

Zbiorowiska okrzemek rozwijające się na glebach pyłowych pod uprawą kukurydzy w rejonie Podkarpacia

JADWIGA STANEK-TARKOWSKA i TERESA NOGA

STANEK-TARKOWSKA, J. AND NOGA, T. 2012. The diatoms communities developing on dust soils under sweet corn cultivation in Podkarpacie region. *Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica* 19(2): 525–536. Kraków. PL ISSN 1640-629X.

ABSTRACT: The study of soil diatoms was carried out on Podkarpacie province the area in villages of Dąbrowa and Boguchwała, where two systems of cultivation of farmland, traditional and simplistic one, and different systems of fertilization were used. The aim of work was to examine the diversity of soil diatoms depending on the system of cultivation used on the same soil – silty-loam (pH) under the sweet corn cultivation and to check how different types of fertilization have an influence on the development and diversity of groups of soil diatoms. In the studied material 74 taxa of soil diatoms were founded, including the most in samples taken from simplistic system of farming – 51 taxa. The most abundant dominants were: *Amphora montana*, *Stauroneis thermicola*, *Mayamaea* cf. *atomus* var. *permitis*, *Nitzschia palea* and *Pinnularia obscura* (in Dąbrowa) and *Halamphora montana*, *Nitzschia palea*, *Hantzschia abundans*, *Mayamaea atomus* var. *atomus* and *Nitzschia pusilla* (in Boguchwała).

KEY WORDS: soil diatoms, diversity, taxonomy, clayey dust, Podkarpacie region

J. Stanek-Tarkowska, Uniwersytet Rzeszowski, Wydział Biologiczno-Rolniczy, Katedra Gleboznawstwa Chemii Środowiska i Hydrologii, ul. Ćwiklińskiej 2, 35-601 Rzeszów, Polska; e-mail: jagodastanek@wp.pl; T. Noga, Uniwersytet Rzeszowski, Wydział Biologiczno-Rolniczy, Zakład Biologicznych Podstaw Rolnictwa i Edukacji Środowiskowej, ul. Ćwiklińskiej 2, 35-601 Rzeszów, Polska; e-mail: teresa.noga@interia.pl

WSTĘP

Głony glebowe (zarówno prokariotyczne, jak i eukariotyczne) stanowią bardzo ważną grupę mikroorganizmów glebowych zasiedlającą różne siedliska, także ekstremalne, jak np. gorące pustynie czy Antarktyka. Większość z nich to organizmy kosmopolityczne, wśród których najczęściej występują zielenice, sinice, okrzemki, różnowiciowe, rzadziej eugleniny czy krasnorosty (METTING 1981; HOFFMANN 1989; SIEMINIAK 2000; ZANKAN i in. 2006).

Ekosystemy glebowe charakteryzują się niestabilnością warunków środowiskowych. Rolnicza działalność człowieka sprawia, że gleby narażone są na erozję i degradację poprzez: przesuszanie, stosowanie środków ochrony roślin, głęboką orkę, wprowadzanie do gleb mikro- i makroelementów. Ostatnio coraz częściej stosuje się konserwujące lub uproszczone systemy uprawy roli, które mają zapobiegać erozji gleb. Głony glebowe są

pierwotnymi producentami substancji organicznych, jak również źródłem pożywienia dla heterotroficznych organizmów glebowych. Poprzez scementowanie cząstek gleby przyczyniają się do jej stabilizacji. Obok mszaków i porostów glony naziemne mają duże znaczenie jako organizmy pionierskie przy osiedlaniu się na otwartych glebach inicjalnych, obszarach po wybuchu wulkanów, pożarach lasu itp. (BOOTH 1941; SCHWABE & BEHRE 1972; JOHANSEN i in. 1993; EVANS & JOHANSEN 1999) a także na glebach zdegradowanych przez człowieka (KALINOWSKA i in. 2008; SKOWROŃSKI i in. 2002; TRZCIŃSKA & PAWLIK-SKOWROŃSKA 2008).

Związek pomiędzy poszczególnymi grupami glonów glebowych a roślinami wyższymi jak dotąd nie jest w pełni poznany. Istnieje zależność pomiędzy odczynem gleby a bogactwem gatunkowym flory glonów glebowych, analogicznie jak u roślin wyższych. Wapienne, alkaliczne gleby są na ogół bogatsze w gatunki niż kwaśne gleby krzemianowe (REISIGL 1964; LUKEŠOVÁ & HOFFMANN 1995).

Ogromne bogactwo i różnorodność glonów sprawia, że stopień ich poznania jest nierównomierny, co dotyczy niewątpliwie także glonów glebowych. Zmieniają one skład gatunkowy pod wpływem stosowania nawozów sztucznych, rozpylania pestycydów, zanieczyszczenia pyłami przemysłowymi, przesuszania gleb, itp. (SIEMIŃSKA i in. 2006).

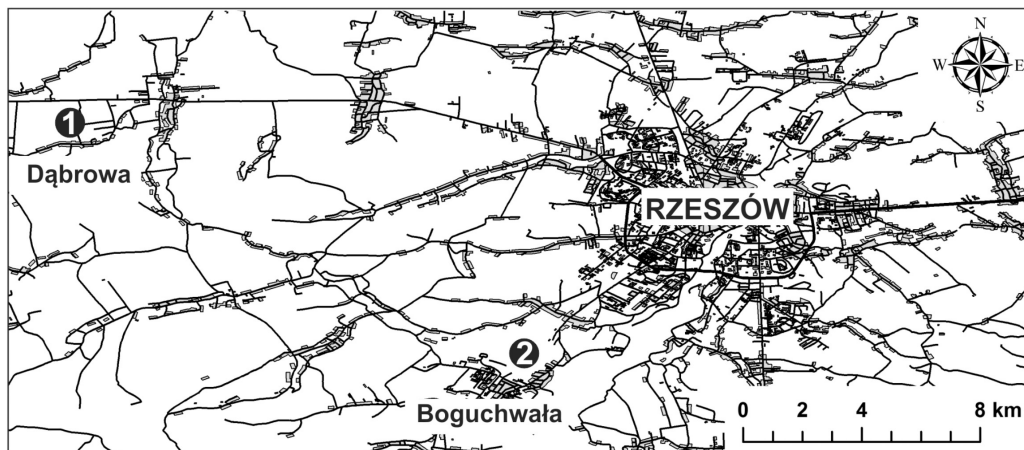
Glony glebowe badane są głównie pod kątem występowania zielenic i sinic, natomiast okrzemki oznaczane są zazwyczaj sporadycznie (SKALNA 1979; ŻUREK 1981; SIEMINIAK 2000, 2007, 2009; ETL & GÄRTNER 1995; SKOWROŃSKI i in. 2002; ZANKAN i in. 2006; KALINOWSKA i in. 2008). Niewiele jest prac dotyczących składu florystycznego okrzemek glebowych występujących na polach uprawnych i wpływu uprawy czy systemu nawożenia na ich różnorodność (BÉRARD i in. 2004; ZANKAN i in. 2006; AL-FREDAN & FATHI 2007; DOROKHOVA 2007; KALINOWSKA & PAWLIK-SKOWROŃSKA 2008; GALONJA COGHILL i in. 2009; ŠKALOUD 2009).

Celem pracy było poznanie bogactwa gatunkowego okrzemek w zależności od zastosowanego systemu uprawy roli na tej samej glebie (pyle ilastym pfi pod uprawą kukurydzy) oraz różnych typów nawożenia.

TEREN BADAŃ

Region Podkarpacia jest mocno zróżnicowany pod względem geomorfologicznym, a to warunkuje bogactwo rzeźby, roślinności i różnorodności gleb.

Materiał do badań pobrano z gleb użytkowanych rolniczo w miejscowości Dąbrowa i Boguchwała. Dąbrowa położona jest przy głównej trasie z Rzeszowa do Krakowa (Ryc. 1), jest niewielką wsią o charakterze rolniczym, administracyjnie należąca do gminy Świlcza. Rozpościera się na pograniczu dwóch makroregionów: Pogórza Karpackiego i Kotliny Sandomierskiej, w obrębie których można wyróżnić: Podgórze Rzeszowskie, Pradolinę Podkarpacką oraz Płaskowyż Kolbuszowski. Rzeźbę terenu Podgórze Rzeszowskiego charakteryzują niewielkie wzniesienia rzędu 210–300 m n.p.m. Najwyższe wzniesienie, w okolicach Trzciany sięga 342 m n.p.m. Boguchwała znajduje się na granicy Przedgórze Rzeszowskiego i Pogórza Strzyżowskiego i jest to tzw. Zapadlisko Przedkarpackie.



Ryc. 1. Lokalizacja stanowisk badawczych

Fig. 1. Location of research sites

Miejscowość położona jest przy głównej trasie z Rzeszowa do Barwinka E371. Gleby wytworzone na tym terenie powstały z glin zwałowych oraz piasków rzecznych pochodzących z miocenu.

Pola, na których prowadzono doświadczenia położone były na stokach o niewielkim nachyleniu i wystawie zachodniej (Ryc. 1).

MATERIAŁ I METODY

Do badań wybrano dwa gospodarstwa indywidualne, na których założono doświadczenia polowe w miejscowości Boguchwała i Dąbrowa. Na polach doświadczalnych wysiano kukurydzę wiosną 2009 roku na tej samej glebie (pył ilasty).

Na polu doświadczalnym w Dąbrowie zastosowano dwa systemy uprawy roli pod kukurydzą: – tradycyjny – płużny (TT) z późniwym pozostawianiem słomy w postaci siewki, oparty na orce pługiem odkładnicowym (orka do głębokości 30 cm) z doprawianiem roli tradycyjnymi narzędziami oraz uproszczony system uprawy roli (TU) z późniwym pozostawianiem słomy w postaci siewki, z zastosowaniem kultywatora o sztywnych łapach (wzruszenie wierzchniej warstwy ok. 10 cm) i doprawianiem roli tradycyjnymi narzędziami. Na obydwu polach zastosowano środek chwastobójczy w tej samej dawce na hektar (Merlin Super 537 SC w dawce $1,5 \text{ l} \times \text{ha}^{-1}$) oraz wysiano tą samą ilość nawozów. Przed siewem zastosowano nawożenie w dawce 80 kg N, 50 kg P_2O_5 i 100 kg ha^{-1} w formie saletry amonowej i polifoski 8–24–24.

Natomiast na polu doświadczalnym w Boguchwałce wydzielono trzy poletka, gdzie pod uprawą kukurydzy zastosowano trzy systemy nawożenia. Przed siewem zastosowano pod kultywator nawożenie NPK w dawce 80 kg N, 50 kg P_2O_5 i 100 kg ha^{-1} w formie saletry amonowej i polifoski 8–24–24. Następnie po wschodach wykonano oprysk herbicydem Merlin Super 537SC w dawce $1,5 \text{ l} \times \text{ha}^{-1}$. W maju i czerwcu 2009 r. zastosowano różne dawki nawożenia:

poletko I (N_0 czyli zerowa dawka azotu)

poletko II (N_{40} dawka 40 kg N/ha)

poletko III (N_{80} dawka 80 kg N/ha)

Próbki gleby pobrano z warstwy 0–3 cm do szalek Petriego o średnicy 8,8 cm (średnia masa świeżej gleby w szalce wynosiła ok. 90 g). Glebę pobrano do trzech szalek z każdego pola w Dąbrowie (TT – uprawa

tradycyjna i TU – uprawa uproszczona), oraz z poletek doświadczalnych w Boguchwale (I–III), w pełni okresu wegetacyjnego dla kukurydzy. Materiał do badań pobierano w lipcu 2009 r. w Dąbrowie oraz we wrześniu 2009 r. w Boguchwale. Bezpośrednio po zebraniu prób w terenie część gleby pobranej do szalek Petriego została poddana maceracji w kwasach (w celu wyprażenia i uzyskania czystych pancerzyków okrzemek). Z oczyszczonego materiału zostały sporządzone trwale preparaty po zatopieniu w żywicy syntetycznej – PLEURAX (współczynnik załamania światła 1,75). Materiał zebrano i opracowano wg metod stosowanych przez KAWECKĄ (1980).

Wraz z materiałem krzemkowym zostały pobrane próbki gleby z wierzchniej warstwy, celem wykonania w laboratorium podstawowej analizy fizykochemicznej gleby – odczyn w KCl, substancja organiczna metodą TJURINA (1965), skład granulometryczny metodą areometryczną Bouyoucosa-Casagrande w modyfikacji Pruszyńskiego (LITYŃSKI i in. 1976).

Okrzemki były identyfikowane pod mikroskopem NICON ECLIPSE 80i przy powiększeniu 1000 \times , na podstawie kluczy: KRAMMER i LANGE-BERTALOT (1986, 1988, 1991a, b), BUKHTYAROVA i ROUND (1996), KRAMMER (2000), LANGE-BERTALOT (1993, 2001), HOFMANN i in. (2011).

Liczebność okrzemek uzyskano przez zliczanie wszystkich okazów w losowo wybranych polach widzenia mikroskopu do uzyskania łącznej liczby 300 komórek. Jako gatunki dominujące przyjęto te, których udział w zbiorowisku wynosił 5% i więcej (Tab. 3, Ryc. 2).

WYNIKI

Analiza właściwości fizykochemicznych gleb wskazuje, że na wszystkich badanych stanowiskach była ta sama gleba o składzie granulometrycznym odpowiadającemu pyłowi ilastemu. Najwyższą zawartość substancji organicznej stwierdzono w glebie na stanowisku w Boguchwale, natomiast na stanowisku w Dąbrowie więcej substancji organicznej zawierała gleba, na której zastosowano system uprawy roli uproszczony (TU). Analiza odczynu gleby wykazała również wyraźnie różnice pomiędzy uprawą tradycyjną a uproszczoną. Wyższe pH, zbliżone do obojętnego oznaczono w glebie z uprawą tradycyjną (TT) na obydwu badanych stanowiskach (Tab. 1).

Przeprowadzone badania nad różnorodnością okrzemek glebowych w dwóch systemach uprawy oraz przy zastosowaniu różnych dawek nawozowych pozwoliły na wyróżnienie w zebranych materiale łącznie 74 taksony okrzemek. Stanowisko w miejscowości Dąbrowa charakteryzowało się większą różnorodnością gatunkową (62 taksony) niż stanowisko w Boguchwale (47 taksonów). Na glebie z uprawą uproszczoną (TU) oznaczono najwięcej okrzemek – 51 taksonów. Na stanowisku w Boguchwale, gdzie zastosowano różne systemy nawożenia azotem, najwięcej taksonów rozwijało się na poletku I, które nie było nawożone

Tabela 1. Wybrane właściwości fizykochemiczne badanych gleb w miejscowości Dąbrowa i Boguchwała. Dane przedstawiono w postaci średniego \pm odchylenia standardowego (n=3)

Table 1. Selected physicochemical properties of the soil in the villages of Dąbrowa and Boguchwała. Data are expressed as means \pm the standard deviation (n=3)

Typ uprawy	Głębokość [cm]	Symbol gleby	Substancja organiczna [%]	Odczyn KCl
TT (tradycyjna)	0–3	płi	1,72 \pm 0,03	7,2
TU (uproszczona)	0–3	płi	2,06 \pm 0,05	5,8
I–III (tradycyjna)	0–3	płi	3,60 \pm 0,17	6,5

Tabela 2. Lista taksonów okrzemek stwierdzonych na polu z uprawą tradycyjną (TT) i uprawą uproszczoną (TU) w miejscowości Dąbrowa oraz na polu w Boguchwałe z zastosowaniem trzech systemów nawożenia azotem (I–III)
Table 2. List of taxa of diatoms was found in a field under traditional tillage (TT) and reduced tillage (TU) in a village of Dąbrowa and in a field of Boguchwała was three systems of fertilization were used (I–III)

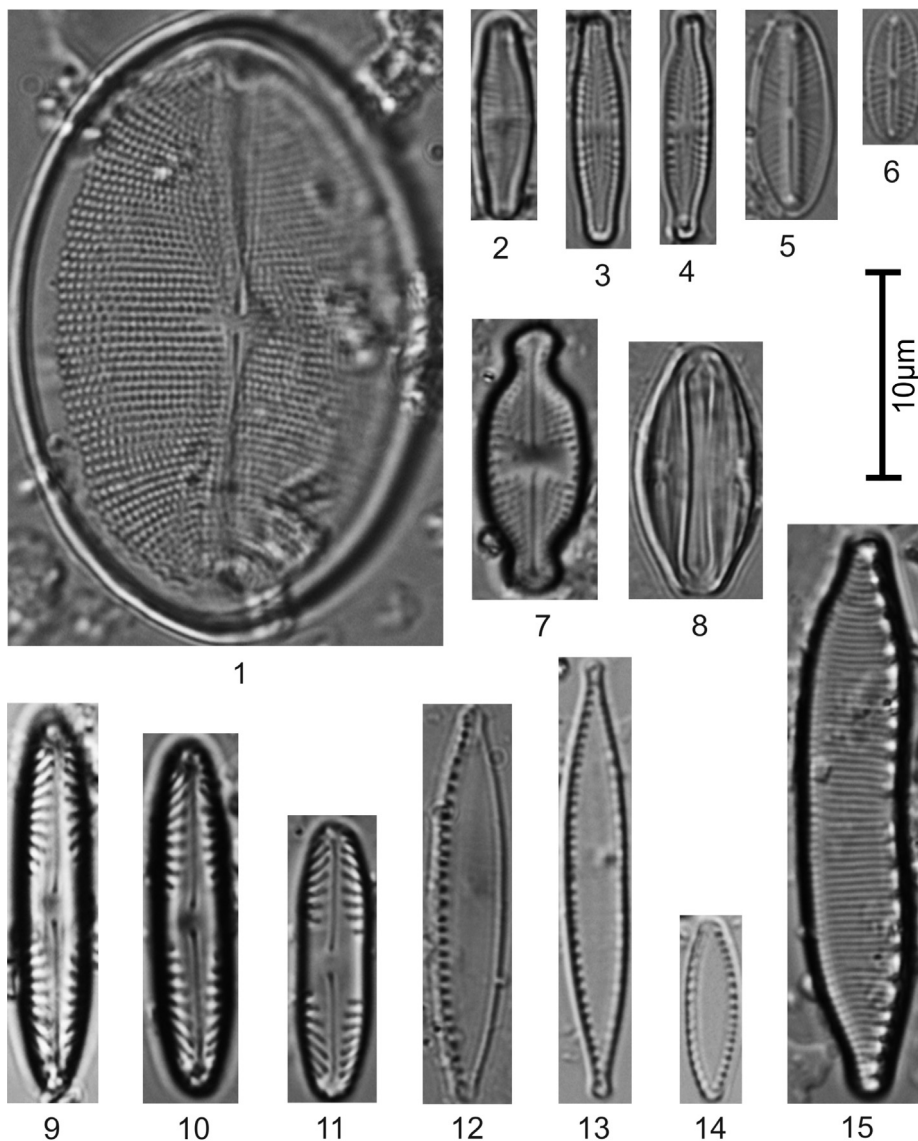
Data – Date	TT	TU	I.	II.	III.
	07.2009	07.2009	09.2009	09.2009	09.2009
Stanowiska – Localities	Dąbrowa		Boguchwała		
<i>Achnanthydium minutissimum</i> (Kütz.) Czarn.	+	+	+		
<i>Amphora copulata</i> (Kütz.) Schoenam & Archibald		+			
<i>Amphora pediculus</i> (Kütz.) Grun.	+	+			
<i>Amphora</i> sp.		+			
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenb.	+	+	+		
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenb.) Grun.	+				
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenb.) Van Heurck	+	+	+	+	
<i>Craticula</i> cf. <i>molestiformis</i> (Hust.) D.G. Mann		+	+		
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.		+		+	+
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	+	+	+		
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) D.G. Mann	+	+			
<i>Eolimna minima</i> (Grun.) Lange-Bert.	+	+	+	+	+
<i>Eolimna subminiscula</i> (Manguin) Moser, Lange-Bert. & Metzeltin			+	+	+
<i>Fallacia monoculata</i> (Hust.) D.G. Mann		+	+	+	+
<i>Fragilaria parasitica</i> (W. Smith) Grun. var. <i>parasitica</i>		+			
<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kütz.) Petersen	+	+			
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kütz.) Kütz.	+	+			
<i>Gomphonema tergestinum</i> (Grun.) M. Schmidt			+		
<i>Gomphonema</i> cf. <i>angustum</i> (Kütz.) Rabenh.			+		
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz.) Rabenh.		+			
<i>Halamphora montana</i> (Krasske) Levkov	+	+	+	+	+
<i>Hantzschia abundans</i> Lange-Bert.	+	+	+	+	+
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenb.) Grun.	+	+	+	+	+
<i>Hippodonta capitata</i> (Ehrenb.) Lange-Bert., Metzeltin & Witkowski	+	+	+		
<i>Luticola cohnii</i> (Hilse) D.G. Mann			+		
<i>Luticola mutica</i> (Kütz.) D.G. Mann	+	+	+	+	+
<i>Luticola paramutica</i> (Bock) D.G. Mann			+		+
<i>Luticola ventricosa</i> (Kütz.) D.G. Mann		+	+	+	+
<i>Mayamaea agrestis</i> (Hust.) Lange-Bert.		+	+		
<i>Mayamaea atomus</i> (Kütz.) Lange-Bert. var. <i>atomus</i>	+	+	+	+	+
<i>Mayamaea excelsa</i> (Krasske) Lange-Bert.			+		+
<i>Mayamaea</i> cf. <i>atomus</i> var. <i>permitis</i> (Hust.) Lange-Bert.	+	+	+	+	+
<i>Mayamaea</i> cf. <i>recondita</i> (Hust.) Lange-Bert.					+
<i>Mayamaea</i> sp.		+			
<i>Muelleria</i> cf. <i>gibbula</i> (Cleve) Spaulding & Stoermer		+			
<i>Navicula antonii</i> Lange-Bert.		+	+		
<i>Navicula capitatoradiata</i> Germ.	+				
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bert.	+	+	+		
<i>Navicula cryptotenelloides</i> Lange-Bert.	+				

Tabela 2. Kontynuacja – Table 2. Continued

Data – Date	TT	TU	I.	II.	III.
	07.2009	07.2009	09.2009	09.2009	09.2009
Stanowiska – Localities	Dąbrowa		Boguchwała		
<i>Navicula gregaria</i> Donkin	+	+		+	+
<i>Navicula lanceolata</i> (Ag.) Kütz.	+	+	+	+	+
<i>Navicula reichardtiana</i> Lange-Bert.	+				
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F. Müller) Bory		+	+		
<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bert.	+	+			
<i>Navicula veneta</i> Kütz.		+	+	+	
<i>Navicula viridula</i> (Kütz.) Ehrenb.			+		
<i>Nitzschia acidoclinata</i> Lange-Bert.		+			
<i>Nitzschia amphibia</i> Grun.			+		
<i>Nitzschia debilis</i> (Arnott.) Grun.	+				
<i>Nitzschia dissipata</i> var. <i>dissipata</i> (Kütz.) Grun.	+		+		
<i>Nitzschia fonticola</i> Grun.		+			
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kütz.) Grun. var. <i>frustulum</i>	+	+			
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Smith	+	+	+	+	+
<i>Nitzschia perminuta</i> (Grun.) Peragallo		+			
<i>Nitzschia pusilla</i> Grun.	+	+	+	+	+
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch		+			
<i>Nitzschia tenuis</i> W. Smith		+	+		
<i>Nitzschia</i> sp. 1			+		
<i>Nitzschia</i> sp. 2	+				
<i>Pinnularia borealis</i> Ehrenb.	+		+		
<i>Pinnularia borealis</i> var. <i>sublinearis</i> Krammer			+	+	+
<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenb.) Cleve	+				
<i>Pinnularia obscura</i> Krasske	+	+	+	+	+
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Bréb.) Round & Bukht.	+	+	+	+	+
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (Ag.) Lange-Bert.	+	+	+		+
<i>Sellaphora bacilloides</i> (Hust.) Levkov, Kristic & Nakov	+				
<i>Stauroneis</i> cf. <i>agrestis</i> Petersen			+		
<i>Stauroneis thermicola</i> (Petersen) Lund	+	+		+	+
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grun.	+		+		
<i>Surirella angusta</i> Kütz.		+			
<i>Surirella brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i> Krammer & Lange-Bert.		+			
<i>Surirella minuta</i> (Bréb.) Kütz.		+			
<i>Surirella</i> sp. (cf. <i>terricola</i>) Lange-Bert.		+	+		
<i>Surirella</i> sp.		+	+	+	
Σ taksonów na stanowisku	38	51	43	22	23

(43 taksony). Przy dawkach nawozowych wynoszących odpowiednio 40 i 80 kg N/ha liczba taksonów okrzemek zmniejszyła się dwukrotnie (Tab. 2).

Na stanowisku w Dąbrowie stwierdzono występowanie 5 taksonów dominujących na polu z uprawą tradycyjną (TT): *Cocconeis pediculus*, *Mayamaea* cf. *atomus* var. *permitis*,



Ryc. 2 (Fig. 2). 1 – *Cocconeis pediculus* Ehrenb., 2 – *Achnanthydium minutissimum* (Kütz.) Czarn., 3–4 – *Stauroneis thermicola* (Petersen) Lund, 5–6 – *Mayamaea atomus* (Kütz.) Lange-Bert. var. *atomus*, 7 – *Luticola ventricosa* (Kütz.) D.G. Mann, 8 – *Halumphora montana* (Krasske) Levkov, 9–11 – *Pinnularia obscura* Krasske, 12–13 – *Nitzschia palea* (Kütz.) W. Smith, 14 – *Nitzschia pusilla* Grun., 15 – *Hantzschia amphioxys* (Ehrenb.) Grun.

Nitzschia palea, *Pinnularia obscura*, *Stauroneis thermicola* i tylko jednego taksonu dominującego – *Halumphora montana* – na polu z uprawą uproszczoną (TU). Największe liczebności wśród dominantów osiągnęły *Halumphora montana* oraz *Stauroneis thermicola* (Ryc. 2; Tab. 3).

Inaczej przedstawia się struktura dominacji okrzemek na stanowisku w Boguchwale. Najwięcej dominantów stwierdzono na poletku III, na którym zastosowano najwyższą

Tabela 3. Procentowy udział okrzemek dominujących na badanych stanowiskach w Dąbrowie i Boguchwałe. (TT – uprawa tradycyjna, TU – uprawa uproszczona, I-III – trzy systemy nawożenia azotem)

Table 3. Percentage contributions of dominant diatoms in studied stations in the villages of Dąbrowa and Boguchwała. (TT – traditional tillage, TU – reduced tillage, I-III – three systems of fertilization)

Stanowiska – Localities	Dąbrowa		Boguchwała		
	TT 07.2009	TU 07.2009	I 09.2009	II 09.2009	III 09.2009
<i>Achnantheidium minutissimum</i>					
<i>Cocconeis pediculus</i>					
<i>Halamphora montana</i>					
<i>Hantzschia abundans</i>					
<i>Luticola ventricosa</i>					
<i>Mayamaea atomus</i> var. <i>atomus</i>					
<i>Mayamaea</i> cf. <i>atomus</i> var. <i>permitis</i>					
<i>Nitzschia palea</i>					
<i>Nitzschia pusilla</i>					
<i>Pinnularia obscura</i>					
<i>Stauroneis thermicola</i>					



dawkę nawozową. Na poletku nie nawożonym najliczniej rozwijały się: *Halamphora montana* i *Nitzschia palea*, natomiast nawożenie azotem sprzyjało rozwojowi: *Hantzschia abundans*, *Mayamaea atomus* var. *atomus* oraz *Nitzschia pusilla* (Tab. 3).

DYSKUSJA

Na zawartość substancji organicznej w glebie wpływa nie tylko system uprawy i nawożenia ale także wysoka kultura rolna. Najwięcej substancji organicznej zawierała gleba na stanowisku w Boguchwałe. Tradycyjny system uprawy roli na stanowisku w Dąbrowie charakteryzował się niższą zawartością substancji organicznej i wyższym odczynem gleby w stosunku do systemu uproszczonego (Tab. 1).

Badania nad uwilgotnieniem gleby wskazują, że im więcej substancji organicznej tym większa zdolność gleby do gromadzenia wody (CZYŻ i in. 2009).

Przeprowadzone wstępne badania nad zbiorowiskami okrzemek glebowych wykazały, iż najbardziej różnorodnie w gatunki było stanowisko na polu z uprawą uproszczoną (TU), na którym zawartość substancji organicznej nie była najwyższa (Tab. 1) Najprawdopodobniej rezygnacja z tradycyjnej uprawy zwiększa uwilgotnienie gleby i wpływa korzystnie na wzrost różnorodności gatunkowej okrzemek, pomimo lekko kwaśnego odczynu gleby. Zwiększenie dawek nawozowych, jakie zastosowano na poletkach w Boguchwałe, także nie przyczyniło się do wzrostu różnorodności gatunkowej. Obydwie dawki nawozowe (40 i 80 kg N/ha) spowodowały spadek liczby taksonów okrzemek o połowę (Tab. 2).

Uproszczony system uprawy roli w Dąbrowie oraz zerowa dawka nawozowa na polu w Boguchwale sprzyjały masowemu rozwojowi *Halamphora montana*. Według diagnozy zamieszczonej w kluczu KRAMMER i LANGE-BERTALOT (1986) *H. montana* jest kosmopolityczną, aerofilną formą, występującą zarówno na terenach równinnych, jak i w górach, rzadko tworzącą masowe populacje. Ettl i GÄRTNER (1995) podają, iż może rozwijać się także na glebach. Z przeprowadzonych badań wynika, iż bardziej sprzyjające warunki do rozwoju znajdowała przy lekko kwaśnym pH (5,8–6,5) i stosunkowo dużej zawartości substancji organicznej.

Na polu z uprawą tradycyjną przeważał *Stauroneis thermicola*, gatunek o szerokim spektrum występowania (od terenów równinnych aż po obszary górskie), występujący najczęściej wśród mchów, tylko miejscami na glebach (Anglia, Niemcy, Islandia, Dania) (KRAMMER & LANGE-BERTALOT 1986; Ettl & GÄRTNER 1995). Znajduje się na polskiej czerwonej liście glonów jako gatunek rzadki – kategoria R (SIEMIŃSKA i in. 2006). Również *Pinnularia obscura* dominowała tylko na polu z uprawą tradycyjną. Jest gatunkiem aerofilnym, kosmopolitycznym, podobnie jak *S. thermicola* preferującym wilgotne mchy i mokrą glebę (Ettl & GÄRTNER 1995; KRAMMER 2000).

Na stanowisku w Boguchwale bardzo licznie rozwinęły się *Nitzschia palea*, *N. pusilla*, *Hantzschia amphioxys* i *Mayamaea atomus* var. *atomus* – kosmopolityczne okrzemki, preferujące siedliska bardzo żyzne. Występują często w warunkach od α -mezo- po polisaprobowe, w wodach eutroficznych, bogatych w elektrolity a także spotykane są na wilgotnych glebach (HOFMANN i in. 2011).

Nitzschia palea jest organizmem wskaźnikowym dla wód płynących o dużej zawartości materii organicznej, dominującym w silnie zanieczyszczonych wodach, bogatych w azot (KRAMMER & LANGE-BERTALOT 1988; VAN DAM i in. 1994).

Mayamaea atomus var. *atomus* jest uznawana za jedną z najbardziej tolerancyjnych na zanieczyszczenia okrzemek i wraz z *Hantzschia amphioxys* najczęściej notowana na wilgotnych glebach i określana jako gatunek typowo glebowy (Ettl & GÄRTNER 1995; HOFMANN i in. 2011).

Wstępne wyniki badań wskazują na potrzebę kontynuowania prac nad okrzemkami glebowymi, na różnych typach gleb, zwłaszcza że w literaturze niewiele jest doniesień dotyczących tej grupy glonów. Pierwsze prace dotyczące glonów glebowych z terenu Polski opublikował STARMACH (1962, 1966). Aktualnie prowadzone są badania nad glonami występującymi w ekstremalnych, obciążonych metalami ciężkimi środowiskach (SKOWROŃSKI i in. 2002; KALINOWSKA 2004; KALINOWSKA & PAWLIK-SKOWROŃSKA 2008; TRZCIŃSKA & PAWLIK-SKOWROŃSKA 2008). W nielicznych badaniach prowadzonych nad glonami ziemnymi na glebach uprawnych znajdują się przede wszystkim informacje dotyczące sinic i zielenic natomiast okrzemki glebowe oznaczane są sporadycznie, a wśród nich *Hantzschia amphioxys* wymieniana jest najczęściej jako gatunek glebowy (SKALNA 1979; ŹUREK 1981; SIEMINIĄK 1996, 1998, 2000).

LITERATURA

- AL-FREDAN M. A. & FATHI A. A. 2007. Preliminary survey of edaphic algae in Al-Hasa Region, Saudi Arabia. – Pakistan Journal of Biological Sciences **10**(18): 3210–3214.

- BÉRARD A., RIMET F., CAPOWIEZ Y. & LÉBOULANGER C. 2004. Procedures for determining the pesticide sensitivity of indigenous soil algae: a possible bioindicator of soil contamination? – Arch. Environ. Contam. Toxicol. **46**: 24–31.
- BOOTH W. E. 1941. Algae as pioneers in plant succession and their importance in erosion control. – Ecology **22**: 38–46.
- BUKHTYAROVA L. & ROUND F. E. 1996. Revision of the genus *Achnanthes sensu lato*. *Planothidium*, a new genus based on *A. marginulatum*. – Diatom Research **11**(1): 1–30.
- CZYŻ E. A., STANEK-TARKOWSKA J., DEXTER A. R. & DĘBOWSKA H. 2009. Wpływ uproszczonej uprawy na kształtowanie właściwości fizycznych gleby ilastej w regionie Podkarpacia. Ekologiczne aspekty mechanizacji produkcji rolniczej i leśnej. Mat. Konf., s. 28–29. SGGW, Warszawa.
- DOROKHOVA M. F. 2007. Diatoms as indicators of soil conditions in oil production regions. – Oceanological and Hydrobiol. Studies **36**, supp. **1**: 129–135.
- ETTL H. & GÄRTNER G. 1995. Sylabus der Boden-, Luft- und Flechtenalgen. s. 721. Gustaw Fischer, Stuttgart – Jena – New York.
- EVANS R. D. & JOHANSEN J. R. 1999. Microbiotic crusts and ecosystem processes. – Crit. Rev. Plant Sci. **18**: 183–225.
- GALONJA COGHILL T., KOSTADINOVIC L. J., BOJAT N. & HOJKA Z. 2009. Agro-ecosystems under high voltage powerlines. Proceeding of the 11th International Conference on Environmental Science and Technology Chania, 3–5.09, s. 293–298, Crete – Greece.
- HOFFMANN L. 1989. Algae of terrestrial habitats. – Bot. Rev. **55**: 77–105.
- HOFMANN G., WERUM M. & LANGE-BERTALOT H. 2011. Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa. Bestimmungsflorea Kieselalgen für die ökologische Praxis. Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie. – W: H. LANGE-BERTALOT (red.), s. 908. A.R.G. Ganter Verlag K.G., Königstein/Germany.
- JOHANSEN J. R., ASHLEY J. & RAYBURN W. R. 1993. Effects of range fire on soil algal crusts in semiarid shrubsteppe of the Lower Columbia Basin and their subsequent recovery. – Great Basin Natur. **53**: 73–88.
- KALINOWSKA R. 2004. Mechanizmy odporności na metale ciężkie występujące u zielenic (*Chlorophyta*) zasiedlających osadniki po flotacji rud cynku, ołowiu i miedzi. Mskr. Pracy doktorskiej, Centrum Badań Ekologicznych PAN, Lublin.
- KALINOWSKA R. & PAWLIK-SKOWROŃSKA B. 2008. Metal resistance of soil algae (*Chlorophyta*) occurring in post-flotation Zn/Pb- and Cu-tailing ponds. – Pol. Journal Ecol. **56**(3): 415–430.
- KALINOWSKA R., TRZCIŃSKA M. & PAWLIK-SKOWROŃSKA B. 2008. Glony glebowe terenów pogórnicych skażonych metalami ciężkimi. – Wiad. Bot. **52**(3–4): 63–79.
- KAWECKA B. 1980. Sessile algae in European mountain streams. 1. The ecological characteristics of communities. – Acta Hydrobiol. **22**: 361–420.
- KRAMMER K. 2000. The genus *Pinnularia*. – W: H. LANGE-BERTALOT (red.), Diatoms of Europe **1**, s. 703. A.R.G. Ganter Verlag K.G., Vaduz.
- KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H. 1986. *Bacillariophyceae*. 1. *Naviculaceae*. – W: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heyning & D. Mollenhauer (red.), Süßwasserflora von Mitteleuropa **2**(1), s. 876. G. Fischer Verlag, Stuttgart – New York.
- KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H. 1988. *Bacillariophyceae*. 2. *Bacillariaceae*, *Epithemiaceae*, *Suriellaceae*. – W: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heyning & D. Mollenhauer (red.), Süßwasserflora von Mitteleuropa **2**(2), s. 596. G. Fischer Verlag, Stuttgart – New York.
- KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H. 1991a. *Bacillariophyceae*. 3. *Centrales*, *Fragilariaceae*, *Eunotiaceae*. – W: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heyning & D. Mollenhauer (red.), Süßwasserflora von Mitteleuropa **2**(3), s. 576. G. Fischer Verlag, Stuttgart – Jena.

- KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H. 1991b. *Bacillariophyceae*. 4. *Achnantheaceae*, Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolate) und *Gomphonema* Gesamtliteraturverzeichnis. – W: H. Ettl, G. Gärtner, J. Gerloff, H. Heyning & D. Mollenhauer (red.), Süßwasserflora von Mitteleuropa 2(4), s. 437. G. Fischer Verlag, Stuttgart – Jena.
- LANGE-BERTALOT H. 1993. 85 new taxa and much more than 100 taxonomic clarifications supplementary to Süßwasserflora von Mitteleuropa 2(1–4), s. 454. Bibliotheca Diatomologica 27. J. Cramer, Berlin – Stuttgart.
- LANGE-BERTALOT H. 2001. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats. *Navicula* sensu stricto, 10 genera separated from *Navicula* sensu lato, *Frustulia*. – W: H. Lange-Bertalot (red.), Diatoms of Europe 2, s. 526. A.R.G. Gartner Verlag. K.G., Vaduz.
- LITYŃSKI T., JURKOWSKA H. & GORLACH E. 1976. Analiza chemiczno-rolnicza. s. 330. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- LUKEŠOVÁ A. & HOFFMANN L. 1995. Soil algae from acid rain impacted forest areas of the Krušné Hory Mountains. 2. Effect of pH on growth. – *Algol. Stud.* 78: 39–51.
- METTING B. 1981. The systematic and ecology of soil algae. – *Bot. Rev.* 47: 195–312.
- REISGL H. 1964. Zur systematic und ökologie alpine Bodenalgeln. – *Ster. Bot. Z.* 111: 402–499.
- SCHWABE G. H. & BEHRE K. 1972. Algae on Surtsey in 1969–1970. – *The Surtsey Progress Rep.* 6: 85–89.
- SIEMINIAK D. 1996. Evaluation of algal biomass in the soil of a barren land. – *Ekol. Polska* 44(3–4): 225–243.
- SIEMINIAK D. 1998. Biomass of soil algae under rye in different crop rotation systems. – *Polish J. Soil Sci.* 31(2): 79–85.
- SIEMINIAK D. 2000. Glony glebowe – organizmy sprzyjające dobremu gospodarowaniu. – *Działalność Naukowa PAN* 10: 125–128.
- SIEMINIAK D. 2007. Filamentous green alga *Pleurastrum sarcinoideum* Groover et Bold – first record in Poland. – *Oceanological and Hydrobiol. Studies Vol.* 36, Suppl. 1: 249–254.
- SIEMINIAK D. 2009. Unicellular green alga *Scotiellopsis terrestris* (Reisgl) Punčoch. & Kalina – first record in Poland. – *Oceanological and Hydrobiol. Studies Vol.* 38, Suppl. 2: 163–169.
- SIEMIŃSKA J., BAK M., DZIEDZIC J., GĄBKĄ M., GREGOROWICZ P., MROZIŃSKA T., PELECHATY M., OWSIANY P. M., PLIŃSKI M. & WITKOWSKI A. 2006. Red list of the algae in Poland. – W: Z. Mirek, K. Zarzycki, W. Wojewoda & Z. Szelaĝ (red.), Red list of plants and fungi in Poland, s. 37–52. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- SKALNA E. 1979. Glony ziemne występujące w uprawach niektórych warzyw w Prusach koło Krakowa. – *Fragm. Florist. Geobot.* 15(4): 607–648.
- SKOWROŃSKI T., KALINOWSKA R. & PAWLIK-SKOWROŃSKA B. 2002. Glony środowisk zanieczyszczonych metalami ciężkimi. – *Kosmos* 51(2): 165–173.
- STARMACH K. 1962. Glony żyjące na ścieżkach w nadrzecznych wierzbach. – *Fragm. Florist. Geobot.* 8(1): 81–88.
- STARMACH K. 1966. Glony na wypalonym ognisku. – *Fragm. Florist. Geobot.* 12(4): 519–521.
- ŠKALOUĐ P. 2009. Species composition and diversity of aero-terrestrial algae and *Cyanobacteria* of the Boreč Hill ventaroles. – *Fottea* 9(1): 65–80.
- TJURIN I. V. 1965. Organičeskoe veščestvo počvy i ego rol' v plodorodii. Nauka, Moskva.
- TRZCIŃSKA M. & PAWLIK-SKOWROŃSKA B. 2008. Soil algal communities inhabiting zing and lead mine spoils. – *J. Appl. Phycol.* 20: 341–348.

- VAN DAM H., MARTENS A. & SINKELDAM J. 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. – Netherlands Journal of Aquatic Ecology **28**(1): 117–133.
- ZANCAN S., TREVISAN R. & PAOLETTI M. G. 2006. Soil algae composition under different agro-ecosystems in North-Eastern Italy. – Agriculture, Ecosystems and Environment **112**: 1–12.
- ŻUREK L. 1981. The influence of the herbicides LENACIL and PYRAZON on the soil algae. – Ekol. Pol. **29**(3): 327–342.

SUMMARY

Two individual farms were chosen to studies in Boguchwała and Dąbrowa, on which sweet corn had been sown in spring of 2009 on the same soil (silty-loam). On studies farmland in Dąbrowa both traditional (TT), in which the deep plough is used, and simplistic (TU) systems of cultivation of sweet corn were used. However, on studies farm in Boguchwała three experimental plots were allocated and there three systems of fertilization were used (N_0 , N_{40} , N_{80}).

The aim of the work was to examine the species diversity of soil diatoms developing on dust soil under sweet corn cultivation in two systems of land farming with an application of different doses of fertilization.

In studied stations 74 taxa of soil diatoms were founded. The station in Dąbrowa was characterized by larger species diversity (62 taxa) than the station in Boguchwała (47 taxa). On soil, where the simplistic system of cultivation of farmland (TU) had been used, the highest number of diatoms – 51 taxa – were founded.

In studied station in Dąbrowa on farming land, where traditional method of cultivation had been used, dominated: *Stauroneis thermicola*, *Mayamaea* cf. *atomus* var. *permitis*, *Nitzschia palea* and *Pinnularia obscura*, whereas on farm with application of simplistic system of cultivation *Halamphora montana* was developing in large. In Boguchwała on land farming, where fertilization had not been used, *Halamphora montana* and *Nitzschia palea* were developing in great numbers, whereas the fertilization of nitrogen was in favor of developing of *Hantzschia abundans*, *Mayamaea atomus* var. *atomus* and *Nitzschia pusilla*.

The resignation of traditional system of cultivation increases moisture content and it has positive influence on a increase of species diversity of soil diatoms, in spite of slightly acid reaction of soil. The increase of fertilizer dose, which had been used on farming land in Boguchwała, did not have an influence on an enlargement of species diversity.

Przyjęto do druku: 17.09.2012 r.