INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 10/2011, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 145–159
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Dorota Sieminiak, Alicja Pecio, Krzysztof Kubsik

ZNACZENIE SKŁADU GRANULOMETRYCZNEGO GLEBY I PLONU ROŚLIN DLA BIOMASY GLONÓW W GLEBACH ODŁOGOWANYCH

THE SIGNIFICANCE OF SOIL TEXTURE AND CROP OF VASCULAR PLANT FOR ALGAL BIOMASS IN SET-A-SIDE LANDS

Streszczenie

Oceniono wielkość biomasy glonów rozwijającej się na glebach odłogowanych o różnym składzie granulometrycznym (gliny, piaski gliniaste mocnne, piaski słabo gliniaste, piaski gliniaste lekkie). Badania dotyczyły powierzchni gleby i warstwy do głębokości 30 cm w czwartym roku odłogowania. Obiektem badań było pole pozostawione bez ingerencji człowieka i pole pielęgnowane corocznym koszeniem, gdzie rozdrobniony pokos roślin pozostawał na polu. W czwartym roku odłogowania rozmieszczenie glonów w glebie odłogu niekoszonego było bardzo słabo związane z uziarnieniem gleby. Silny wpływ struktury granulometrycznej zaznaczył się na odłogu pielęgnowanym. W glebie do głębokości 30 cm najwięcej glonów rozwijało się w na piaskach gliniastych mocnych i na piaskach słabo gliniastych. Również powierzchnię gleby najobficiej zasiedlały glony na piaskach słabo gliniastych, a poza tym na glinach lekkich.

Natomiast skład granulometryczny gleby nie wykazał wpływu na plon roślin porastających oba odłogi. Istotne różnice w biomasie glonów i plonie roślin między odłogami wskazują, że glony nie stanowią konkurencji dla roślin w zdobywaniu biogenów i zabierają z gleby tylko to co nie zostaje wykorzystane przez rośliny. Stwierdzony został wpływ wielkości plonu roślin na biomasę glonów.

Słowa kluczowe: biomasa glonów, gleby odłogowane, skład granulometryczny gleby

Summary

Algal biomass was examined on the soil surface and within the soil layer (0-30 cm) under two set a side lands: unmown and mown for the first time after 4 years. The research plots were located on soils of 4 different classes: clay loam, loamy sand, clayey sand and light sand.

The relationships on the level P > 0.05 between algal biomass and soil texture on the unmown set a side land were very weak. Lack of fertilization and ploughing caused deterioration of algae. On loamy sand and clayey sand algae changed location to more rich soils. Relationships between algal biomass and soil texture class under the mown set a side land were strong. Algal biomass was low on clay loam and on light sands. The soils of clay loam and light sand texture class were more intensively colonised by algae on the soil surface. However, algae from those soils formed one homogeneous group with algae on clayey sand.

On the other hand the soil texture did not have an influence on crop of vascular plants. The differences in algal biomass and in crop of vascular plants between the two set a side lands show that plants win the competition to assimilate nutrients with algae.It was found that the crop of vascular plants have an influence on size of algal biomass.

Key words: *algal biomass, soils of set a side lands, soil texture class*

WSTĘP

Glony rozwijają się we wszystkich w glebach jako organizmy terrestryczne na powierzchni i do głębokości nawet 1,5 m [Shtina i Gollerbakh 1976] . Ostatnie prace na temat zasiedlania przez glony różnych gleb najczęściej dotyczą florystyki środowisk o ekstremalnych warunkach bytowania dla organizmów, gdzie glony wchodzą jako organizmy pionierskie [Vishnivetskaya 2008, Trainor 1970, 1985]. Niektóre związane są ze sposobami rozprzestrzenia się glonów [Broady 1979]. W latach 50 ubiegłego stulecia szeroko zakrojone badania rozmieszczenia (głębokości występowania glonów w profilu glebowym), liczebności, biomasy, produkcji i wymogów ekologicznych glonów w uprawach rolnych podjęła wraz z zespołem badaczy Shtina [1966]. Natomiast Reisser [2007] niektóre z wymienionych prac fragmentarycznie opisał.

Z uwagi na czułość swoich reakcji glony wykorzystywane są jako wskaźniki zanieczyszczenia i toksyczności środowiska glebowego [Bérard et al. 2005, Zancan i in. 2006]. Wbrew temu jak się powszechnie uważa, biomasa glonów w glebie nie powstaje wyłącznie w reakcji na oddziaływanie danych czynników w momencie poboru prób. Jej wielkość zależy od określonych warunków, panujących w środowisku w całym okresie rozwoju glonów [Sieminiak 1996]. Biomasa glonów w glebach zwiększa się w miarę wzrostu opadów a maleje ze wzrostem temperatury [Sieminiak 1996]. Hamująco na rozwój glonów działa także bardzo niska temperatura, a przerywa go spadek temperatury poniżej 0°C [Sztina, Gollerbach 1976] lub długotrwała susza. W warunkach przedłużających

się okresów z bardzo niskimi temperaturami lub brakiem deszczów następuje obumieranie glonów co wyraża się obniżeniem ich biomasy. W przypadkach kiedy długotrwałe susze lub bardzo niskie temperatury nie występują, biomasa glonów może wzrastać przez cały okres obserwacji i staje się coraz większa w miarę upływu czasu. (W strefie klimatu umiarkowanego może być największa z końcem kalendarzowej jesieni).

Podobne warunki powstawania odłogów jak śródpolnych zadrzewień i oczek generują zachodzenie w nich podobnych procesów. Dlatego odłogowanie ziemi ma również korzystne znaczenie dla zachowania różnorodności gatunkowej. Stwarza ono możliwość powrotu na tereny wyłaczone z uprawy gatunków roślin i zwierząt wrażliwych na stosowane środki ochrony roślin (pestycydy i herbicydy) (Kujawa 1994, Ryszkowski, Karg, Kujawa 1999, Karg i Kujawa 2006). Odłogi stanowią więc pierwsze ogniwo ostoji sprzyjającej przeżyciu gatunków roślin i zwierząt. Mało jest dotąd poznane jak przebiegają procesy zasiedlania przez glony gleb wyłączonych z uprawy. Porównania liczebności glonów i zbiorowisk glonów w glebach o różnym czasie wyłączenia z intensywnej uprawy dotyczyły badania Lukesovej [1993] oraz Zancan i in. [2006]. Od drugiej połowy XX wieku uważa się [Sztina, Gollerbach 1976], że liczebność zarówno gatunków jak i komórek glonów w glebie zmienia się w zależności od struktury granulometrycznej gleb, a liczebności te wzrastają w kierunku od gleb lekkich do ciężkich. Badania porównujące wielkość biomasy glonów rozwijających się na glebach o różnej strukturze granulometrycznej dotyczą uprawy pszenicy ozimej [Sieminiak et al. 2007].

Celem niniejszej pracy było rozpoznanie jak glony zasiedlają gleby uprzednio użytkowane rolniczo po czterech latach odłogowania, cechujące się różnym uziarnieniem w przypadku pozostawienia ich bez ingerencji człowieka i przy zastosowaniu koszenia porastających je roślin oraz czy biomasa glonów ma związek z plonem roślin.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w okresie późnej jesieni 2006 roku, na dwóch poletkach Stacji Doświadczalnej Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Baborówku.

Termin badań wyznaczony został w okresie w którym glony osiągają zwykle największą biomasę. Ponieważ szczególnie istotny wpływ na wielkość biomasy mają opady i temperatury z okresu ostatniego półrocza [Sieminiak 1996], warunki kształtowania się biomasy glonów w skrócie przedstawione zostały w tabeli 1. Na ich podstawie można przyjąć, że wobec braku suszy i radykalnych spadków temperatury poniżej 0°C biomasa glonów do momentu badań nie tylko nie uległa obniżeniu ale była prawdopodobnie najwyższa w roku. Miesięczne opady od sierpnia do daty poboru prób w grudniu zawierały się w zakresie średnich wieloletnich opadów w tym rejonie. Natomiast średnie temperatury powietrza w każdym z miesięcy od 1 do około 4°C przewyższały średnią temperaturę

wieloletnią dls danego miesiąca odnotowaną dla Szamotuł [Woś 1974], położonych w odległości około 6 km od Baborówka . Ponieważ wielkość biomasy glonów w glebie zmienia się w ciągu roku, to dla wykazania różnic w zasiedlaniu przez nie różnych gleb wybrany został jeden termin poboru prób. Cały obszar badań charakteryzowały jednolite warunki pogodowe, natomiast poszczególne powierzchnie badawcze, wyznaczone w obrębie tego obszaru, różniły się strukturą gleby i sposobem jej użytkowania.

Tabela 1. Dane meteorologiczne za okres sierpień – grudzień 2006: średnia temperatura minimalna przy gruncie, średnia temperatura powietrza i opady
Table 1. Climatological data August to December 2006: mean of the minimum temperature at ground, mean of air temperature and rainfall

Miesiąc/ Rok	**Średnia temperatura (°C)**			Opady **(mm)**
	minimalna przy gruncie	powietrza		
	2006	2006	1951 - 1980	2006
Sierpień	12,1	18,2	17,3	114,9
Wrzesień	8,4	17,6	13,4	20,7
Październik	6,9	11,4	8,5	17,2
Listopad	2,2	6,9	3,7	29,4
Grudzień	0,9	4,8	-0.1	35,6

Dane stacji meteorologicznej Baborówko i średnie wieloletnie dla Szamotuł (Woś1974) położonych około pięć kilometrów od Baborówka.
Climatological data from meteorological station in Baborówko and mean temperature of many years for Szamotuły (Woś 1974) situated about five kilometer from Baborówko.

Pola (0,6 ha) po uprawie jęczmienia jarego, od czterech lat podlegały odłogowaniu przy czym jedno z nich jeden lub kilka razy w roku, od końca maja lub początku czerwca, było koszone na wysokości 5 cm nad ziemią. Skoszone rośliny były przy pomocy kosiarko-rozdrabniacza RG-300 rozdrabniane i pozostawały nieruszane na polu.

Obszar całego pola pokryty był siatką punktów (36 m x 36 m), naniesioną do bazy danych Systemu Informacji Geograficznej (GIS). Dzięki temu ułatwione było wyznaczenie 8 stałych poletek obserwacyjnych o powierzchni 100 m^2 każde (po cztery poletka na każdym z odłogów). Poletka różniły się uziarnieniem gleb. Na każdym z odłogów wydzielone były: gliny lekkie (gl), piasek gliniasty mocny (pgm), piasek słabogliniasty (ps), piasek gliniasty lekki (pgl). Gleby (wg. FAO) pod obydwoma odłogami należały w większości do typu gleb płowych (Orthic luvisols). Wyjątek stanowiły gliny lekkie, wchodzące w skład gleb brunatnych (Eutric cambisols). Na wyznaczonych 8 poletkach w okresie od maja do października określono skład gatunkowy rozwijających się roślin naczyniowych. Pokrycie poszczególnych gatunków oceniano procentowo wg skali Braun-Blanqueta [Matuszkiewicz 2002]. Dodatkowo określany był plon suchej masy roślin naczyniowych. Zbioru dokonywano trzy razy w roku (15.05., 20.06. i 10.07.) zgodnie z metodyką Domańskiego [2007].

Próby glebowe pobierano w trzech powtórzeniach. Przez każdą z 8 wybranych (100 m^2) powierzchni wyznaczano przy każdym poborze prób, przy pomocy siatki współrzędnych i systemu GIS przekątne kwadratu 10 m x 10 m. Wzdłuż nich wybierano losowo trzy miejsca z których wzdłuż uprzednio wyznaczonych przekątnych pobierano po siedem prób na każde powtórzenie. Próby pobierane były z powierzchni (warstwa 0-0,2 cm) i z warstwy ornej (0-30 cm) co 10 cm: 0-10, 10-20 i 20-30 cm. Próby powierzchniowe zbierane były przy pomocy noża zgodnie z metodyką wg Sztiny i Gollerbacha [1969]. Natomiast próby z warstwy ornej pobierano przy pomocy laski glebowej Egnera. Glebę przesuszano, przesiewano przez sito, a następnie zalewano 90% acetonem i przez minimum 7 godzin wytrząsano. Następnie próby przesączane były przy użyciu bibuły filtracyjnej Whatman GF/C i oznaczano w nich zawartość glonowego chlorofilu „*a*" na UV/VIS Spektrofotometrze V-550 firmy JASCO. W celu oddzielenia pochodnych chlorofilu pochodzących z resztek roślinnych zatosowano specjalnie zalecaną dla glonów glebowych metodę Lorenzena [1967]. Oznaczanie przeprowadzano pomiędzy długością fali 430 a 750 nm. Biomasa glonów oceniana była zgodnie z metodyka wg Sieminiak [1996].

Istotność wpływu badanych czynników doświadczenia na biomasę glonów glebowych oceniono za pomocą analizy wariancji stosując program komputerowy Statgraphics Plus for Windows. Istotność różnic między średnimi określono za pomocą testu istotności różnic dla zmiennych (Kołmogorov-Smirnov) lub w przypadku ANOVA testu NIR - *LSD* na poziomie istotności α=0,05.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Po czterech latach od założenia eksperymentu gleby obydwu badanych odłogów cechowała wysoka zawartość fosforu z wyjątkiem powierzchni odłogu niekoszonego położonego na piaskach gliniastych lekkich (tab. 2), gdzie zawartość fosforu mieściła się w średniej klasie zasobności [Fotyma, Mercik 1995].

Podobnie kształtowała się w badanych glebach zawartość potasu, jednakże wartości jej były istotnie wyższe (P=0,002) w glebie odłogu koszonego (rys. 1). Natomiast zawartość magnezu w obydwu odłogach mieściła się w granicach średniej klasy zasobności z wyjątkiem piasków gliniastych lekkich odłogu koszonego, gdzie ją nieznacznie przekraczała w kierunku zawartości wysokiej. Podobnie jak w przypadku potasu, była ona istotnie wyższa (P=0,002) w glebach odłogu koszonego (rys. 1). Wszystkie gleby miały pH zbliżone do obojętnego, a procentowa zawartość węgla organicznego (tab. 2) utrzymywała się na poziomie niższym od średniej krajowej wartości dla gleb brunatnych o składzie piasków gliniastych (1,08%) wg oceny gospodarstw Wielkopolski [Bieńkowski, Jankowiak 2006 za Fotyma, Mercik 1995].

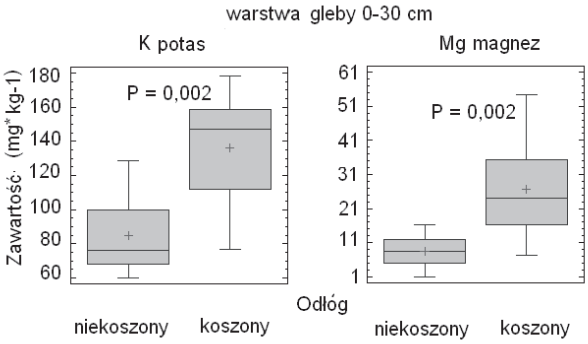
Tabela 2. Charakterystyka stanowisk poboru prób (0-30 cm głębokości) na odłogach (niekoszonym i koszonym): gatunek gleby (gliny lekkie - gl, piaski gliniaste mocne - pgl, piaski słabogliniaste - ps, piaski gliniaste lekkie - pgl), typ gleby wg FAO (brunatne i płowe), zasobność gleby i materia organiczna (próchnica)

Table 2. Characteristics of the sampling sites (0-0,3 m in the depth) of set a side lands (unmovn and movn): soil texture (clay loam - gl, clayey sand - pgl, loamy sand -ps, light sand - pgl) : soil type according to FAO (Eutric cambisols and Orthic luvisols), pH, soil richness, and organic matter content (humus)

Odłóg	Gatunek gleby	Typ gleby wg FAO	pH_{KCl}	Zasobność gleby ($mg \cdot kg^{-1}$)			Zawartość materii organicznej (%)
				P[1]	K[1]	Mg[2]	
Niekoszony	gl	brunatne *Eutric cambisols*	7,24	107,4	125,9	25,5	0,93
	pgm	płowe *Orthic Luvisols*	6,69	93,4	90,7	21,0	0,90
	ps	płowe *Orthic Luvisols*	5,94	71,6	85,2	23,5	0,83
	pgl	płowe *Orthic Luvisols*	7,48	33,2	78,3	22,9	1,00
Koszony	gl	brunatne *Eutric cambisols*	7,28	103,8	145,0	33,7	0,96
	pgm	płowe *OrthicLuvisols*	7,1	133,0	92,5	24,8	0,80
	ps	płowe *Orthic Luvisols*	7,08	88,6	149,1	31,5	0,94
	pgl	płowe *Orthic Luvisols*	7,20	155,4	165.7	46,4	1,14

Dane są średnimi trzech powtórzeń. [1] wg Egner-Riehm, [2] wg Schachtschabel

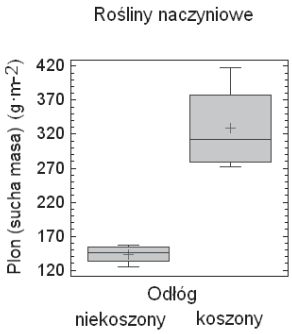
Data represent means of 3 replications. [1] according to Egner-Riehm, [2] according to Schachtschabel



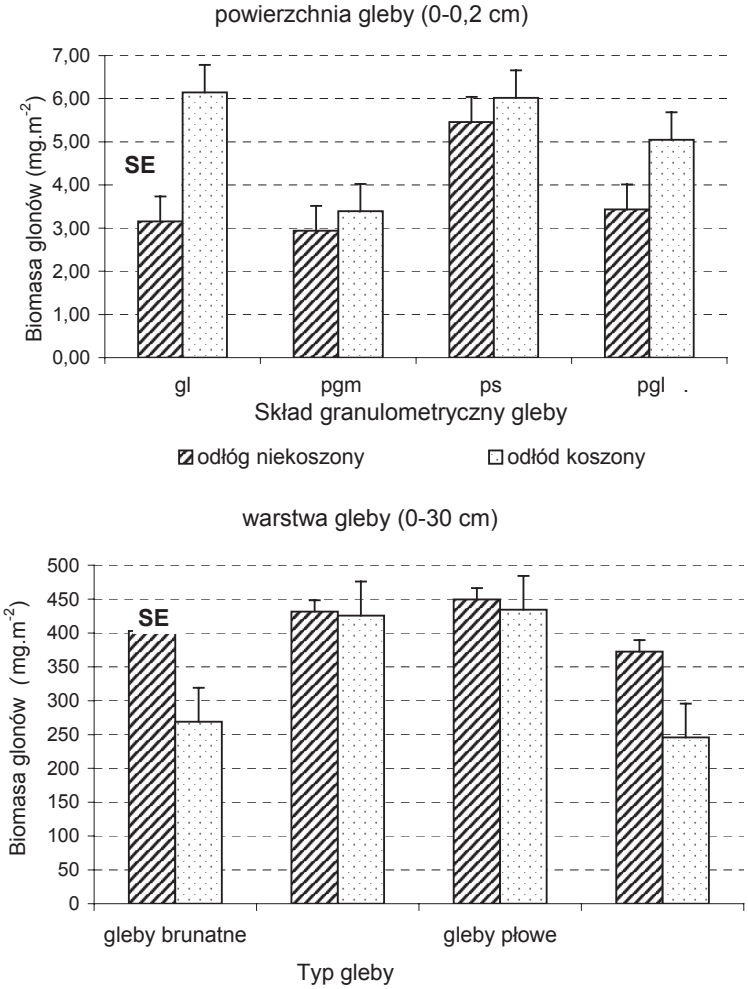
Rysunek 1. Diagramy przedstawiające zasobność gleb odłogu niekoszonego i koszonego po czterech latach odogowania w przyswajalny potas i magnez. P – poziom istotności różnic. Linia centralna w każdym diagramie wskazuje położenie mediany; Znak plus "+" wskazuje umiejscowienie średniej danego zbioru prób; Linie pionowe wskazują zakres zmienności, a punkty poza nimi prezentują wartości odstające

Figure 1. Box-and-whisker plots for the content of potassium and magnesium in unmown and mown set aside lands after four years since the cease of soil tillage and mineral fertilisation. P – significant level of differences. The sign plus "+" indicates the location of the sample means; Vertical lines indicate the range of variability, and far outside points represent outliers

Odłóg koszony (pielęgnowany) porastały głównie *Lolium perenne* L. (w 50-65%) i *Dactylis glomerata* L. z domieszką *Taraxacum officinale* Web., *Lamium purpureum* L. oraz szczególnie na glebie gliniastej *Erigeron canadensis* L., *Convolvulus arvensis* L., *Geranium pusillum* L. i *Viola arvensis* Murr. Poza tym wyłącznie na glebie gliniastej pojawiało się *Tripleurospermum inodorum* (L.) Schultz-Bip. (5%). Natomiast na odłogu niekoszonym dominowała *Dactylis glomerata* L (80-85%) z mniejszym udziałem *Lolium perenne* L., a na glebie gliniastej z domieszką *Erigeron canadensis* L., *Viola arvensis* Murr., *Geranium pusillum* L. i *Convolvulus arvensis* L. Rośliny dorastały do 70-90 cm wysokości, a na piaskach gliniastych lekkich tylko do 50-70 cm prawdopodobnie ze względu na uboższe gleby. Jak wynika z opisu na obu odłogach na glinach lekkich, z uwagi na ich większą żyzność rozwijała się większa liczba gatunków roślin. Obecność większej liczby gatunków roślin cechowała także odłóg koszony w porównaniu z odłogiem niekoszonym. Oprócz *Dactylis glomerata* L., *Lolium perenne* L., *Erigeron canadensis* L, *Viola arvensis* Murr., *Geranium pusillum* L. i *Convolvulus arvensis* L. rosnących na odłogu niekoszonym, na odłogu pielęgnowanym pojawia się również *Taraxacum officinale* Web., *Lamium purpureum* L. i *Tripleurospermum inodorum* (L.) Schultz-Bip.. Prowadzone równocześnie na obu odłogach oceny plonu suchej masy roślin naczyniowych wskazują na rozwój istotnie większej biomasy roślin (P<0,0001, rys. 2) na odłogu koszonym w porównamiu z odłogiem niekoszonym, co konweniuje z zawartością w glebie przyswajalnego potasu i magnezu. Wcześniejsze ustalenia o efektach nawożenia łąk [Falkowski 1970] potwierdzają, że koszenie i pozostawianie rozdrobnionego pokosu na polu przyczyniało się prawdopodobnie do pobudzania wzrostu roślin i rozwoju większej liczby gatunków roślin niż na odłogu niekoszonym.

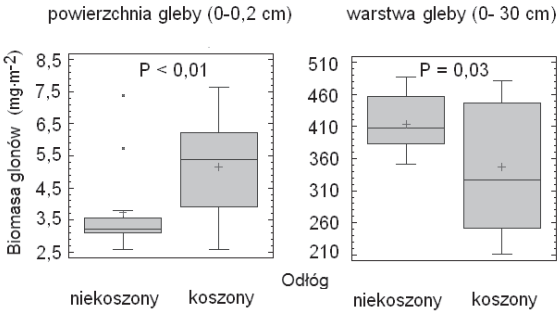


Rysunek 2. Diagramy oceniające wysokość plonu roślin naczyniowych na odłogu niekoszonym i koszonym w czwartym roku odłogowania. P - poziom istotności różnic
Figure 2. Box-and-whisker plots for the evaluation of crop of vascular plants in unmown and mown set aside lands after four years since the cease of soil tillage and mineral fertilization. P – significant level of differences



Rysunek 3. Średnia biomasa glonów (na powierzchni i w warstwie gleby 0-30 cm) pod odłogiem niekoszonym i koszonym w glebach o różnym składzie granulometrycznym: gliny lekkie (gl), piaski gliniaste mocne (pgl), piaski słabogliniaste (ps), piaski gliniaste lekkie (pgl) i różnej przynależności systematycznej: gleby brunatne i płowe. SE – błąd standardowy

Figure 3. Mean algal biomass (on the soil surface and in the soil layer 0-30 cm) under set a side lands: unmown and mown in soils of different granulometric composition: clay loam (gl), clayey sand (pgl), loamy sand (ps), light sand (pgl} and of different classification: Eutric cambisols and Orthic luvisols. SE – standard error



Rysunek 4. Diagramy przedstawiające średnią biomasę glonów (dla badanych gatunków gleb) w glebie odłogu niekoszonego i koszonego, na powierzchni i w warstwie gleby 0-30 cm po czterech latach odłogowania. P – poziom istotności różnic. Linia centralna w każdym diagramie wskazuje położenie mediany; Znak plus "+" wskazuje umiejscowienie średniej danego zbioru prób; Linie pionowe wskazują zakres zmienności, a punkty poza nimi prezentują wartości odstające

Figure 4. Box-and-whisker plots for mean algal biomass (for soil textures study) on the soil surface and in the soil layer 0-30 cm in depth in soils of unmown and mown set aside lands after four years since the cease of soil tillage and mineral fertilization. P – significant level of differences. The center line in each box shows the location of the sample medians; The sign plus "+" indicates the location of the sample means; Vertical lines indicate the range of variability, and far outside points represent outliers

Biomasa glonów na powierzchni odłogu niekoszonego kształtowała się średnio w granicach 2,94–5,46 mg·m^{-2} (rys. 3) i była istotnie niższa (P<0,01, rys. 4) od biomasy glonów na powierzchni odłogu koszonego, której wartości średnie przypadające na poszczególne uziarnienia gleb wynosiły od 3,39 do 6,15 mg·m^{-2} (rys. 3). Podobnie jak w przypadku roślin wyższych większa biomasa glonów na powierzchni odłogu pielęgnowanego odpowiada stwierdzonej tu wyższej zawartości potasu i magnezu. Pozostawiane na powierzchni, rozdrobnione pokosy roślin, rozkładając się musiały stwarzać lepsze warunki dla rozwojowi glonów w porównaniu z odłogiem niekoszonym. Rośliny nie hamowały rozwoju glonów w cienkiej warstwie powierzchni gleby odłogu pielęgnowanego. Glony wobec braku konkurencji roślin rozwijały się na powierzchni obficiej, korzystając z substacji mineralnych, które po rozkładzie pokosu roślin nie zdążyły przeniknąć w głąb gleby. Inaczej glony zasiedlały glebę w warstwie do 30 cm głębokości. Większe biomasy glonów stwierdzone zostały w glebach na odłogu niekoszonym, średnio od 373 do 449 mg·m^{-2} (rys. 3). Wartości ich były istotnie wyższe (P=0,03, rys. 4) od odpowiadających im wartosci biomasy glonów w glebach odłogu koszonego, które zawierały się w przedziale od 246 do 434 mg·m^{-2} (rys.3). Rośliny naczyniowe dzięki rozbudowanemu systemowi korzeni efektywniej niż glony wykorzystywały dostępne pierwiastki

(większa sucha masa roślin na odłogu koszonym niż na odłogu niekoszonym) przez co wykazały wpływ na rozwój glonów ograniczając ich rozwój. Fakt ten potwierdza wynik analizy wariancji (bardzo wysoka liczba statystyki Fishera-Snedocora) dla biomasy glonów w warstwie gleby 0-30 cm i plonu roślin naczyniowych na obu odłogach, P=0,04, F=374 (tab. 3). Jest to kolejny dowód na to, że walkę o zdobycie nutrientów wygrywaja z glonami zawsze rośliny wyższe [Sieminiak 1997]. Po raz pierwszy, przy użyciu pierwiastków znakowanych udowodnił to Fuller i Rogers 1952. Glony ze środowiska zabierają tylko nadmiar substancji mineralnych, którego rośliny wyższe nie wykorzystują, zagospodarowując przez swój rozwój nadwyżę biogenów w siedlisku.

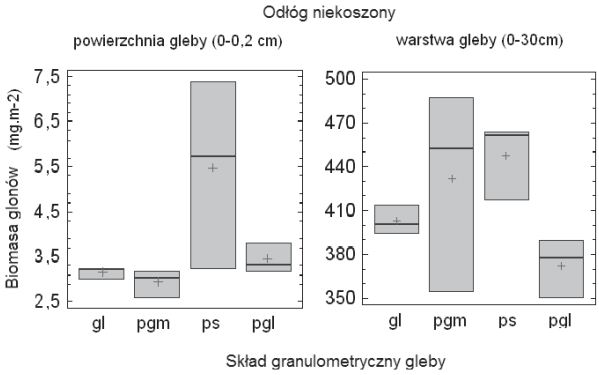
Tabela 3. Wyniki analizy wariancji ANOVA i testu wielokrotnych porównań ($NIR_{0,05}$) dla biomasy glonów ($mg \cdot m^{-2}$) w warstwie gleby 0-30 cm głębokości, na obu odłogach przy różnym plonie roślin naczyniowych ($g \cdot m^{-2}$)

Table 3. ANOVA Table and result of Multiple Range Tests ($LSD_{0,05}$) for algal biomass ($mg*m^{-2}$) in the soil layer 0 -30 cm depth of both set a side lands by different crop of vascular plants ($g \cdot m^{-2}$)

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Stopnie swobody Df	Średni kwadrat	Test F	Poziom istotności
Między grupami	165343,0	22	7515, 59	373, 60	0,040
Wewnątrz grup	20,1168	1	20, 1168		
Razem	165363, 0	23			

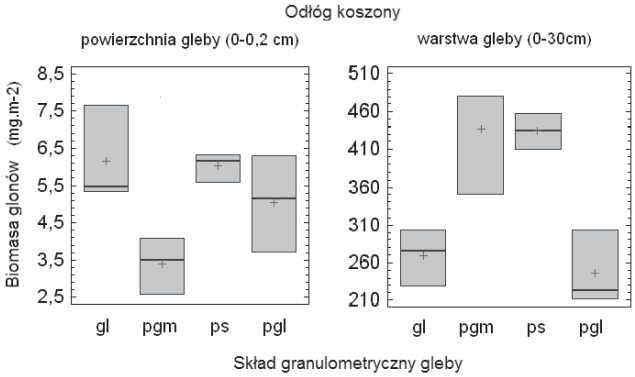
Słabe powiązania między rozwojem biomasy glonów a glebami o różnym uziarnieniu (P=0,0674, F=3,55) stwierdzone zostały na powierzchni odłogu niekoszonego. Natomiast nie stwierdzono takich powiązań w warstwie gleby do głębokości 30 cm (P=0,163, F=2,22, rys. 5). Wskazuje to na zaawansowany proces przemian zachodzących w zasiedlaniu gleb przez glony pod wpływem odłogowania gleb. Glony licznie zasiedlające gleby podlegające uprawie wobec wstrzymania zasilania tych gleb nawozami odczuwają brak dostarczanych dotąd substancji mineralnych. Przestają więc rozwijać się w zubożałych siedliskach odłogu i przenoszą się do miejsc aktualnie bogatszch w pierwiastki potrzebne im do rozwoju.

Odmiennie zachowywały się glony w glebach odłogu pielęgnowanego corocznym koszeniem. Zarówno na powierzchni gleby, jak i w warstwie do 30 cm struktura granulometryczna gleb miała istotny wpływ na zasiedlanie gleb przez glony (rys. 6). W warstwie powierzchniowej gleby z jednej strony utrzymywała się stosunkowo wysoka biomasa glonów na piaskach słabogliniastych, z drugiej strony zaznaczyła się już wyraźnie tendencja do liczniejszego zasiedlania gleb cięższych jak gliny lekkie i piaski gliniaste lekkie (tab. 4). Natomiast odwrotnie zasiedlenie przebiegało w warstwie gleby 0-30 cm głębokości. Tutaj najsłabiej zasiedlone były przez glony gliny lekkie i piaski gliniaste lekkie, a najobficiej piaski gliniaste mocne i piaski słabogliniaste (rys. 6, tab. 5) .



Rysunek 5. Udział biomasy glonów na powierzchni i w warstwie gleby 0-30 cm głębokości odłogu niekoszonego, przy różnym składzie granulometrycznym gleb: gliny lekkie (gl), piaski gliniaste mocne (pgl), piaski słabogliniaste (ps), piaski gliniaste lekkie (pgl).). Podano zakres zmienności, medianę (centralna linia w każdym diagramie) i wartości średnie (znak plus "+")

Figure 5. The share of algal biomass on the soil surface and in the soil layer 0-30 cm in depth of mown set aside land by different granulometric composition of soil: clay loam (gl), clayey sand (pgl), loamy sand (ps), light sand (pgl). The range of variability, medians (the center line in each box) and means (the sign plus "+") were given



Rysunek 6. Udział biomasy glonów na powierzchni i w warstwie gleby 0-30 cm głębokości odłogu koszonego, przy różnym składzie granulometrycznym gleb: gliny lekkie (gl), piaski gliniaste mocne (pgl), piaski słabogliniaste (ps), piaski gliniaste lekkie (pgl). Podano zakres zmienności, medianę (centralna linia w każdym diagramie) i wartości średnie (znak plus "+")

Figure 6. The share of algal biomass on the soil surface and in the soil layer 0-30 cm in depth of mown set aside land by different granulometric composition of soil: clay loam (gl), clayey sand (pgl), loamy sand (ps), light sand (pgl). The range of variability, medians (the center line in each box) and means (the sign plus "+") were given

Tabela 4. Wyniki analizy wariancji ANOVA i testu wielokrotnych porównań ($NIR_{0,05}$) dla biomasy glonów ($mg \cdot m^{-2}$) na powierzchni gleby odłogu koszonego przy różnym składzie granulometrycznym gleby: gliny lekkie (gl), piaski gliniaste mocne (pgm), piaski słabogliniaste (ps), piaski gliniaste lekkie (pgl)

Table 4. ANOVA Table and result of Multiple Range Tests ($LSD_{0,05}$) for algal biomass ($mg \cdot m^{-2}$) on the soil surface of mown set a side land with different soil texture class: clay loam (gl), clayey sand (pgm), loamy sand (ps), light sand (pgl)

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Stopnie swobody Df	Średni kwadrat	Test F	Poziom istotności
Między grupami	14,5706	3	4,85686	4,78	0,034
Wewnątrz grup	8,13642	8	1,01705		
Razem	22,707	11			

Tabela 5. Wyniki analizy wariancji ANOVA i testu wielokrotnych porównań ($NIR_{0,05}$) dla biomasy glonów ($mg \cdot m^{-2}$) w warstwie gleby 0-30 cm głębokości na odłogu koszonym przy różnym skladzie granulometrycznym gleby: gliny lekkie (gl), piaski gliniaste mocne (pgm), piaski słabogliniaste (ps), piaski gliniaste lekkie (pgl)

Table 5. ANOVA Table and result of Multiple Range Tests ($LSD_{0,05}$) for algal biomass ($mg \cdot m^{-2}$) in the soil layer 0-30 cm in depth of mown set a side land with different soil texture class: clay loam (gl), clayey sand (pgm), loamy sand (ps), light sand (pgl)

Źródło zmienności	Suma kwadratów	Stopnie swobody Df	Średni kwadrat	Test F	Poziom istotności
Między grupami	96401,76	3	32133,9	12,64	0,002
Wewnątrz grup	20331,3	8	2541,41		
Razem	116733,0	11			

Wpływ różnych struktur granulometrycznych na zasiedlanie gleb przez glony w glebach odłogowanych ujawnił się słabiej niż w glebach podlegających uprawie orkowej (Sieminiak i in. 2007). Jedną z przyczyn musiało być przemieszczania się glonów do miejsc bogatszych w pierwiastki przyswajalne z powodu zaprzestania nawożenia. Drugą przyczyną była najprawdopodobniej różnica w czasie określonego użytkowania gleb. Zastosowanie orki na polach sięgało setek lat. Czas ten pozwolił maksymalnie zająć powierzchnie gatunkom zdolnym dostosować się do wymogów uprawy roli. W porównaniu do tak długiego okresu oddziaływania czynników składających się na uprawę gleb, 4 lata od czasu wprowadzenia odłogowania, to dopiero początek warunków dla rozwoju nowych gatunków, które ze względu na stosowane zabiegi agrotechniczne nie mogły się tu dotąd rozwijać.

WNIOSKI

1. Na glebach pozostawionych bez ingerencji człowieka zależności między zasiedlaniem przez glony gleb o różnym uziarnieniu były bardzo słabe lub nie ujawniły się - rezultat przemieszczania się glonów ze zubożałych w wyniku zaprzestania nawożenia gleb odłogu do gleb aktualnie żyźnieszych i wejście gatunków ginących w uprawach rolnych.

2. W glebach odłogowanych, gdzie zastosowano koszenie roślin i pokos pozostawał na polu, skład granulometryczny gleb miał wpływ na zasiedlanie gleb przez glony. W warstwie gleby do 30 cm głębokości najmniej licznie glony występowały na glinach i piaskach gliniastych lekkich. Natomiast na powierzchni wymienione gleby zasiedlane były liczniej. Także dość licznie glony rozwijały się na piasach słabogliniastych.

3. Odłóg pielęgnowany cechowała istotnie wyższa zawartość potasu i magnezu, wyższa sucha masa roślin naczyniowych i rozwóju większej liczby gatunków roślin niż na odłogu niekoszonym.

4. Niższa na odłogu pielęgnowanym koszeniem niż na odłogu niekoszonym, biomasa glonów w warstwie gleby 0-30 cm głębokości w połączeniu z przeciwnymi wynikami dla suchej masy roślin wyższych wskazuje, że glony nie stanowią dla roślin konkurencji przy zdobywaniu nutrientów potrzebnych im do rozwoju.

5. Biomasa roślin rozwjających się na obu odłogach wykazała wpływ na wielkość biomasy glonów w warstwie gleby o głębokości 0-30 cm.

Pracę wykonano w ramach projektu badawczego 2P04G059 finansowanego ze środków MniSW (Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego)

BIBLIOGRAFIA

Bérard A., Dorigo U., Humbert J.F., Martin-Laurent F. 2005. *Microalgae community structure analysis based on 18S rDNA amplification from DNA extracted directly from soil as a potential soil bioindicator.* Agron. Sustain. Dev. 25: 285-291 DOI: 10.1051/agro:2005004

Bieńkowski J., Jankowiak J. *Zawartość węgla organicznego w glebie i jego zmiany pod wpływem różnych systemów produkcji.* Fragm. Agron. 2, 2006, s. 216-225.

Broady P.A. *Wind dispersal of terrestrial algae at Signy Island, South Orkney Islands Br*. Antarct. Surv. Bull. 48, 1979, s. 99-102.

Domański P.J. *Trawy najwyższej jakości.* Farmer. pl 2007-07-17 02:53:38 s. 1-3: http://www.farmer.pl/produkcja-roslinna/pastewne/trawy_najwyzszej_jakosci,e3d7871770 598f1e13d5.html [dostęp: 17.lipca 2007]

Domracheva L. I. „*Cvetiene" pochvy i zakonomernosti jevo razvitiya*. Syktywkar, 2005, 335 ss.

Falkowski M. Łąkoznawstwo. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 1970, 376 ss.

Fotyma M., Mercik S. *Chemia rolna*. PWN Warszawa, 1995, 356 ss.

Fuller W.H., Rogers R.N. *Utilization of the phosphorus of algal cells as measured by the Neubayer technique*. Soil Sci. 74, 6, 1952, s. 417-430.

Gollerbakh M.M., Shtina E.A. *Pochviennyje vodorosli*. Nauka, Leningrad, 1969, 228 ss.

Karg J., Kujawa K. *The importance of young shelterbelts for biodiversity in an agricultural landscape*. Annual Report 2006, s. 74-76.

Kujawa K. *Influence of land-use change within agricultural landscapes on the abundance and diversity of breeding bird communities*. W: Ryszkowski L., Bałazy S. (red.) *Functional Appraisal of Agricultural Landscapes in Europe* (EUROMAB and INTECOL Seminar). ZBŚRiL PAN Poznań, 1994, s. 183-196.

Lorenzen C.J. *Determination of chlorophyll and pheo-pigments: spectrophotomrtric equations. Limnol. Oceanogr*. 12, 1967, s. 343-346.

Lukesova A. *Soil algae in four secondary successional stages on abandoned fields*. Algological Studies 71, 1993, s. 81-102.

Reisser W. *The Hidden Life of Algae Underground*. W: Seckbach J. *Algae and cyanobacteria in extreme environments*. Springer, The Hebrew Univ. of Jerusalem, Israel, 2007, s. 49-58.

Ryszkowski L., Karg J., Kujawa K. *Ochrona i kształtowanie różnorodności biologicznej w krajobrazie rolniczym*. W: Ryszkowski L., Bałazy S. (red.), Zakład Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN Poznań, *Uwarunkowania ochrony różnorodności biologicznej i krajobrazowej*. 1999, s. 59-80.

Matuszkiewicz T. *Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski*. PWN Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 2001, 537 ss.

Shtina E.A. *Über die Verbreitung und ökologishe Bedeutung der Algen in Ackerboden*. Pedobiologia 9, 1969, s. 226-242.

Shtina E.A., Gollerbakh M. M. *Ekologija pochviennych vodoroslej*. Nauka, Moskva, 1976, 144 ss.

Sieminiak D. *Evaluation of algal biomass in the soil of a barren land*. Ekol. Polska 44, 1996, s. 225-246.

Sieminiak D. *Biomasa glonów w glebie terenów krajobrazu rolniczego*. Rocz. Akademii Rolniczej w Poznaniu CCXVIV, Melior. Inż. Środ. 19,1, 1997, s. 47-54.

Sieminiak D., Pecio A., Kubsik K. *Biomasa glonów w glebach o różnym składzie granulometrycznym w okresie początkowego wzrostu pszenicy ozimej*. Fragm. Agron. 4, 2007, s. 169-175.

Vishnivetskaya T. *Viable Cyanobacteria and Green Algae from the Permafrost Darkness* . W: Ed: Margesin R. *Permafrost Soils*. Springer, Germany, 2008, s. :73-84.

Woś A. *Klimat Niziny Wielkopolskiej*. UAM Wydawnictwo Naukowe, Poznań, 1994, 192 ss.

Zancan S., Trevisan R., Paoletti M.G. *Soil algae composition under different agro-ecosystems in North-Eastern Italy*. Agriculture, Ecosystems and Environment 112, 2006, s. 1-12.

Dr Dorota Sieminiak
Zakład Systemów Rolniczych
Instytut Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN
ul. Szeherezady 74
60-195 Poznań
e-mail: dsieminiak@poczta.onet.pl

Prof. nadzw. dr hab. Alicja Pecio
Zakład Żywienia Roślin i Nawożenia
Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa,
Państwowy Instytut Badawczy
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
e-mail: alap@iung.pulawy.pl

Dr Krzysztof Kubsik
Stacja Doświadczalna w Baborówku
Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa
Państwowy Instytut Badawczy
64-500 Szamotuły
e-mail: sdbabor2@poczta.onet.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. Ryszard Śliizowski*