością gleby w niektóre składniki, zwłaszcza w rozpuszczalny P₂O₅ w warstwie darniowej. Jedynie w odmianie zespołu *Caricetum gracilis* z *Carex vesicaria* zawartość CaO jest niska. Podobne zjawisko stwierdził *Stańko* na podmokłych łąkach Kazunia (19).

Siano drugiego sprzętu w obu zbiorowiskach wykazuje większą ilość niektórych analizowanych składników. Obserwowane różnice w akumulacji składników w sianie pierwszego i drugiego sprzętu związane są, być może, ze zmianą składu i zasobności ekotypów oraz ich różnym stanem fizjologicznym.

Siano ze zbiorowiska *Festuca rubra* i *Deschampsia caespitosa* jest zasobniejsze, szczególnie w potas, wapń i fosfor w porównaniu z sianem odmiany zespołu *Caricetum gracilis* z *Carex vesicaria*. Skład gatunkowy roślin budujących zbiorowisko pierwsze, duży zbiór siana oraz korzystniejsza ilość składników odżywczych decydują o znacznie większej jego przydatności.

Ilość miedzi w obu badanych ekosystemach uznać należy za dość znaczną. Przewyższa ona kilkakrotnie minimalną dawkę, przy której występuje niedobór tego pierwiastka dla normalnego rozwoju zwierząt (13). Zbiorowisko z *Festuca rubra* i *Deschampsia caespitosa* jest bogatsze w ten składnik.

Siano analizowanych zbiorowisk jest również zasobne w żelazo. Zespół *Caricetum gracilis* zawiera go od 2- do 4-krotnie więcej niż drugie zbiorowisko. Szczególnie drugi sprzęt odznacza się dużą ilością tego pierwiastka.

Zawartość składników mineralnych i organicznych w kilku badanych gatunkach roślin odpowiada w zasadzie ekosystemom, w których skład wchodzi (tab. 10). Większa akumulacja niektórych pierwiastków u pewnych gatunków może być spowodowana wieloma czynnikami, między innymi dobrą przyswajalnością pierwiastków przez dany gatunek rośliny. Należy jednak zachować ostrożność w nadawaniu tym wyników waloru różnic gatunkowych. W badaniach tych nie można było bowiem wyeliminować wpływu środowiska i różnic w stadiach rozwoju badanych gatunków.

W ogólnej ocenie analizowane siano należy uznać za dobre, a ilości wywożonych z sianem składników mineralnych za duże (tab. 11). Odnosi się to szczególnie do siana ze zbiorowiska *Festuca rubra* i *Deschampsia caespitosa*. Wartość jego podnosi średnia ilość włókna surowego oraz wysoka — karotenu i witaminy E. Zasobność w dwa ostatnie związki, ważne dla zwierząt gospodarskich, jest równa, a w kilku przypadkach nawet wyższa od zasobności górskich zespołów łąkowych i pastwiskowych, uchodzących za bogate w te składniki (2, 3).

Wysoka zawartość karotenu u gatunków wchodzących w skład zespołu *Caricetum gracilis* potwierdza wcześniejszą opinię, że zespoły te, jakkolwiek uważane dotychczas za nieprzydatne jako pasza, są bogatym

Tab. 9. Zawartość składników mineralnych i organicznych w badanych ekosystemach
The content of mineral and organic compounds in the ecosystems

Składniki Compounds	Powierzchnia Surface	Zbiorowisko z <i>Festuca rubra</i> i <i>Deschampsia caespitosa</i> Community with <i>F. rubra</i> and <i>D. caespitosa</i>		Zespół <i>Caricetum gracilis</i> odm. z <i>Carex vesicaria</i> Association of <i>C. gracilis</i> var. with <i>Carex vesicaria</i>	
		1 sprzęt (czerwiec) first yield (June)	2 sprzęt (wrzesień) second yield (September)	1 sprzęt (czerwiec) first yield (June)	2 sprzęt (wrzesień) second yield (September)
Popiół Ash (%)	I	8,52	11,32	7,94	6,13
	II	9,68	10,32	7,76	9,43
	cała pow. ekosystemu Total surface of ecosystem	8,97	9,37	8,76	7,46
Azot Nitrogen (%)	I	1,83	1,83	1,48	1,81
	II	1,79	1,94	2,08	2,30
	cała pow. ekosystemu Total surface of ecosystem	1,31	1,45	1,45	1,71
P ₂ O ₅ (%)	I	0,68	0,73	0,52	0,48
	II	0,71	0,86	0,55	0,51
	cała pow. ekosystemu Total surface of ecosystem	0,59	0,70	0,50	0,45
K ₂ O (%)	I	3,44	2,96	1,82	1,91
	II	3,50	3,58	1,93	1,98
	cała pow. ekosystemu Total surface of ecosystem	3,03	2,87	2,10	1,87

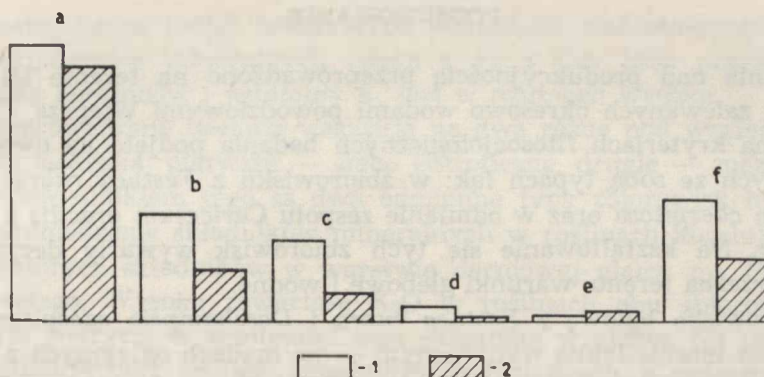
c.d. tab. 9

CaO %	I II cała pow. ekosystemu Total surface of ecosystem	0,55 0,59 0,51	0,51 0,35 0,44	0,39 0,43 0,48	0,21 0,40 0,30
Zelazo (mg %)	I II cała pow. ekosystemu Total surface of ecosystem	17,0 13,0 12,4	14,0 23,0 15,8	29,0 39,5 35,9	54,0 58,0 60,0
Miedź (mg %)	I II cała pow. ekosystemu Total surface of ecosystem	1,6 1,2 1,73	1,2 1,4 1,68	1,2 1,1 1,35	1,1 1,0 1,60
Sucha masa (%) Dry matter	I II	25,33 25,80	34,06 30,43	24,18 26,66	37,19 36,79
Blonnik surowy (%) Raw cellulose	I II	35,84 37,89	35,81 35,79	37,78 37,87	37,45 36,80
Karoten (mg %) Carotene	I II	23,29 25,19	32,30 21,36	23,99 27,01	38,99 35,34
Witamina E (mg %) Vitamin E	I II	8,88 10,00	8,87 6,97	11,95 3,54	21,94 7,09
Chlorofil (mg %) Chlorophyll	I II	182,0 290,0	203,0 266,0	285,0 296,0	287,0 289,0

Tab. 10. Zawartość składników mineralnych i organicznych w niektórych dominujących gatunkach roślin badanych ekosystemów (czerwiec 1966 rok)

The content of mineral and organic compounds in some prevailing plant species of the ecosystems (June 1966)

Gatunek Species	Sucha masa Dry matter %	Błonnik surowy Raw cellulose %	Karoten Carotene %	Witaminy E Vitamins E mg %	Chlorofil Chlorophyll mg %	Popiół Ash %	Azot Nitrogen %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO %	Żelazo Iron mg %	Miedź Copper mg %
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	38,37	33,76	9,37	6,28	138,0	8,79	1,12	0,53	2,58	0,65	16,0	3,4
<i>Carex gracilis</i> Curt. + <i>C. acutiformis</i> Ehrh.	30,68	36,44	11,73	4,53	141,0	4,86	1,46	0,42	2,30	0,80	26,0	1,2
<i>Carex vesicaria</i> L.	31,76	31,97	14,17	8,63	183,0	5,99	1,52	0,52	1,75	0,85	52,5	4,2
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	30,64	32,09	10,12	5,87	147,0	9,75	1,17	0,63	3,16	0,35	23,0	2,0
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Br.	28,38	35,82	18,32	4,61	49,0	6,31	1,38	0,68	1,86	0,55	119,0	1,2
<i>Poa pratensis</i> L.	38,32	36,88	7,31	5,22	81,0	15,3	0,80	0,38	2,64	0,15	15,0	2,6



Ryc. 7. Udział wagowy poszczególnych grup fitosocjologicznych w sianie zespołu *Caricetum gracilis*; a — *Caricetum gracilis* i *Magnocaricion*, b — *Phragmitetalia* i *Phragmitetea*, c — *Molinietalia*, d — *Arrhenatheretalia* i *Molinio-Arrhenatheretea*, e — *Scheuchzerio-Caricetea fuscae*, f — towarzyszące, 1 — pierwsze koszenie, 2 — drugie koszenie

The weight of separate phytosociological groups in hay from *Caricetum gracilis*, a — *Caricetum gracilis* and *Magnocaricion*, b — *Phragmitetalia* and *Phragmitetea*, c — *Molinietalia*, d — *Arrhenatheretalia* and *Molinio-Arrhenatheretea*, e — *Scheuchzerio-Caricetea fuscae*, f — accompanying species, 1 — first mowing, 2 — second mowing

Tab. 11. Ilość składników mineralnych w zbiorach siana pierwszego i drugiego sprzętu w kg/ha

The amount of mineral compounds in the hay from the first and second mowings in kg/ha

Zespół Association	Termin sprzętu Date of yield	Popiół Ash	Azot Nitro- gen	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	Żelazo Iron	Miedź Cop- per
Zbiorowisko z <i>Festuca rubra</i> i <i>Deschampsia caespitosa</i> Community with <i>F. rubra</i> and <i>D. caespitosa</i>	czerwiec June	374,11	54,93	24,74	127,05	21,38	0,52	0,073
	wrzesień September	269,76	41,28	19,93	81,71	12,53	0,45	0,048
Zespół <i>Caricetum gracilis</i> odm. z <i>Carex vesicaria</i> Association <i>C. gracilis</i> var. with <i>Carex vesicaria</i>	czerwiec June	330,25	54,67	18,85	79,17	18,10	1,35	0,051
	wrzesień September	188,96	43,31	11,40	47,37	7,60	1,52	0,041

źródłem prowitaminy A (24). Siano z zespołu *Caricetum gracilis*, mimo korzystnego składu chemicznego, nie jest gospodarczo przydatne ze względu na niekorzystny skład florystyczny, np. duży udział tkanki mechanicznej w turzycach (tab. 8).

PODSUMOWANIE

Badania nad produktywnością przeprowadzono na terenie łąk dolinowych, zalewanych okresowo wodami powodziowymi Wieprza. Opierając się na kryteriach fitosocjologicznych badania podjęto na dwóch sąsiadujących ze sobą typach łąk: w zbiorowisku z *Festuca rubra* i *Deschampsia caespitosa* oraz w odmianie zespołu *Caricetum gracilis* z *Carex vesicaria*. Na kształtowanie się tych zbiorowisk wywarły decydujący wpływ: rzeźba terenu, warunki glebowe i wodne.

Zbiorowisko łąkowe z *Festuca rubra* i *Deschampsia caespitosa* występuje na terenie lekko wyniesionym — na madowych oglejonych z poziomem wód gruntowych (w roku badanym) od 80 cm do 100 cm. Poziom ten ulega zapewne okresowym wahanom (poza rokiem badań), o czym świadczy znaczny udział gatunków z rzędu *Molinietalia*. Ponadto przewaga roślin z klasy *Molinio-Arrhenatheretea* wskazuje na umiarkowane uwilgotnienie gleby. Mady te wykazują: dobrą zasobność w łatwo przyswajalny fosfor, złą — w potas oraz znaczną zawartość wymiennego wapnia i obojętny odczyn. W poziomie darniowym występuje duża liczba bakterii, w tym mała nitryfikatorów. Tempo rozkładu celulozy jest szybkie.

Stan biomasy siana po pierwszym i drugim koszeniu jest bardzo duży, a jego wartość użytkowa — poślednia (III gatunek). Tak duża wydajność siana, jak na ten typ zbiorowiska, jest następstwem żyzności gleby (okresowe wylewy) i dużej ilości opadów w badanym okresie wegetacyjnym. Ogólna ilość składników mineralnych (w tym również Fe i Cu) oraz organicznych, a zwłaszcza karotenów i witaminy E, jest w roślinach wysoka.

Odmiana zespołu *Caricetum gracilis* z *Carex vesicaria* występuje na terenie obniżonym — na glebach oglejonych z poziomem wód gruntowych na powierzchni. Podobnie jak w poprzednim zbiorowisku zachodzi tu zapewne sezonowa oscylacja poziomu wody gruntowej, o czym świadczy udział roślin z rzędu *Molinietalia*. Wysoki poziom wód sprzyja rozwojowi wielkich turzyc. Wody te wykazują prawdopodobnie powolny i okresowy przepływ, na co wskazuje mały udział gatunków z klasy *Scheuchzerio-Caricetea fuscae*. Gleby wykazują dobrą zasobność w fosfor (choć ilość jego jest mniejsza niż w glebach zespołu pierwszego) i złą — w potas. Ich odczyn jest kwaśny, a zawartość wapnia wymiennego znaczna. Ogólna liczba bakterii jest tu bardzo duża, natomiast liczba nitryfikatorów — mała i zbliżona do poprzedniego zbiorowiska. Tempo rozkładu celulozy jest nieco szybsze.

Stan biomasy siana po pierwszym i drugim koszeniu jest przeciętny, a jego wartość użytkowa zła (IV gatunek). Mniejsza wydajność siana

jest następstwem mniej korzystnych warunków siedliskowych. Ogólna ilość składników mineralnych (wraz z Fe i Cu) oraz organicznych, zwłaszcza karotenów i witaminy E, jest w roślinach wysoka.

Przeprowadzone badania wskazują na dwa różne pod względem troficznym siedliska: pierwsze — słabo eutroficzne, drugie — mezotroficzne. Odpowiednikami tego są dwa odmienne typy zbiorowisk łąkowych.

Nagromadzenie składników mineralnych w roślinach koreluje z ilością niektórych składników w warstwie darniowej gleby, np. P_2O_5 i Ca wymiennego. Wysoka zawartość K_2O w roślinach obu zbiorowisk nie znajduje pokrycia w zasobności tego składnika w glebie. Na podkreślenie zasługuje fakt, że ilość składników organicznych, a zwłaszcza karotenów i witaminy E, jest w roślinności obu zbiorowisk wysoka, nie ustępująca pod tym względem bogatym asocjacji terenów górskich.

Przeprowadzone jednoroczne badania nie pozwalają na wyciągnięcie ostatecznych wniosków, tym bardziej że odbywały się one w nadmiernie wilgotnym roku. W badanym okresie wegetacyjnym ilość opadów była dwukrotnie większa od ich wartości średnich w analogicznych miesiącach z lat 1920—1937. Spowodowało to prawdopodobnie utrzymanie stałego i wysokiego poziomu wód gruntowych w okresie badań. Wydaje się, że fakt ten zaciążył na wynikach badań mikrobiologicznych, a mianowicie: w poszczególnych terminach obserwacji nie zaznaczyły się większe różnice w ilości drobnoustrojów.

Niektóre poruszone zagadnienia znalazłyby pełniejsze oświetlenie w przypadku przeprowadzenia równoległych obserwacji mikroklimatycznych i hydrologicznych, szczególnie stanu i ruchu wody oraz jej chemizmu. Zakres tych zagadnień przekroczył jednak możliwości naszego zespołu.

WNIOSKI OGÓLNE

1. Badane ekosystemy łąkowe (zbiorowisko z *Festuca rubra* i *Deschampsia caespitosa* oraz odmiana zespołu *Caricetum gracilis* z *Carex vesicaria*) są zróżnicowane pod względem wydajności oraz wartości użytkowej i odżywczej siana, co jest odbiciem warunków środowiskowych, przede wszystkim glebowych i wodnych.

2. Siedlisko zbiorowiska z *Festuca rubra* i *Deschampsia caespitosa* jest słabo eutroficzne, zaś zespołu *Caricetum gracilis* — mezotroficzne. Odzwierciedleniem tego jest prawie dwukrotnie większa wydajność lepszego jakościowo siana pierwszego zbiorowiska.

*

*

*

Za umożliwienie przeprowadzenia badań na łąkach Zakładu Doświadczalnego w Sobieszynie wyrażamy serdeczne podziękowanie dyrektorowi tego Zakładu, mgr inż. Zbigniewowi Witkowskiemu.

PIŚMIENNICTWO

1. Arnon D. I.: Cooper Enzymes in Isolated Chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiol., t. 24, nr 1, 1949.
2. Baszyński T., Zawadzka I.: Wartości odżywcze i witaminowe wysokogórskich tatrzańskich zespołów pastwiskowych. Acta Soc. Bot. Pol., t. 23, nr 1, 1954.
3. Baszyński T.: Mikroelementy i witaminy w zespołach łąkowych Pienińskiego Parku Narodowego. Acta Agrobot., t. 7, 1958.
4. Booth V. H.: Determination of Tocopherols in Plant Tissues. Analyst, t. 88, nr 1049, 1963.
5. Braun-Blanquet J.: Pflanzensoziologie, Wien 1951.
6. Chromatografia. Praca zbiorowa pod red. J. Blauth-Opieńskiej, PWN, Warszawa 1957.
7. Czarnocki J.: Klucz do oznaczania traw. Warszawa 1950.
8. Ermich K.: Wskaźniki klimatyczne dla gospodarstwa leśnego w Polsce. Warszawa 1951.
9. Falkowski M., Kukułka I.: Badania nad zawartością chlorofilu dla charakterystyki traw łąkowych pod względem biologicznym i ekologicznym. Pozn. Tow. Nauk, Prace Kom. Nauk Roln. i Kom. Nauk Leśnych, t. 16, nr 3, 1963.
10. Fijałkowski D.: Szata roślinna jezior Łęczyńsko-Włodawskich i przylegających do nich torfowisk. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. XIV (1959), 3, Lublin 1960.
11. Frauendorfer R., Eckhart G.: Leistungsuntersuchungen für Waldtypen in Mischbeständen des Waldviertels. Mitt. Forstl. Bundesvers. Anst., nr 69, Mariabrunn 1965.
12. Kuźniar K.: O przyrodniczych podstawach obliczania ilości drobnoustrojów w glebie. Ekologia Polska, t. I, z. 1, 1953.
13. Liwski S.: Mikroelementy — Mn, Fe, B, Cu, Co, Zn i Mo — w roślinności łąkowej i bagiennej. RNR, seria F, t. 75, z. 1, 1961.
14. Maluga D. P., Ławruchina A. K.: Metody opriedielenija mikroelementow. Akad. Nauk SSSR. Moskwa 1950.
15. Medwecka-Kornaś A.: Zagadnienia botaniczne w Międzynarodowym Programie Biologicznym. Wiad. Botan., t. IX, z. 1, Kraków 1965.
16. Mehlich A.: Rapid Determination of Cation and Exchange Properties and pH of Soils. Journal of the Association of Official Agricultural Chemists, vol. 36, nr 2, Washington 1953.
17. Nowiński M.: Polskie zbiorowiska trawiaste i turzycowe. Szkic fitosocjologiczny. Warszawa 1967.
18. Robertson R. A., Davies G. E.: Quantities of Plant Nutrients in Heather Ecosystems. J. appl. Ecol., t. 2, 1965.
19. Stańko B.: Wartość pokarmowa roślin łąkowych w zależności od nawożenia. RNR, seria F, t. 75, z. 1, 1962.

20. Studia ekosystemów lasu bukowego i łąki w Ojcowskim Parku Narodowym. Praca zbiorowa pod red. A. Kornasiowej, Kraków 1967.
21. Thun R., Hermann R.: Methodenbuch, Bd. 1. Die Untersuchung von Böden. Neuman Verlag. Berlin 1955.
22. Winogradski S.: Mikrobiologia gleby. PWRiL, Warszawa 1953.
23. Worker N. A.: A Rapid Procedure for the Chromatographic Separation and Spectrophotometric Estimation of certain Pasture Lipids. I Carotene, Xanthophyll and Chlorophyll. J. Sci. Fd. Agric., t. 8, 1957.
24. Zawadzka I.: Wartości witaminowe sian z poszczególnych typów łąk województwa białostockiego. Acta Soc. Bot. Pol., t. 22, nr 1, 1953.

Вступительные исследования производительности выбранных луговых экосистем в окрестностях Собешина на Вепше

Резюме

Исследования проводились в долинно-луговых районах, периодически заливаемых паводковыми водами реки Вепш. Изучались 2 соседних, представляющих собой разные типы, луга: в сообществе с *Festuca rubra* и *Deschampsia caespitosa* и в варианте ассоциации *Caricetum gracilis* с *Carex vesicaria*. На формирование этих сообществ решающее значение имели рельеф местности, почвенные и водные условия. Результаты исследований представлены в табл. 1—11 и на рис. 1—7.

Луговое сообщество с *Festuca rubra* и *Deschampsia caespitosa* выступает на слегка возвышенной территории на умеренно влажных глееватых мадах при уровне грунтовых вод 60—100 см. Эти мады богаты питательными компонентами (за исключением калия), имеют нейтральную реакцию. В дерне много бактерий, но мало нитрификаторов. Разложение целлюлозы происходит быстро.

Биомасса сена после первого и второго укосов очень большая, а её потребительная ценность средняя. Большая продуктивность сена для этого типа сообщества является следствием плодородия почвы (периодические разливы и много осадков в исследуемом вегетационном периоде). Общее количество минеральных и органических компонентов в растениях большое.

Вариант ассоциации *Caricetum gracilis* с *Carex vesicaria* выступает на низменной территории, глееватых почвах, с уровнем грунтовых вод на поверхности. Здесь, как и в предыдущем сообществе, происходит сезонное колебание уровня грунтовой воды. Почвы богаты фосфором, но бедны калием. Их реакция кислая, а содержание обменного кальция значительное. Общее число бактерий

большое, в то время как нитрификаторное число небольшое. Разложение целлюлозы немного быстрее.

Состояние биомассы после первого и второго укосов среднее, а потребительная ценность сена плохая. Меньшая продуктивность сена является следствием менее благоприятных условий среды. Общее количество минеральных и органических компонентов в растениях большое.

Проведенные исследования указывают на существование двух трофически разных сред: первая — слабо трофическая, вторая — мезотрофическая. Им соответствуют два разных типа луговых сообществ.

Следует отметить, что исследования проводились в очень влажном году, при постоянном высоком уровне грунтовых вод. Этот фактор, вероятно, повлиял на результаты микробиологических исследований.

Preliminary Studies of the Yield of Selected Meadow Ecosystems in the Environs of Sobieszyn on the Wieprz

Summary

Investigations on the productivity of some selected meadow ecosystems were carried out on the valley meadows flooded by the Wieprz river (Fig. 1). Two types of meadows, situated close-by to each other, were examined: the community with *Festuca rubra* and *Deschampsia caespitosa* and a variety of *Caricetum gracilis* with *Carex vesicaria*. These communities were highly influenced by the relief, soil and water conditions. The results are presented in Tables 1—14 and in Figs. 1—7.

The community with *Festuca rubra* and *Deschampsia caespitosa* occurs in a slightly elevated area on alluvial gley soils of medium humidity, with ground water level ranging from 60 to 100 cm. These soils are rich in mineral compounds, except potassium, and their pH is neutral. A great number of bacteria including a small amount of nitrifying microorganisms is found in the turf-horizon. The rate of cellulose decomposition is rapid.

The whole plant yield after the first and second mowings is high and its value is fairly good. The high yield of hay in this community is due to soil fertility (periodical floods) and to high rainfall in the investigated year. The amount of organic and mineral compounds in the plants is high.

The variety of *Caricetum gracilis* with *Carex vesicaria* occurs in a lowered area on alluvial gley soils, with water ground level reaching

the surface. Periodical oscillations of the ground water level are supposed to take place as it was the case in the previous association. The soils are rich in phosphorus and poor in potassium. Their pH is acid and the amount of exchangeable calcium is considerable. The amount of bacteria is high, the amount of nitrifying bacteria is low and similar to that in the previous community. The rate of cellulose decomposition is quicker in comparison with the community of *Festuca rubra*.

The whole plant yield after the first and second mowings is moderate and its value is poor. A lower yield of hay is the result of less satisfactory environmental conditions.

The above investigations point to two different habitats: one slightly eutrophic, the other — mesotrophic. They correspond to two different types of meadow communities.

It is worthwhile that the investigations were carried out in a year with considerable rainfall. The result was a permanent high ground water level. This fact is supposed to affect the results of microbiological tests.

